

conséquent le problème central d'une philosophie sans thèse – peut se présenter lui-même à nous comme il se présenta déjà à Susanne K. Langer¹⁷⁷. En effet, Langer a mis l'accent sur "des faits qui sont des symboles et des lois qui sont leurs significations". En quoi il faut l'approuver parce qu'elle se trouvait déjà en face du problème de la symbolisation lorsqu'elle écrivait: «La symbolisation est l'acte essentiel de l'esprit.»¹⁷⁸. Avec Susanne Langer, dans la notion fondamentale de symbolisation – mythique, pratique ou mathématique, cela ne fait pas de différence – nous avons la clé de tous les problèmes humains.

¹⁷⁷ *Ibid*

¹⁷⁸ Cf. Damasio, A., & Damasio, A. R., 1989, *Lesion Analysis in Neuropsychology*, New York, Oxford University Press; Antonio R. Damasio, 1995, *L'erreur de Descartes. La raison des émotions*, 1994, traduit de l'anglais (Etats-Unis) par Marcel Blanc, Paris, Éditions Odile Jacob.

TWO ASPECTS OF MODELS AND CULTURAL ROLE OF SCIENTIFIC MODEL

Mohd Hazim Shah

(University of Malaya)

Abstract

In this paper I will look at the two aspects of models which I call the 'symbolic' and the 'functional'. A comparison is made in this regard between models considered as Kuhnian paradigms, and Durkheim's theory of social cohesion through collective representation. I argue that models serve a similar function with respect to the scientific community. However, this does not imply that practice is independent of belief. What I suggest instead is that practice is reconciled or negotiated with belief. Thus practice in a sense, does not tell us the whole story.

ملخص

سأنظر في هذه المقالة إلى خاصيتين للنماذج و التي اسميها بالخاصية الرمزية و الخاصية الوظيفية أو العملية. و سأقوم على هذا الأساس بمقارنة النماذج بالبراديجم عند كون و بنظرية دوركايم في التماسك الاجتماعي عبر وظيفة التمثيل الكلّي. و أحاجج بأنّ النماذج تقوم بوظيفة مماثلة فيما يخصّ الجماعة العلمية. و لكن هذا لا يجب ان ينجّر عنه ان التطبيق مستقلّ عن جانب الاعتقاد و الجانب النظري. ما أقترحه بدلا من ذلك هو أنّ التطبيق يجب أن يتمّ مصالحته أو التفاوض حوله مع الاعتقاد. فالتطبيق لا يحكي لنا من ثمّ كل القصة.

Résumé

Dans cet article, j'examinerai deux aspects des modèles : l'aspect 'symbolique' et celui 'fonctionnel'. Une comparaison sera faite par ce biais entre les modèles considérés comme des paradigmes selon le concept de Kuhn et la théorie de la cohésion sociale par la représentation collective de Durkheim. Je soutiens que les modèles accomplissent une fonction similaire eu égard à la communauté scientifique. Or, ceci n'implique pas que la pratique est indépendante de la croyance. Je suggère plutôt que la pratique est réconciliée et renégociée avec la croyance. En un sens, la pratique ne nous raconte donc pas toute l'histoire.

1.0 Introduction

The symbolic relates to 'sense' or 'meaning' while the functional relates to 'reference' and 'practice'. Models considered as paradigms exhibit both these characteristics, and provide social cohesion both through thought and practice. . However, problems arise when scientists though accepting the functionality of the models, could not accept its 'symbolism' or 'meaning'. Here the scientist (or the philosopher) has the option of either creating a new model/paradigm with a more acceptable symbolism (eg. Tycho Brahe's astronomical model), or provide a philosophical re-interpretation of the model that withholds ontological commitment (i.e. non-realism).

There are several types of models in science, which are used for different purposes and context. Some are used for heuristic purposes, i.e. as aids for scientific research and discovery, and some are used for pedagogical purposes such as the use of pictorial models of molecular bonding in the teaching of chemistry, etc.¹⁷⁹ Previously, models were thought of in *representational* terms, that is as representing the set of observable data for the instrumentalist, or as representing the underlying structure of phenomenal reality for the scientific realist. Recently however, there has been a tendency to construe models in pragmatist terms¹⁸⁰. In this construal, models are not static entities that 'represent' physical reality or phenomena, but rather function as 'intermediaries' in the chain of scientific practice.

In this paper however, I will not look at models in terms of the current mode of discourse on models –involving representation or pragmatism – but rather in terms of a rather neglected perspective involving paradigms and cultural symbolism. Although it has its roots in the history and philosophy of science, such a treatment of models holds a greater potential or promise in the area of the anthropology or the cultural studies of science.

¹⁷⁹ For an account of the different types of models and their philosophical significance, see Sarkar and Pfeifer (2006), pp.740-749.

¹⁸⁰ See Nersessian (2006), Giere (2004).

IX. 2.0 The Symbolic and Functional Aspects of Models

Models can be roughly divided into two main types, namely (i) mathematical models, and (ii) pictorial or visualizable models. My discussion of models will be based on (ii) rather than (i), since (ii) possess 'iconic' or 'symbolic' features which are absent in (i). Pictorial models which are visualizable, contributes to our sense of 'intelligibility of nature' in a way which mathematical models do not. Such pictorial or visualizable models contain two aspects which are relevant for our discussion. These two aspects are what I call the 'symbolic' aspect and the 'functional' aspect. The functional aspect of models is familiar to scientists since it involves the use or application of models in scientific practice. It is what makes scientific concepts or theories operational, and capable of being applied to nature to solve problem. Kuhn's characterization of 'exemplars' in his explication of 'paradigm' is an example of how models serve a functional role. Successful problem – solving through the use of models make its adoption unproblematic for the scientific practitioner. Thus we find scientists accepting and using models found in the reigning paradigm, to conduct their research and scientific work, regardless of the philosophical positions.

However, there is a second aspect of models which is not quite as straight forward as the first, and which could be problematic. This is what I call the 'symbolic' aspect of models.¹⁸¹ While the functional aspect treats models in terms of 'reference', the symbolic aspect of models relates more to 'sense' or 'meaning', to use Fregean terminology¹⁸². Thus even though we might have two 'empirically equivalent' models referring to the same phenomena or domain of experience, yet they might constitute different ontologies, and convey different meanings or senses. Examples would be: (i) field theory vs. action-at-distance (ii) Ptolemaic theory vs. Copernican theory (iii) wave vs. particle theory.

Philosophers of science have often concentrated on explicating the semantic and syntactic aspects of scientific theories, without paying much

¹⁸¹ 'Symbolic' thought is sometimes contrasted with 'rational' thought since it is pre-analytic or even described by some as 'pre-rational' in nature. For a discussion on the distinction between symbolic and rational thought, see Dan Sperber (1980).

¹⁸² See Geach and Black (1966).

attention to its *semiotic* aspect.¹⁸³ It is my contention that investment on the semiotic aspect of theories can yield dividends, and help understand the concern with the nature of scientific theories. Scientific theories do not only have a *referential* aspect, however reference might be construed—it also has a “symbolic” or “semiotic” aspect which is more difficult to capture but which has been alluded to by some writers under various guises. Frege (Geach and Black 1966) has brought out the distinction in terms of “sense” and “referent”, Holton (1973) has used the notion of “themata” to refer to this symbolic aspect of theories, while Kuhn’s (1970) use of the concept of “paradigm” is an acknowledgement that theories not only have a referential aspect but also a symbolic one.

This becomes clearer when we contrast the nature and role of scientific theories of the present age with those in the past, i.e. with the theories of the Greeks and the Medievals. Their theories serve a more epistemological or even ontological purpose, i.e. to give us an understanding of what the world is like. This understanding however, is not a solely cognitive one, but one which is “integrated” with the religious, the cultural, and of life generally. Hence the preoccupation with Aristotelian theories of nature in both ancient and medieval science and the difficulty involved in dislodging it.

The “symbolic” role played by theories in the past helped to sustain the sense of *enchantment* towards nature, with the exception perhaps of atomistic theories. It is no surprise therefore that in an age dominated by philosophy and later theology, atomism did not fare well or loom large. The *disenchantment* of nature that Weber spoke about arose precisely out of the “emptying” of the symbolic content of nature through the “mechanistic” theories of science beginning from the 17th century, which were given empirical sanction through experimentation. In fact it signals a new mode of approach towards nature in which *thought was intimately connected to action*. The relationship between thought and action was reversed in that thought was made “subservient” to

¹⁸³ Semiotics is sometimes defined as consisting of: (i) semantics (ii) syntax, and (iii) pragmatics. But the study of semantics and syntax by semioticians differ from the approach adopted by philosophers of science when they talk about the semantic conception of theories, or when the Logical Positivists talk about the syntax of theories. In semiotics, the treatment of models/icons as signs/symbols involve both ‘sense’ and ‘reference’.

action, with the goal of achieving mastery over nature. Whereas humanistic and religious philosophies of the past have emphasised liberation and enlightenment through the mind and spirit, the new Baconian ethos of the 17th century placed a definite emphasis on *action* and practical results. Thus nature was to be *acted upon*, not merely contemplated. This changed relationship in the interaction between man and nature is exemplified and manifested in the very nature of the scientific theories which were then constructed.

X. 3.0 The Symbolic and the Functional in Kuhn's Concept of Paradigm/ Model

A striking feature of Kuhn's analysis of paradigms is its dualistic nature; as a 'symbolic' representation of nature, and as a functional conceptual tool. Paradigms or models in modern science, serve both roles, often with the latter constraining the former. In other words, in order to qualify as a 'symbolic' representation of nature, a theory or paradigm has to pass the experimental test and prove its technological or pragmatic efficacy. In this new science, what cannot issue in practical or technological efficacy, cannot be admitted even conceptually, as a legitimate symbolic representation of nature.

Kuhn's analysis is relevant because of his insistence on the primacy and hegemony of singular paradigms in post 17th century science. This implies that only the ruling paradigms can dominate the cultural mainstream, because of the dominant status of science in modern society. Although Kuhn confines his analysis to the "scientific community", its extension to 'society at large' can be made given the 'priesthood of the scientific intelligentsia' in modern culture. Kuhn's characterization of paradigms in terms of "world-view", "norms governing behaviour", and "conceptual tools" for action, is significant in that it highlights the integration between *theory and praxis* in modern science.

3.1 The Iconic Role of Models and Social Cohesion

Kuhn's (1970) work on "Paradigms" in the *Structure of Scientific Revolutions (SSR)*, explicates the paradigm or model not only as an intellectual construct, but also as a source of social cohesion amongst the scientific community. Kuhn lists down several elements of paradigm or what he sometimes called "disciplinary matrix" (Kuhn 1970:182). He identifies four major components of the disciplinary matrix, namely: (i) symbolic generalisations, such as the formula " $f=ma$ ", (ii) the metaphysical part of paradigms, (iii) shared values, for example logical consistency and accuracy of predictions, and finally, (iv) exemplars or concrete problem-solutions (Kuhn 1970:182-187). These different aspects of a paradigm, however, share one important sociological feature: their ability to act as a source of social cohesion for the scientific community by providing a common framework for them to work in. By providing a shared picture of the world, the model or paradigm thus functions as the community's icon or "collective representation".

Very few have commented on Kuhn's paradigm as the source of social cohesion_within a scientific community. Even though Kuhn restricts himself to the scientific community, in a modern society that has science as its backbone, this tends to have a wider implication. If we consider the scientific community as the source from which knowledge about the world emanates in modern society and that society as a whole depends on the scientific community for knowledge about the world, then the thesis can be applied *writ large* to society as a whole.¹⁸⁴

¹⁸⁴ One possible model for understanding the role and function of science in society and culture is to look at it in terms of Habermas' theory which has been dubbed as the 'technocratic consciousness' model by Margaret Archer (1996). In this model, science through the economic pressures exerted in society 'from below', bursts forth, becomes independent, and forms society's overarching paradigm and mode of interaction. Thus science in this model, occupies a central, dominant, and perhaps monolithic position in society. The diffusion of science occurs at various levels and domains, such as the economic-technological, the educational, and the socio-cultural. This sociological model of the place and role of science in modern society, can find historical support in the historical works of Margaret Jacob and Larry Stewart (2004). What these historians have shown is that, the diffusion of science in society occurred in both the realms of economy and knowledge. Their favourite example is Newtonianism and applied mechanics. Because of the applied nature of Newton's physics through mechanics, it found ready

Kuhn's analysis also has the merit of bringing out both the symbolic as well as the functional aspects of paradigm. Kuhn's earlier thesis about the major role played by "aesthetic" considerations in theory adoption or conversion, goes to show how elements of symbolism serve as a powerful emotional source of theory generation and pursuit.¹⁸⁵ This has been variously described by other writers such as Gerald Holton (1973) as "archetypes" or themata. The irrationality partly consists in the subjectivity of the individual scientist in allowing his "aesthetic sense", governed perhaps by his psychological archetype, to determine which theory to pursue. But as Holton has shown for instance, Kepler is one such individual, who has successfully advanced the science of astronomy.

But Kuhn was also keen on showing how "symbolism" then becomes internalised through repeated practice in various situations. This is shown through Kuhn's notion of paradigms as *exemplars*, where the symbolic becomes concretised through puzzle-solving, i.e. its entry into the realm of action. Thus, Kuhn has succeeded in showing us just how 'theories' or 'paradigms' become entrenched in a (scientific) culture through their relationship with practice.

3.2 Kuhnian Paradigms as Durkheimian Collective Representation

What is the basis of consensus within the scientific community? How do we explain the high degree of consensus and social cohesion prevailing within the institution of science? As Kuhn has pointed out in his *SSR*, science reaches a level of maturity when there cease to be disagreements regarding fundamental issues. In fact that is what distinguishes science from the non-sciences such as history or philosophy. Kuhn locates the source of social cohesion existing within the scientific community in the existence of paradigms, and through the

application in engineering and technology, for example in Desaguliers. Here we have an example of how a scientific model/paradigm becomes diffused through society by virtue of its application in the economy.

¹⁸⁵ See Kuhn's discussion of the role of aesthetics in theory-choice in Kuhn (1977:337), and the question of 'subjectivity' versus 'objectivity'.

mechanism of normal science. These are factors that give the scientific community a distinct identity and mark them out from the rest of society.

According to Kuhn, those who adopt different paradigms “live in different worlds”. Even though a lot has been written about Kuhn’s theory of “paradigms”, most of them are in relation to the issue of scientific rationality. My interest in Kuhn’s notion of paradigm/model has a different focus. I am basically interested in Kuhn’s idea of paradigm/model as a source of social cohesion *in the anthropological or sociological sense*. In this respect, I find it quite natural to compare Kuhn’s theory of paradigms with Durkheim’s theory of *collective representation*.¹⁸⁶ According to the Merriam Webster dictionary, a ‘collective representation’ is defined as ‘a symbol that articulates and embodies the collective beliefs, sentiments, and values of a social group’¹⁸⁷. It is in this sense that a model such as the Ptolemaic model, or the Copernican model can be considered as a ‘collective representation’ insofar as it articulates and embodies a world-view, be it geocentric (i.e. man-centred) or heliocentric.¹⁸⁸

There are interesting similarities and parallelisms between Kuhn’s paradigms¹⁸⁹ and Durkheim’s ‘collective representation’ which have implications for our understanding of the cultural role of science. Kuhn’s theory of paradigms is interesting to me precisely because it ties in *belief with practice*. And the belief in question is not private, individual or solitary belief, but belief of a *collective* nature, shared by members of a group or a community. Kuhn’s account of the acculturation process of a scientist through paradigm adoption and the workings of normal science indicates quite clearly *how belief is reinforced through practice*. Kuhn’s “disciplinary matrix” account of paradigms shows quite clearly that finally paradigms boil down to two important dimensions, i.e (i) belief, and (ii) practice. The components of the disciplinary matrix that involve

¹⁸⁶ Durkheim’s concept of ‘collective representation’ is to be distinguished from his earlier concept of ‘conscience collective’. The latter relates more to social norms and values that govern social behavior and that it transcends individual thought or conscience, being located in the collectivity. The former however, also refers to a tangible representation of the collective in the form of for example, an icon.

¹⁸⁷ www.merriam-webster.com/dictionary.

¹⁸⁸ Also see Hutchison (1987) for an account of how astronomical models can function as cultural and political symbols/ icons in history.

¹⁸⁹ Here I am using the words ‘paradigm’ and ‘model’ interchangeably. Although ‘paradigm’ is more all-encompassing, but insofar as scientific models possess the two key components of ‘belief’ and ‘practice’, the same analysis holds for both.

'metaphysical world-views' and 'symbolic generalisation' relate to *beliefs*. Paradigms as "exemplars" or models for problem-solving, involve practice or action. So the conceptual "seeing" of nature in terms of paradigms construed as "exemplars", is further reinforced through the phenomenology of utilitarian and manipulative acts, as found in methodological practice. Link this to experimentation, technological prototype and finally the industrial economy, what we then have is a progressive entrenchment of the world-view of a paradigm/model in modern industrial society as a whole. This characteristic of the paradigm of modern science compares somewhat readily to Durkheim's idea of collective representations. For Durkheim, "collective representations" are the shared beliefs, and the practices associated with those beliefs, which play a role towards providing social cohesion in that group or community. These representations, being collective, do not reside in any one individual, but is of a somewhat "transcendent" nature – social to be sure, but transcending the individual member nevertheless. Again, like Kuhn's paradigm, they have a practice aspect, in that rites and rituals are conducted either on the basis of such representations, or to further reaffirm belief in such representations, providing group solidarity and social cohesion in the process. What is different perhaps is the nature of the emotional content or commitment invested in these different paradigms/models, and the distance between such investments and their final trickling down to practice. In the collective representations of pre-modern societies, the distance is short and hence the emotional content transferred to the social act (rites and rituals) is high, consequently 'the enchanted world-view' provides a greater sense of group or cultural identity. The very nature of the 'long-winded' process of production in modern industrial economies assures us that by the time a scientific idea reaches the lay consumer, very little of that 'symbolic' content of a paradigm is transmitted. The result is an 'anemic' form of paradigm-induced social cohesion –reduced to the level of bare minimalities–that lacks 'enchantment'. But in a sense, that is built into the very nature of science itself, when science restricts its study of nature to the bare essentials. Where paradigms offer to be a substituted form of enchantment, leading to proclamations about the aesthetic value of a scientific theory, there sometimes occur vigorous controversies in the history of science. These controversies sometimes not only relate to matters of logical procedure but relate more to an individual's aesthetic sense *of what constitutes enchantment_for different*

psychological archetypes. This relates to Kuhn's controversial view on 'incommensurability' and his idea of 'metaphysical commitments'. For instance, it is known that Einstein's opposition to Quantum Mechanics is largely due to his uneasiness about its broader metaphysical and philosophical implications; that Einstein feels 'unsafe' living in a universe that at bottom is left to chance.

Despite the interesting parallels between Kuhnian paradigms and Durkheim's collective representation, there exist equally interesting and important differences between them which help to further clarify the cultural role of scientific models/ paradigms. One important difference is that while a Durkheimian Collective Representation requires an *emotional commitment* to the symbol or icon in order to function effectively as a means of social cohesion, the scientific model does not impose such a similar commitment for its functioning within a scientific community. This has to do with the operational nature and efficacy of the scientific model, and Durkheim's distinction between 'organic' and 'mechanical' solidarity. In a traditional/ primitive society governed and characterised by the so-called 'mechanical solidarity', there is a dogmatic allegiance to the 'symbol' or 'totem' which acts as a focal point for social action and cohesion. Examples are the 'cross' in Christianity and statues of deities in Hindu society. In a 'modern' society characterised by 'organic' solidarity, the role of the 'symbol' as a source of social cohesion has been replaced by the functionality of the institutional interactions/interconnections. The scientific model then complements this inter-institutional functioning/efficacy by itself being an efficacious, operational instrument that facilitates both man's dealing with nature as well as with his fellow-men.

4.0 Models in the Context of Thought and Practice: A Critique of Rouse's Revisionist Interpretation of Kuhnian Paradigms

Models can be thought of in terms of both cognition and practice. They are embodiments of certain ideas about reality, or constructions aimed at explaining or constituting phenomenal reality. The construal of models as a form of 'representation', makes it rather 'static' and implicitly employs a 'correspondence theory of truth'. Construed in this way, it gives primacy to

cognition rather than practice. It puts models in a 'contemplative' rather than an 'active' mode. However, models are rarely 'merely presented' without being put to use, especially in post 17th century science in which scientific concepts have become operational rather than merely explanatory as in ancient and medieval science. What is the relationship between thought and practice in relation to models, and is it meaningful to ask whether thought or practice is primary? In this regard, I would like to recall the earlier account which I gave on models construed as Kuhnian paradigms. In that account, although I acknowledge the practice aspect in Kuhn's account of paradigms, I also put an emphasis on the 'belief' aspect in making the comparison with Durkheim's theory of 'collective representation'. Here, models not only serve as tools or instruments, but also as 'icons' imbued with meaning. For this to be possible, models have to acquire meaning and understanding prior to, and independent of, practice. However, this view was challenged by Joseph Rouse (2003) in his article, "Kuhn's Philosophy of Scientific Practice". Rouse wrote:

Paradigms should not be understood as beliefs (even tacit beliefs) agreed upon by community members, but instead as exemplary ways of conceptualizing and intervening in particular situations (p. 107).

Scientists *use* paradigms rather than believing them. Scientists need only understand *how* to use these various elements in ways that others would accept. These elements of shared practice thus need not presuppose any comparable unity in scientists' beliefs about what they are doing when they use them (p.108).

Paradigms are thus first and foremost to be understood as *exemplars*, "accepted examples of actual scientific practice—examples which include law, theory, application, and instrumentation together—[that] provide models from which spring particular coherent traditions of scientific research" (p.108).

...Kuhn even identified the concept of a paradigm with a move away from conceiving scientific communities as held together by common beliefs... .

The result of this recognition is to think of scientific communities as composed of fellow practitioners rather than of fellow believers (p.109).

It is clear from the quotations above and from other explicit statements made by Rouse concerning his intention to 're-interpret' Kuhn in terms of the primacy of scientific practice, that Rouse relegates the role of beliefs with respect to paradigms/models. However, despite the current fashion in conferring primacy to scientific practice, I think Rouse's interpretation will not do justice to Kuhn's (1970) account of paradigms as given in his *Structure of Scientific Revolutions (SSR)*, regardless of what Kuhn himself might say later on¹⁹⁰. On my reading of the Kuhn of *SSR*, practice enhances belief rather than replaces it. The role of practice is supplementary or complementary to belief and there exists a sort of symbiotic relationship between the two, rather than practice being conducted independently of belief. Thus one cannot make sense of Kuhn's idea that 'scientists live in a different world after a scientific revolution', or that paradigm change is like a 'conversion experience', if the element of belief is eliminated or sidelined. To me the role of belief is crucial in Kuhn's account of paradigms as given in *SSR*. Although it is true that practice might lead to a revision or refinement in one's understanding of a paradigm, they nevertheless occur in relation to belief.

Given that the belief element is an important aspect of the acceptance and use of models¹⁹¹, one can then see more clearly why the 'symbolic' or 'iconic' aspect of models play an important role in scientific practice. Gerald Holton (1973) has captured this idea more pointedly through his concept of *themata* as expounded in his *Thematic Imagination*. Thus Holton claims that scientists are basically driven by a commitment to certain underlying *themata* in theory choice and practice. (Binary) examples of *themata* are; quanta vs continuum, atomism vs organicism, wave vs particle, field vs action-at-a-

¹⁹⁰ The quotation from Kuhn used to support the statement in the last quote was from a later work by Kuhn, which was published in Kuhn's (1977) book, *The Essential Tension*.

¹⁹¹ This view is also supported by the fact that atomism or the mechanical philosophy, which laid the foundations for modern science/physics in the 17th century was devoid of empirical practice when it was first accepted. It was only later, when its belief was already well entrenched, that it bore empirical fruit in chemistry and physics.

distance etc. Here themata can be understood as 'icons' in relation to our earlier discussions. Such commitments do not have a totally 'rational' basis, but is a matter of archetypal preference. For example, Einstein's rejection of an indeterministic universe led him to reject the Copenhagen interpretation of quantum mechanics, and the desire to formulate a more deterministic physical theory.

5.0 Gellner on the Non-Entrenchment of Scientific Belief: A Reply to Gellner

Gellner (1974) in his assessment of the social and cultural role of scientific theories/models, has this to say:

Some traditions of thought in modern philosophy (in very broad sense) had supposed that certain substantive pieces of science were destined to acquire an 'entrenched' clause status comparable to the key religious dogmas of the past. Newtonian physics, for instance, was revered by many thinkers as the very paradigm of well-established, permanent truth. It is interesting to note when Newtonian physics was tumbled from this pedestal, virtually no tremors were noticed in the rest of the social fabric. Little or no entrenchment had in fact taken place, contrary to what philosophers had supposed. (Gellner 1974:166-67).

Gellner's remark above seems to suggest that the 'model as symbol' thesis is false. Science, it seems, has simply not taken over from traditional religion / world-views, the symbolic function of conferring 'cosmological meaning' to society. Gellner's observation however, I contend, does not necessarily imply the falsity of the view. The surprised 'non-entrenchment' of Newtonian Science can be understood as follows.

A scientific paradigm commands 'emotional commitment' on the part of its adherents to the extent that it symbolises a certain "archetype" that the scientist identifies with. In the case of Newtonian Science such an "archetype" might be found in the notion of "absolute spaces" or "absolute time", and the programme of mechanical philosophy which it supports. Such "archetypal foundations" of Newtonian science have been explicitly challenged by Leibniz in the 17th century, and Ernst Mach in the 19th century, for instance. For there people, and

those who think like them, the dislodgement of Newtonian physics would be a welcome event.

Similarly, in other episodes in the history of science, for example, thermodynamics vs statistical mechanics, and especially the rise of quantum theory, there are significant “emotional attachments” to the foundational archetypes of the competing programmes/paradigms. The controversy surrounding quantum theory in the 1920s, especially late 1920s, testify to this. In fact, Einstein refuses to accept the ‘quantum view of the world’ to the very end, not so much on scientific grounds, but more because its ‘implied world-view’ is unpalatable to him. Given these historical facts, it cannot be claimed that no sector of society remained unaffected. At least as far as the physics community was concerned, there were indeed, significant tremors. However, if what Gellner meant was that there was no large-scale effect on society’s beliefs/world-view as a whole, then perhaps he is right. But this can be explained in term of the esoteric nature of scientific paradigm, and the ‘thinning out’ of its ‘emotional context’ as it is diffused out into the wider society. For eventually, the “masses” placed their reliance on the scientific authorities/experts, and accordingly whatever emotional upheaval that could or would occur will eventually be manifested within the scientific community itself and not amongst the laity. Later on, however when the wider society, especially its intellectuals or religious elites, come to know of the new theory, they will then be busily constructing meanings for their own special audience. In that sense major paradigm changes in science do create significant responses from society as a whole.

Another reason why the supersession of Newtonian physics by Einstein’s theories did not have such a major impact compared to the Copernican Revolution for example- is its lack of religious connotations, and the important fact that Newtonian mechanics is still used as a basis for engineering practice. So while it is intellectually dislodged, it remains visible in practice.

6.0 Handling the Discrepancy Between Belief and Practice

Given the close relationship between belief and practice, in relation to models, what happens when there is a 'mismatch' between the two? What happens for example. When a scientist accepts a model in terms of 'practice' but not 'belief', 'techne' but not 'episteme', or 'reference' but not in terms of its 'sense'? This can be most clearly seen in the case of the controversy over the Copernican model in the history of astronomy. Although the Copernican model can explain the astronomical data as well as the Ptolemaic model, if not better, yet it was rejected by Catholics who were committed to a scriptural understanding of physical reality. In this particular case, two options were open: (i) the articulation of an alternative model in the form of the Tychonic model to match the empirical scope of the Copernican model, and (ii) the formulation of an instrumentalist philosophy of science to interpret the epistemological status of the Copernican model. In fact this form of response became the prototype of future responses to such crises involving belief and action in relation to models. At the scientific level, the response is to create an alternative model or theory with an agreeable 'sense' to account for the 'reference'. At the philosophical level, the strategy is to articulate a non-realist philosophy of science to enable the adoption of the model in terms of practice, but withholding belief or an ontological commitment to the model because of its disagreeable 'sense'.

7.0 Conclusion

Models therefore, serve a dual role; a scientific role and a cultural role. In its scientific role, it acts as a 'paradigm' that guides scientific research as well as function as a focal point for group identity and allegiance. In its cultural role it serves as a 'symbol' initially for the scientific community that first creates it, and eventually diffusing to the rest of society. However, as 'symbol' it becomes problematic for those who do not accept its symbolism- for example, the case of the reception of the Copernican model by the Roman Catholic Church in the 17th

century. In the event of such a clash, two options are open, namely: (i) the attempt to create an alternative model with a congenial symbolism, and (ii) a philosophical re-interpretation of models in non-realist terms. In this way the tension between 'belief' and 'practice' is resolved, enabling practice to continue by practitioners of different persuasions. However, contrary to Rouse's interpretation, which privileges 'practice' over 'belief' in his account of paradigms/ models, I suggest that practice has to come to terms with belief to ensure its functionality. And contrary to Gellner, I maintain that scientific models/ paradigms do play a cultural role, being strongest within the scientific community and diffusing as it spreads throughout the rest of society.

The account of models which I proposed, presented models as having two main aspects, i.e. the 'symbolic' and the 'functional'. I then tried to show how both aspects play a role in making models as a source of social cohesion and group identity—drawing parallels between Kuhn's account of paradigms/models and Durkheim's theory of collective representation and social cohesion. I then referred to the writings of Joseph Rouse (2003) and Ernest Gellner (1974) which posed certain problems to my sociological account of models, and tried to answer them. Having dealt with those problems, I then turned my attention to another problem, this time implicit in the account which I myself gave. This relates to the question of what happens when there is a discrepancy, or even conflict, between 'belief' and 'practice' with regard to a model or theory. By 'belief', I here mean an ontological commitment to the model or theory and not in the sense of Arthur Fine's (1991) Natural Ontological Attitude (NOA) in which acceptance is based on practice, and not some deeper belief. I suggest that the discrepancy or tension is resolved by two means, i.e. (i) the attempted formulation of an alternative model or theory which is congenial to one's belief, and (ii) a philosophical re-interpretation of the model or theory in non-realist terms. However, this does not imply that – as suggested by Joseph Rouse (2003) – practice is independent of belief. Instead what I suggested is that practice was reconciled or negotiated with belief. Thus practice in a sense, does not tell the whole story.

References

- Archer, Margaret 1996. *Culture and Agency: The Place of Culture in Social Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fine, Arthur. 1991. The Natural Ontological Attitude. In *The Philosophy of Science*, edited by R. Boyd, Gasper, Philip, and J.D. Trout. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Geach, Peter and Max Black, ed. 1966. *Translations from the Philosophical Writings of Gottlob Frege*. Oxford: Basil Blackwell.
- Gellner, Ernest. 1974. *Legitimation of belief*. London ; New York: Cambridge University Press.
- Giere, R. 2004. How Models Are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science* 71:742-752.
- Holton, G. 1973. *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Hutchison, Keith. 1987. Towards a Political Iconology of the Copernican Revolution. In *Astrology, Science and Society: Historical Essays*, edited by P. Curry. Suffolk: Boydell Press.
- Jacob, Margaret C., and Larry Stewart. 2004. *Practical Matter: Newton's Science in the Service of Industry and Empire, 1687–1851*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Kuhn, Thomas. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, Thomas. 1977. *The Essential Tension*. Chicago: University of Chicago Press.
- Nersessian, Nancy J. 2006. Model-Based Reasoning in Distributed Cognitive Systems. *Philosophy of Science* 73:699-709.

- Rouse, Joseph. 2003. Kuhn's Philosophy of Scientific Practice. In *Thomas Kuhn*, edited by T. Nickles. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sarkar, Sahotra, and Jessica Pfeifer, ed. 2006. *The Philosophy of Science: An Encyclopedia*. Vol. 2. New York Routledge.
- Sperber, Dan. 1980. Is Symbolic Thought Prerational? In *Symbol as Sense: New Approaches to the Analysis of Meaning*, edited by M. L. Foster, and Brandes, Stanley H. New York: Academic Press.

L'ÉVICTION DE SENS PAR LA FORMALISATION, RELECTURE DE COURNOT ET DE LACAN

Nicolas Bouleau
(Ecole des Ponts ParisTech)

Résumé

C'est à propos de l'application concrète du principe d'induction, qui nous rend capables de deviner une régularité dans les phénomènes observés, qu'Augustin Cournot découvrit l'incompatibilité entre le sens et le hasard. Ils apparaissent comme deux liquides non miscibles, c'est ce qu'on doit appeler le principe d'exclusion de Cournot. Nous étudions ici comment cette idée éclaire la question philosophique de l'opération de mathématisation dont la place est si importante dans la science. Elle conduit souvent à des excès. En finance actuellement c'est incontestable. En sciences humaine et sociales elle était au cœur du débat sur le structuralisme. Et elle reste comme une étrangeté dans l'œuvre philosophique de Jacques Lacan qui utilise des mathèmes pour s'exprimer sur le psychique. Nous pensons trouver dans ce parcours des raisons de penser que la mathématisation est une éviction du sens, en particulier en matière de représentation des risques, elle efface la variété des interprétations.

ملخص

يهدف هذا البحث إلى التطبيق الملموس لمبدأ الاستقرار الذي يجعلنا قادرين على تخمين الانتظام في الظواهر التي نقوم بملاحظتها، و الذي اكتشف فيه أوجستين كورنو عدم التوافق بين المعنى و الصدفة. هما يظهران كسائلين غير قابلين للامتزاج، و هذا ما يجب أن نسميه مبدأ الاستبعاد لكورنو. و سندرس هنا كيف تلقي هذه الفكرة الضوء على السؤال الفلسفي الخاص بعملية الترييض و التي لها منزلة جدّ هامة في العلم. و هي تقود عادة الى التزيّد. و هذا في العلوم المالية غير قابل للجدل. في العلوم الإنسانية و الإجتماعية كانت هذه القضية في قلب النقاش حول البنيوية. كما تطلّ في وضع غريب داخل أعمال جاك لكان الفلسفية الذي يستعمل الترييض للتعبير عمّا هو نفساني. و نرى أنه بإمكاننا داخل هذا المسار إيجاد أسباب للنظر إلى عملية الترييض على أنها إقصاء للمعنى، و أنها تطمس في مجال تمثّل المخاطر على وجه الخصوص تعدّد التفسيرات.

Abstract

It is for the purpose of the concrete application of the principle of induction, which enables us to guess the regularities in the observed phenomena, in which Augustin Cournot discovered the incompatibility between meaning and chance. They appear as two immiscible liquids, this is what we should call the principle of exclusion of Cournot. We examine here how this idea illuminates the philosophical question of the operation of mathematics that is so important in science. It often leads to excess. Such a view currently in finance is indisputable. In human social sciences,

it was at the heart of the debate on structuralism. And it remains as strangeness in the philosophical work of Jacques lacan who uses mathematization to express the psychic. We think we find in this rout reasons to think that that mathematization is an eviction of the meaning, particularity risk representation, it blurs the variety of interpretations.

Durant longtemps on a utilisé, notamment dans l'armée française pour les tests de QI, l'exercice consistant à trouver le prolongement d'une séquence de quelques nombres entiers. Il n'est pas difficile de voir que cette question est parfois ambiguë, et un peu plus de réflexion montre qu'elle a, en fait, toujours plusieurs solutions et même qu'elle n'a pas, en toute rigueur, de réponse erronée. Visiblement les instructeurs n'avaient pas lu Cournot. On doit en effet à Antoine Augustin Cournot d'avoir le premier mis le doigt sur ce phénomène et su en tirer un fil philosophique aux conséquences épistémologiques capitales. Ces petits tests sont les paradigmes les plus élémentaires de l'opération de mathématisation. Par des procédés et critères plus ou moins explicites de simplicité et d'usage, on induit une loi mathématique sous-jacente qui résume la situation et en rend compte.

Exclusion mutuelle du hasard et du sens

Lorsqu'on représente une famille d'éventualités par un couple de notions mathématiques : (loi de probabilité, fonction de coût ou enjeu) l'opération devient plus complexe, et ouvre immédiatement la possibilité d'appliquer tout le langage des probabilités avec, dans le cas de la finance, les raffinements très élaborés du calcul stochastique. Mais elle relève pour une large part du même paradigme, en particulier par le trait typique qu'on a figé la relation de la loi scientifique à la réalité sur la base d'une interprétation seulement.

Le cas des risques financiers est instructif, la mathématisation y va très loin. On doit distinguer trois niveaux. a) *La couverture des options sur actions ou devises*. La partie intersubjective des risques est alors essentiellement l'agitation des cours qui est bien représentée par les mathématiques du calcul stochastique. b) *Les taux d'intérêt et la structure par termes* où la théorie de l'arbitrage s'applique aussi. c) *Le marché des créances et la titrisation*. A ce niveau la mathématisation est la plus ambitieuse, c'est une interprétation de l'avenir possible d'une entreprise ou d'un ménage qui est traduite en nombres.

L'échange de dossiers risqués entre établissements bancaires nécessite, pour que les transactions puissent se faire, une quantification des risques. Mais cela encapsule les risques dans une représentation mathématique et aboutit à évincer du sens.

C'est Cournot (1801-1877), mathématicien et économiste qui pointa le premier ce problème philosophique. Dans le dernier chapitre de son *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* (1843), il prend du recul par rapport à son collègue Poisson sur sa façon de parler du hasard : "*Supposons, écrit-il, que dix points déterminés sur une surface plane, par des observations se trouvent appartenir à une circonférence de cercle: on n'hésitera pas à admettre que cette coïncidence n'a rien de fortuit, qu'elle indique une loi d'après laquelle les points observés et ceux déterminés ultérieurement, dans les mêmes circonstances, doivent effectivement appartenir à une ligne circulaire.*

Si les dix points s'écartaient fort peu, les uns dans un sens les autres dans l'autre, d'un cercle, on attribuera les écarts à des erreurs d'observation, plutôt que d'abandonner la loi. [...] Au lieu de tomber sur un cercle, les points pourraient être situés sur une ellipse, sur une parabole, sur une infinité de courbes différentes, [...]

La probabilité que la détermination des points observés s'opère sous l'influence de causes régulières dépendra donc de la simplicité qu'on attribuera à la courbe qui les relie, exactement ou à peu près. Or, incontestablement, toute classification des lignes sous ce rapport n'est qu'artificielle [...] Une parabole peut être réputée, à certains égards, plus simple que le cercle. [...] une spirale peut être en un sens regardée comme plus propre à exprimer une loi de la nature, dans certains phénomènes, que les courbes algébriques. [...]

Lors donc que le sentiment de simplicité d'une courbe observée entraîne un jugement de probabilité, cette probabilité n'est nullement exprimable en nombres, à la manière de celles qui résultent de l'énumération des cas favorables ou défavorables parmi les cas possibles."

Il y a donc deux catégories conceptuelles. D'un côté ce qui relève des probabilités quantifiables, où le sens n'intervient pas. De l'autre une présomption de régularité, non quantifiable. Cournot veut insister sur le caractère hypothétique de l'interprétation il propose, par opposition à "probabilité mathématique", le concept de "probabilité philosophique".

"Indépendamment des probabilités mathématiques, poursuit-il, il y a des probabilités non réductibles à une énumération de chances, qui motivent pour nous une foule de jugements et même les jugements les plus importants qui tiennent principalement à l'idée que nous avons de la simplicité des lois de la nature et qu'on pourrait qualifier de probabilités philosophiques. Le sentiment confus de ces probabilités existe chez tous les hommes raisonnables ...

Mais, de ce que les géomètres n'ont point à s'occuper de telles probabilités qui résistent à l'application du calcul, il faut se garder de conclure qu'elles doivent être réputées sans valeur aux yeux des philosophes. Loin de là, toute la critique de la connaissance humaine, en dehors de la voie étroite des déductions logiques repose sur des probabilités de cette nature, [...] Le géomètre lui-même n'est le plus souvent guidé dans l'investigation de vérités nouvelles que par des telles probabilités."

Le hasard et le sens se présentent comme deux liquides non miscibles. C'est une expérience de pensée intéressante de tenter de franchir l'interface successivement dans chacune des deux directions.

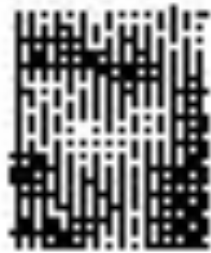


Fig.1. S'agit-il d'une toile de Mondrian ? D'un tirage au hasard ? On peut considérer ce diagramme durant des heures, indéfiniment, sans percevoir qu'il est issu d'une forme signifiante (cf. l'image finale de l'article). En retour, une fois cette interprétation perçue, l'innocence de notre perception initiale est définitivement perdue.

Partant d'une situation apparemment au hasard par exemple un embrouillamini de lignes, s'il s'avère qu'on y découvre une forme signifiante, un visage ou un texte, le principe d'exclusion de Cournot s'appliquera et la

présence de cette structure va chasser l'hypothèse aléatoire. Au point que nous devenons incapables de voir la figure sans la forme, dans l'ingénuité initiale.

Le passage dans l'autre sens qui consiste à effacer le sens grâce au hasard se trouve particulièrement bien illustré par l'histoire de l'art.

En architecture, il est une rupture qu'on peut situer précisément entre le Jugend Styl de la Vienne de la fin du 19ème siècle et le mouvement moderne du début du 20ème siècle (De Stijl en Hollande et Art Nouveau). La question qui se pose à Le Corbusier, J.J.P. Oud, Dudoc, Rietveld, etc., est de casser la permanence des styles : échapper à une lecture signifiante de l'architecture (comme le classicisme avec ses frontons, pilastres, corniches, etc.) sans adopter un nouveau style qui viendrait succéder aux styles Renaissance, baroque, etc.¹⁹²

L'architecte Bruno Zevi, théoricien du modernisme, écrit : "La symétrie est un invariant du classicisme, donc la dissymétrie est un invariant du modernisme". A la question "Où placer une fenêtre, une porte, en dehors des symétries ?" il répond : "N'importe où ailleurs"¹⁹³. Le hasard efface le sens. On peut même dire qu'il n'y a que le hasard qui ait cette vertu, toutes les autres façons d'organiser sont signifiantes.

Plusieurs compositeurs d'avant-garde, Xenakis, Stockhausen, Schoenberg, ont rencontré une problématique similaire pour échapper à l'harmonie tonale de la musique classique. *"L'art, et surtout la musique, écrit Xenakis, a bien une fonction fondamentale qui est de catalyser la sublimation [...] La première tâche est celle de faire abstraction de toutes les conventions héritées [...] La gamme majeure impliquant la hiérarchie des valeurs tonales (tonique-dominante-sous-dominante), autour desquelles gravitent les autres tons, structure ainsi la musique polyphonique classique.*

*La contradiction inhérente à la musique polyphonique, de plus en plus compliquée, disparaîtra lorsque l'indépendance des sons sera totale. [...] Il en résulte l'introduction de la notion de probabilité, qui implique le calcul combinatoire".*¹⁹⁴

¹⁹² Voir le programme tracé dans *Vers une architecture* par le Corbusier en 1923.

¹⁹³ B. Zevi, *Langage moderne de l'architecture*, Bordas 1981, trad. de *Il linguaggio moderno dell'architettura*, Einaudi, Turin 1973.

¹⁹⁴ Iannis Xenakis, *Kéleutha, Ecrits*, L'Arche 1994.

Evidemment les modernes n'ont pas arrêté le temps, et il est une histoire inattendue, mais qui nous entraînerait trop loin, de voir comment architectes et musiciens ont appréhendé, du coup, l'après-modernisme.

Le dilemme structuraliste

Ce qui fait sens, les mythes, les usages, les relations sociales, est d'abord ce dont on parle, ce qui est du domaine de la langue ordinaire. Le passage à un autre code revient à tenter de faire fonctionner celui-ci comme un langage, donc à s'inspirer de la langue elle-même parlée ou écrite. Aussi la linguistique et la phonologie furent-elles génériques de l'approche structurale des sciences humaines qui vint si brillamment éclairer l'anthropologie, l'histoire, la littérature, la grammaire, le marxisme, etc., avec Lévi-Strauss, Dumézil, Foucault, Barthes, Chomsky, Althusser, etc., ainsi que la psychanalyse avec Lacan.

Cette démarche, en représentant ce qui change par quelque chose de fixe, le sens des récits imprégnés de leur contexte historique et social par des schèmes formels, est-elle capable de construire des référentiels comme font, dans les sciences physiques, la cinématique et la mécanique ? Le cas de la psychanalyse est *a priori* étrange puisque la pratique de la cure y prend en compte les particularités du vécu affectif dans sa spécificité. D'autant plus que Lacan considère que l'inconscient, notre insu, est source véritable de notre créativité. Il semble se donner l'objectif de rendre compte de cette fécondité, au moins partiellement, par celle d'une symbolique formelle : "Si l'on peut qualifier mon discours de structuraliste en dépit des réserves que vous savez que je fais sur ces épinglages philosophiques, c'est pour autant qu'il démontre le rapport qu'il y a entre ce que permet d'édifier une logique rigoureuse et ce qui, d'autre part, nous est montré dans l'inconscient de certains défauts irréductibles d'articulation d'où procède l'effort même qui témoigne du désir de savoir"¹⁹⁵. Ce projet apparaît pourtant incompatible avec sa théorie de la connaissance qui dénonce tout déterminisme et rejette la notion de vérité scientifique comme cause explicative en restaurant la place du sujet. Pour Lacan il n'existe pas d'entité supérieure qui détiendrait le savoir du réel de demain ainsi qu'il le dit

¹⁹⁵ *Séminaire*, 30 avril 1969.

comme un slogan : "Tant que *le-sujet-supposé-savoir-avant-que-nous-sachions* n'aura pas été mis en question de la façon la plus sérieuse, on pourra dire que toute notre démarche restera accrochée à ce qui est un facteur de résistance dans une pensée qui ne s'en détache pas"¹⁹⁶.

Quelques mathèmes de Lacan	
<i>symbolismes</i>	<i>éléments de contexte</i>
$\frac{S}{s}$	signifiant sur signifié
$f(S \dots S') \cong S(-)s$	métonymie
$\frac{S}{S'} \cdot \frac{S'}{x} \rightarrow S(\frac{1}{s})$	métaphore
$(\mathcal{S} \diamond a)$	algorithme du fantasme
$A(\varphi)$	le désir de la femme
$\Phi(a)$	le désir mâle
$\frac{S \rightarrow S_q}{s(S_1, S_2, \dots S_n)}$	le supposé par le sujet
	un des quatre discours,
$\frac{S_2 \rightarrow a}{S_1 \quad \mathcal{S}}$	celui de l'Université
	S_1 signifiant maître, S_2 le savoir, S le sujet, a plus-de-jour ou objet du désir

Aussi bien devant ce savoir en mouvance innovante, comment peut-il s'engager dans un programme de représentation algébrique de l'inconscient qui risque de graver les idées comme dans le marbre ? Sa réponse est d'abord que

¹⁹⁶ *Ibid.*

cette formalisation est, par nature, pluraliste, donc tolérante : "Le propre d'une algèbre c'est de pouvoir avoir diverses interprétations". Corrélativement les mathèmes permettent au psychanalyste de prendre du recul par rapport au sens, intense, du récit qu'il écoute : "Qu'est-ce qu'une algèbre ? — si ce n'est quelque chose de très simple qui est destiné à faire passer dans le maniement, à l'état mécanique, sans que vous ayez à le comprendre, quelque chose de très compliqué. Cela vaut beaucoup mieux ainsi, on me l'a toujours dit en mathématiques. Il suffit que l'algèbre soit correctement construite"¹⁹⁷. Lacan déplace ce que "penser" veut dire du premier horizon du langage, la langue maternelle, au second horizon, les mathématiques :

*"Je ne vois pas pourquoi on irait mettre un quelconque accent de noblesse sur le fait de penser. A quoi est-ce qu'on pense ? Aux choses dont on n'est absolument pas maître, qu'il faut tourner, tourner, soixante-six fois dans le même sens avant de réussir à comprendre. C'est ça qu'on peut appeler la pensée. Cogitant j'agite, je trifouille. Ça ne commence à devenir intéressant que quand c'est responsable, à savoir que ça apporte une solution, autant que possible formalisée. Tant que ça n'aboutit pas à une formule, à une formalisation, et autant que possible mathématique, on n'en voit pas l'intérêt ni la noblesse. On ne voit pas ce qui mériterait qu'on s'y arrête."*¹⁹⁸

C'est toute la force du symbolique et de sa combinatoire qui est ici appréciée et recherchée. Notons toutefois que Lacan, n'étant pas lui-même mathématicien, prend les mathématiques comme étant là, avec leurs obscurités. Si on se reporte au passage suivant du *Séminaire* : "[le] discours mathématique, dont, de l'aveu des logiciens les plus qualifiés, ce qui le caractérise, c'est qu'il se peut qu'en tel ou tel de ses points, nous ne puissions plus lui donner aucun sens, ce qui ne l'empêche pas précisément d'être, de tous les discours, celui qui se développe avec le plus de rigueur"¹⁹⁹, on voit que Lacan ne considère pas les mathématiques comme le font les mathématiciens, c'est-à-dire chargées de significations issues des autres sciences et d'idées illuminatrices du passé, significations avec lesquelles ils les manient, les conduisent et qu'ils tentent d'enrichir. Véritablement, elles ne peuvent donner l'impression de n'avoir aucun

¹⁹⁷ *Séminaire* 12 décembre 1962.

¹⁹⁸ *Mon enseignement, sa nature et ses fins*, Bordeaux, 20 avril 1968.

¹⁹⁹ 17 février 1971.

sens que si elles se confondent avec ce qu'on appelle le formalisme²⁰⁰. C'est la position commune que retient Lacan celle de celui qui trouve les mathématiques faites, à disposition. Cela s'accorde avec sa définition du réel : "L'idée même de réel comporte l'exclusion de tout sens. Ça n'est que pour autant que le réel est vidé de tout sens que nous pouvons un peu l'appréhender"²⁰¹.

Notons que ce problème se pose de façon aiguë également pour une autre science humaine qui utilise la mathématisation, à savoir l'économie. Dans une large mesure ses représentations sont d'autant plus convaincantes qu'elles sont plus simples et restent au niveau de schémas de principe. Mais on est incapable de tracer une frontière en deçà de laquelle cette discipline devrait rester confinée. Cela touche un problème très actuel.

Archéologie du hasard

La césure entre le sens et le hasard n'a pas toujours été perçue comme nous la ressentons aujourd'hui. L'histoire des concepts permet de mettre en perspective les difficultés actuelles en matière de risques.

Pour les anciens Grecs la division principale se situait entre ce qui est nécessaire et ce qui provient d'une volonté, c'est-à-dire entre ce qui est spontané (*automaton*) et ce qui est intentionnel voulu par l'homme ou par les Dieux, champ très large si l'on pense que toute la nature, habitée de divinités, avait ses fins. Le hasard moderne, curieusement, n'avait pas encore droit de cité, et ce qu'ils désignaient par *tyche*, que l'on peut rendre par fortune, concernait les cas où un être doué de pensée libre²⁰² rencontrait une situation soit favorable soit défavorable étrangère aux objectifs qu'il poursuivait.

L'introduction, en dehors de ce qui est intentionnel, d'une catégorie de phénomènes non nécessaires est largement due à Cicéron. C'est le principal objet de son traité *De divinatio*. Lui-même membre de la confrérie des augures mais ne croyant pas aux auspices ni aux haruspices et contestant les dons de l'oracle de Delphes très consulté encore à l'époque romaine, Cicéron par un

²⁰⁰ Voir ma discussion du rôle de l'inconscient chez Poincaré et le formalisme de Russell dans *La règle, le compas et le divan*, Seuil 2008,

²⁰¹ 8 mars 1977.

²⁰² Cette liberté est une condition importante au point qu'Aristote écrit qu'un enfant n'est pas concerné par la fortune (*tyche*) puisqu'il n'a pas de préférences libres ni de réflexion dans ses actions (*Physique* Livre II chapitre VI.)

dialogue avec son frère Quintus, qui représente l'opinion courante, procède à une sorte de désenchantement partiel du monde. Les arguments tournent tous autour des événements rares. Et celui qu'il place finalement au centre de sa plaidoirie est de souligner notre faculté interprétative, qui nous fait voir si facilement des lions ou des centaures dans les formes changeantes des nuages alors qu'elles ne sont l'intention de personne. Une place philosophique est dégagée qui n'a pas encore de nom propre et qui peut être rendue par le terme moderne de *fortuit* (à condition de le séparer de l'idée de fortune), nous allons y revenir dans un instant.

Au Moyen Âge, à l'époque de la scholastique, la situation laissée par Aristote trace une division qui reste au cœur des débats théologiques. Ils concernent la question de savoir s'il y a un nécessaire en dehors de la volonté divine et si celle-ci pourrait ou non le modifier. La logique aristotélicienne, et la science, largement référée à Aristote elle aussi, sont pensées comme conçues par le Créateur. Ceci ne pose pas trop de problèmes tant que la science ne se développe pas par elle-même, mais sera battu en brèche dès la Renaissance en particulier avec Galilée. Quant à la distinction tracée par Cicéron, concernant le fortuit non-intentionnel, elle réapparaît lors de la Réforme autour des discussions sur la grâce, la responsabilité et le pardon.

La notion moderne de hasard naît au dix-septième siècle avec Pascal et Fermat et la mathématisation des jeux de cartes et de dés. C'est bien le calcul qui légitime la présence d'un arbitraire absolu. Les Anciens jouaient aux dés, mais la pratique de ces jeux ne constitue jamais une réfutation claire de forces intentionnelles cachées et de la bonne ou mauvaise fortune des joueurs. Le terme hasard lui-même, qui vient de l'arabe, désigne à l'origine un jeu. "On voit par l'histoire, écrit Littré, que le sens primitif de *hasard* est un certain jeu de dés, de sorte que c'est le hasard jeu de dés qui a dénommé *le hasard*, chance, événement fortuit, et non l'événement fortuit qui a dénommé les jeux qui se jouent sans calcul". Le calcul est la rupture philosophique majeure. Il se développera jusqu'aux très hauts sommets mathématiques que l'on connaît aujourd'hui.

Concernant les situations à risque dans une phase pré-mathématique, il est intéressant de noter que la catégorie de fortuit, forme primitive, inachevée ou incomplète du concept de hasard, conserve aujourd'hui toute sa pertinence. Est fortuit quelque chose, un événement, un phénomène (produit soit par une

logique propre, soit par un mécanisme, soit par le hasard, ou encore sans que nous sachions par quoi) et qui vient prendre une forme, une place, un caractère *au sein d'un ensemble* dont il devient un élément particulier plutôt qu'un autre.

Ainsi pouvons-nous dire que le soleil d'Austerlitz était un événement fortuit, aussi bien que la découverte de la pénicilline par Fleming, le fait que la glace soit plus légère que l'eau, que le zéro absolu soit à $-273,15^{\circ}\text{C}$, que le nez de Cléopâtre eût exactement la longueur qu'il avait, que la vitesse de la lumière et autres constantes fondamentales aient précisément les valeurs qu'on a mesuré. Mais également le fait que le rapport de la circonférence du cercle à son diamètre soit de $3,1415926535\dots$ ou que la somme de la série $1+(1/2)^2+(1/3)^2+\dots$ soit égale à $\pi^2/6$, ou encore que le triangle de côtés 5, 12, 13 soit rectangle. La présence d'une explication n'efface le caractère fortuit que *s'il n'y a pas* la possibilité d'imaginer un univers où le résultat serait différent. Or en mathématiques, nous avons le plus souvent des espaces abstraits où les choses similaires s'organisent différemment.

La catégorie du fortuit est plus vaste que celle de hasard et moins coupée des significations. Elle permet parfois d'établir, pour des configurations particulières qui sont simplement 'comme ça', des accrochages sémantiques. C'est-à-dire des repères dans nos usages et habitudes qui "fournissent" ce singulier-là. Il s'agit pour cela de trouver un trajet signifiant qui aboutisse au même résultat. Ce sont les moyens mnémotechniques (que j'aime à faire connaître un nombre utile aux sages...).

La question de savoir si, sur l'ensemble au sein duquel tel particulier apparaît fortuit, une source de hasard existe qui fait que ce cas précis pourrait être le résultat d'un tirage, est une question ultérieure, plus savante, qui vient certes souvent à l'esprit mais qu'on doit séparer.

Aujourd'hui, la coupure entre ce que nous comprenons du monde qui nous entoure que nous appréhendons par le langage et les représentations mathématiques aléatoires s'est creusée parce que ces dernières se sont extraordinairement développées. Elles prolifèrent selon des lois qui leurs sont propres. Revenons sur le cas des mathématiques financières. Elles sont pratiquées comme si elles faisaient partie intégrante des mathématiques, en y injectant un grand nombre d'interprétations tirées des mathématiques pures, autour de notions qui ont été étudiées pour elles-mêmes, parfois très abstraites (typiquement : mouvement brownien, martingales, intégrale stochastique,

équations différentielles stochastiques, processus de Lévy, calcul de Malliavin, processus affines, champ moyen, etc.). C'est éclairant et vivant comme toute interprétation nouvelle de la complexité. Mais cela entre en conflit avec d'autres interprétations, changeantes elles aussi, issues de nouvelles lectures de la vie économique. La dislocation se situe précisément à propos des risques, comme cela apparaissait clairement lors de la crise récente des subprimes, où la titrisation et le marché des dérivés de crédit reposait sur une mathématisation figée utilisant des notions savantes telles que "mesures cohérentes de risque", et où ne pouvait s'exprimer — pour de nombreuses raisons où les agences de notation eurent un rôle évident — la lecture naturelle qui résultait de la montée des prix immobiliers et de la décroissance de l'épargne des ménages aux Etats-Unis.

De notre fréquentation de Cournot et de Lacan, nous pouvons finalement poser la thèse suivante : *mathématiser les risques, c'est immobiliser le processus interprétatif et clore le recueil des données fortuites pour décrire un champ de possibles fixe, provisoirement non perturbé par la quête de compréhensions nouvelles.* Une grave erreur serait de prendre le résultat de cette mathématisation comme le domaine du rationnel.



Fig.5. Cournot, image dont est tirée celle du début de l'article.