

The Rhetoric of Science: Authority and Duty in an Article from the Exact Sciences

Bruno Latour

École des Mines de Paris

Paolo Fabbri

Bologna University

Translated by

Sarah Cummins

Université Laval

This paper, an important translation of a 1981 article published in French, is one of the earliest critical close readings of a scientific text, and one of the most revealing. The authors blend a continental literary-critical sense of rhetoric with a British epistemological sociology to examine a significant but typical scientific article. The analysis is noteworthy for its revelation of the deeply textual nature of science, for its treatment of authority as the right to assert, for its introduction of the notion of modalities with respect to scientific assertions (a concept that Latour and Woolgar's Laboratory Life would bring to wide currency), and for the general way in which it opens up scientific discourse to critical analysis. Also noteworthy is the brief postscript assembled by the original publishers to give voice to the umbrage the scientific authors took over Latour and Fabbri's analysis.*

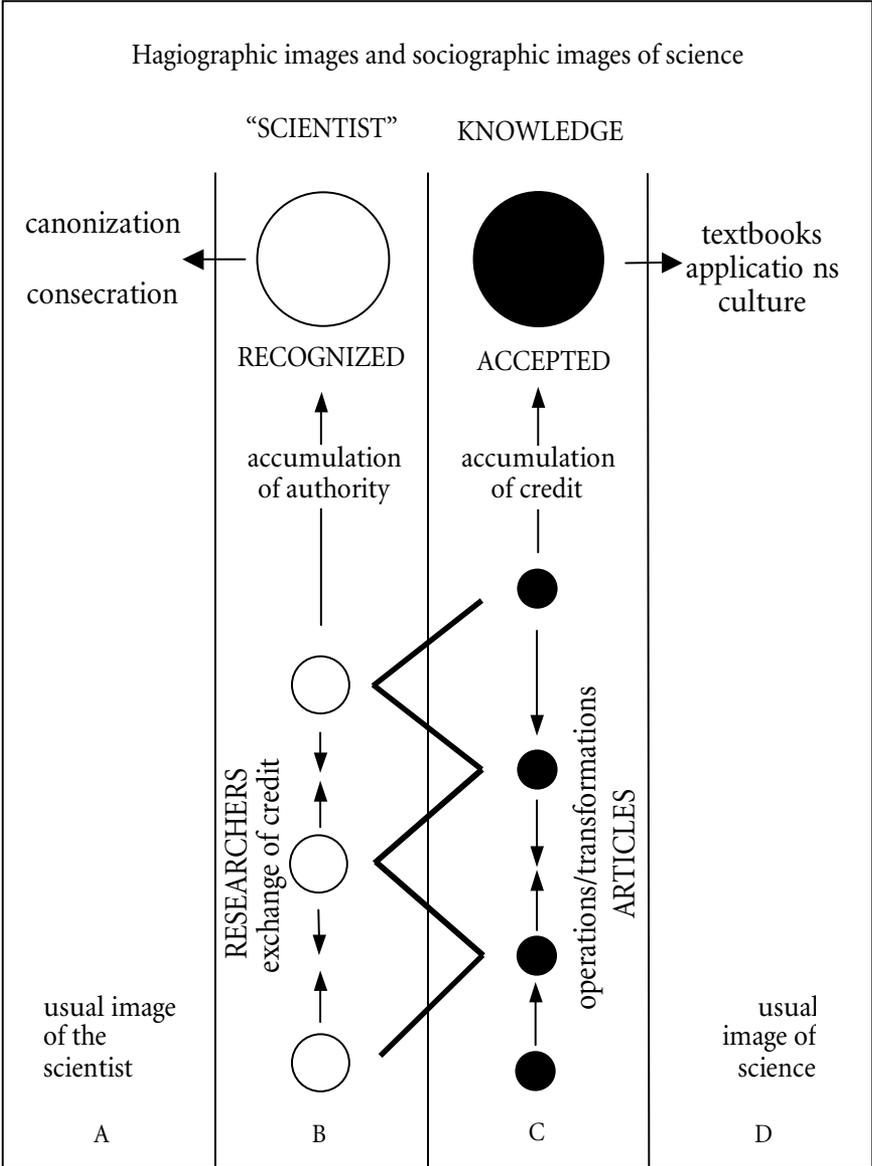
It is often said that science is “the set of true statements” (Wittgenstein) and that scientific style is characterized by impersonal statements such as “Substance A acts on substance B.” To define scientific style this way is to confuse science as it is presented in textbooks with the kind of scientific writing exchanged within the field. Rather than analysing scientific style in its popularized form, we prefer instead to go through, and lead readers through, an article situated at the “frontier” of a particular science. Our aim is not to propose a theory of scientific style but to encourage phi-

losophers and sociologists to analyse scientific texts as they are actually written. We have selected an article in neuroendocrinology, which appeared in 1962 in the *Comptes rendus* of the Paris Academy of Science**. This article was ideal for our purposes because it constitutes the main production of a laboratory whose primary product is articles (a group of ten Ph.D.'s produces 40 articles per year on average). One "popularizing" article is produced for forty "pioneering" articles. In addition to articles, the laboratory also produces informal communications between researchers, researchers and technicians trained in the laboratory, and substances which are sent to other researchers for study.

The analysis presented here is a cross between a study in the sociology of science and a semiological study. The sociology of science, particularly in the English-speaking world, has long used articles as the basic unit for calculating researchers' productivity and for defining the limits and measuring the growth of various disciplines.¹

Publications of the Institute for Scientific Information in Philadelphia provide material for numerous studies in the sociology of science, in particular the *Science Citation Index*, which lists annually the number of citations each article has received. A similar index exists for the social sciences. The review *Current Contents* publishes a weekly summary of this literature.

This diagram presents the four most common approaches to scientific literature. For practical reasons, which will be explained elsewhere, scientific knowledge can be considered as a network of articles that influence one another through the intermediary of scientists (column C). But it is also possible (as shown in column B) to consider that scientists influence one another through the intermediary of articles, thereby obtaining recognition. In this view, articles engender other articles and researchers exchange only prestige. These are the two paths taken by the sociology of science. They differ from the usual analysis that sees Science as being made up of either Scientists (when there are only authors) or Knowledge (when there are only networks of articles). Columns A and D summarize these two ways in which scientific activity is subsumed either in individuals or in productions. In this article, our approach is of course different from the two common analyses, but also differs from the two paths taken up until now by the sociology of science, because we consider both the strategies of authors and the interactions among texts (the zigzag line in the diagram).



In all of these studies only citations are considered, never the content of the articles and certainly not their style.² Semiotic analysis, for its part, does indeed study the forms of texts but the methods developed³ are not applied to texts of natural sciences, although some attempts have been made to apply them to discourse in the humanities.⁴ We were thus interested in using modern literary analysis to bring the sociology of science into the heart of scientific articles, and to thereby determine whether the literature of the exact sciences obeys general rules valid for all forms of literature.

Sociological markers

The article we present here, like all others, shows the signs of various elements whose influence the sociologist attempts to weigh. The text contains six markers that explicitly refer to the conditions under which it was produced. The keyword “ENDOCRINOLOGIE” / *endocrinology* allows the article to be slotted into various classification systems. However, the article belongs properly to neuroendocrinology, a 30-year-old discipline born of a cross between two others, which is not yet sufficiently well-established to have its own index in the *Comptes rendus*, although it has its own journals, university chairs, and conferences. In the text, the word “endocrinologie” marks the history through which disciplines are opened, become institutionalised, and establish their borders.⁵ The order of presentation of the four authors reflects the power relationships within the group; these relationships, of great interest to American sociologists, are a function of the microsociology of the research team.⁶

An asterisk refers the reader to the date “23 juillet 1962” / *July 23, 1962*, the date of the Académie des sciences session where the paper was presented.⁷ This date, which is different from the publication date, allows for the settlement of disputes about priority. Since at the frontier of a science there can exist no undated idea, the time lag between the date of reception and the date of publication of an article is an important factor when choosing a journal. The *Comptes rendus* are known for publishing within a few weeks. The “Note” — dated, titled, assigned, and indexed — is in addition “présenté par M. Robert Courier” / *presented by Mr. Robert Courier*. The Note had to go through this member of the academy in order to be read before the authors’ peers. Mr. Courier is among those — known in English as “gatekeepers” — who decide whether or not certain authors appear. Their power is often considerable. On page 5 of the article there are two other markers, referring respectively to the research fund and to the institution that made the research possible. The amount of money is not mentioned, but the grant number is. This number represents a complicated system under which the research group’s proposal was evaluated and accepted by a group

of peers, in this particular case both by officials in the U.S. department of health and, in France, by the Centre national de la recherche scientifique (national scientific research centre). The Collège de France is the institution that agreed to provide physical and administrative facilities to the group. But the space granted is a socialized space, which is in addition a rare commodity. Around this space there always forms a web of calculation and sometimes intrigue: Why did this researcher get so much space? Why is there access to this instrument? Why is this administrative facility provided?

Thus, even before reading the article, the sociologist of science finds a very rich object that makes explicit reference to a twin set of strategies: those of the author (selection of the discipline, the title, the timing, the journal) and those of institutions (selection of the gatekeeper, the funders, the laboratory). The article also implicitly refers to a whole set of conflicts that do not appear as such in the text. The production of this piece of knowledge stands at the intersection of all of these practices. If any one of the conditions were to vary, the article we have before us would be different.

Rhetoric and communication

In going through the text, we will be using several terms that are not yet in common usage; we define them briefly here. A distinction must be made between the “pragmatic” dimension of the text — by whom, for whom, and for what reasons it is written — and its strictly textual dimension. But within the text itself, a distinction must be made between the system of “enunciation” (*énonciation*), whereby the author chooses whether or not to introduce the pragmatic dimension, and the system of “assertions” (*énoncés*), which makes no reference to the author. In the following table, we list all the markers with which the author makes his own presence felt in the text. It can be seen that, contrary to what is commonly assumed, this text, while scientific, is not in the least impersonal. Among the assertions (*énoncés*) themselves, a distinction must be made between propositions and “modalizations” — that is, whatever may modify a proposition. Last, the term “anaphor” designates any reference to the text itself or to other texts.

The most striking feature of this text is obvious from skimming through it briefly: it is riddled with references. On page 5 of the Note are listed ten references that provide the *context* of the article. The first seven of these are previously published writings that the Note will discuss, and the last three are descriptions of methods that are referred to by a number: “préparé comme dans (8)” / *prepared as in (8)*, or “adaptée de la méthode de McKenzie (9)” / *adapted from McKenzie’s method (9)*. All of these references are to works outside the text, but other references operate within the text. For example, the whole of paragraph 5 is a reference to the table on page 3 of the text. The table itself refers to the figure on page 4. The table and the figure were produced

Enunciation and assertion (Énonciation et énoncés)**enunciation (enonciation)**

(The first number refers to the page number of the article reproduced here, and the second to the line number.)

1st person

nous montrons / we show 1, 6
 nous appellerons / we shall call 1, 8
 l'un de nous / one of us 1, 13 ses / his 1, 14
 notre point de vue / our point of view 1, 16
 nous utilisons / we use 1, 32
 nous utilisons / we use 2, 2
 nous avons montré / we have shown 2, 18
 nous parlerons donc / we shall thus speak 2, 43

3rd person

plusieurs auteurs / several authors 1, 12
 Reichlin 1, 15
 Les résultats de Schreiber / Schreiber's results 1, 18
 on prélève / literally, one takes 1, 29
 on a décrit / literally, one has described, 2, 37

modalisations

postuler / postulate 1, 2
 qui serait / which supposedly is 1, 3
 ont déjà dit / have already claimed 1, 12
 exprimé ses réserves / expressed reservations 1, 14
 les mêmes réserves / the same reservations 1, 15
 n'ont pas été réunies les conditions / the conditions were not assembled 1, 19
 sans préjuger / without prejudging 2, 44
 correspond certainement / definitely corresponds 5, 1
 probablement / probably 2, 13

assertions (énoncés)**active**

de nombreux résultats / many findings 1, 1
 une neurohumeur qui serait / a neurosecretion which is apparently 1, 3
 une substance qui répond / a substance meeting 1, 7
 la méthode a conduit / the method led 1, 10
 les réserves doivent s'appliquer / reservations must apply 1, 14
 la fraction agit / the fraction acts 1, 20
 la filtration se fait / filtration takes place 1, 28
 la zone correspond / the zone corresponds 2, 11
 l'activité persiste / the activity continues 2, 13
 elle correspond / it corresponds 2, 13
 elle correspond / it corresponds 2, 15
 fraction n'est plus active / fraction is no longer active 2, 18
 la réponse est identique / the response is identical 2, 19
 l'activité dépend / the activity depends 2, 20
 elle est stable / it is stable 2, 21
 l'hydrolyse ne détruit pas / hydrolysis does not destroy 2, 23
 l'injection donne / the injection results in 2, 25
 la fraction B ne produit pas / fraction B does not produce 2, 27
 les doses n'ont pas donné / the doses did not produce 2, 34
 la fraction B n'a pas / fraction B does not have 2, 36
 les activités correspondent / the activities correspond 2, 42
 la substance correspond / the substance corresponds 5, 1

passive

les résultats rapportés par / results reported by 1, 18
 un extrait préparé / an extract prepared 1, 25
 un extrait est repris / an extract is recovered 1, 26
 un extrait est appliqué / an extract is applied 1, 27
 une expérience est réalisée / an experiment is carried out 1, 30
 souris soumise / mouse subjected 1, 34
 les détails seront rapportés / the details will be reported 2, 4
 la vasopressine est mesurée / vasopressin is measured 2, 5
 deux zones sont retrouvées / two zones are again found 2, 29
 la fraction a été retrouvée / the fraction was again found 2, 29
 l'activité est localisée / activity is located 2, 32
 aucun effet n'a été trouvé / no effect was found 2, 38

in the laboratory using laboratory instruments. They are, in a sense, the symbolic writings of these instruments, and they make up the *infratext* upon which the demonstration will be built. By a third type of anaphor, paragraphs 1, 2 and 6 — which we will designate henceforth as “text A” — refer to paragraphs 3, 4, and 5 (“text B”). Thus, expressions such as “par cette Note nous montrons” / *in this Note we show* (page 1, line 5) and “les activités decrites plus haut” / *the activities described above* (2, 40) show that text A, which itself operates on the context, is established in reference to text B, which in turn is authorised by the *infratext*. The writings of the instruments make a transformation of the literature possible. Lastly, a fourth type of anaphor: the text itself is referenced in its entirety by the title and usually (although not in this case) by an abstract. The title or the abstract do not simply indicate or evoke the text, but are a concentration of all its information, a rare occurrence in the humanities and an impossibility in literature. The proliferation of references modifies the classic problem of the referent (by *referent* we mean simply that of which a given discourse speaks). In other literary practices, there is either a referent which is not textual or else there is no referent at all — as in fiction intended as such. In the article presented here, there is indeed a referent, but it consists of an accumulation of texts: the context upon which the article acts, the *infratext* upon which it is based, part B, upon which part A is based. It is as if the paper’s solidity — some might say its objectivity — stems from the correspondences established by interleaving each of these different layers of texts. Beneath the scientific text one finds not nature, but the literature of instruments.

The problem of the information transmitted

“Upstream” or “downstream” from the text we find not nature (the ultimate referent) but other texts that cite this one or that it cites. Other forms of writing either focus attention on a unique, irreplaceable object (this is the case with a novel or a poem) or transmit information (as with a textbook, a directory, etc.). This article, however, is by definition replaceable, because one must be able to build upon it. If this article is true, another article may refer to it in a half-sentence; if it is false, other articles may challenge it or it may be totally ignored.⁸ The article is not like a novel, but it is not like a telephone directory either. In fact, leaving aside paragraph 3, the amount of information transmitted by the article is quite small. The set of technical words — “diencephale” / *diencephalous*, “TRF”, “acétate de pyridinum” / *pyridinum acetate* — should not be construed as information, for these words designate precisely that which, for the small group of peers for whom the text is intended, is not called into question. This jargon may make the text obscure to uninformed readers but offers no new information to scientists.

What, then, is the new information transmitted by this text which would justify its five pages? The text does not transmit information; instead it acts. For five pages it seeks to convince. Convince of what? That an important shift, an important operation has been achieved in the literature. Convince whom? The group of peers, by definition the most difficult group to convince, for it is made up of people who are challenged by this achievement, this “victory.”

How will the text seek to convince? By means of other texts produced in the laboratory and “produced” here as evidence. Through analysis of this “victory” — the term is used here as in politics, sports, or games — we are able to penetrate the content of the article. The operation performed by the article is summarised in the title and explained in paragraph 1. In the first sentence, the speaker (i.e. the author or authors) is replaced by an impersonal (“de nombreux résultats” / *numerous findings*) which “ont conduit” / *have led* to the modalization of a proposition. The modalization is marked twice: first by the verb “postuler” / *postulate* and second by the use of the conditional (“qui serait” / *which is taken to be, which apparently is; literally, which would be*). The proposition could be translated into ordinary language: there exists in the hypothalamus a substance that controls secretion by the pituitary gland of the hormone TSH, which in turn regulates secretion of hormones by the thyroid.⁹ The action the text performs is seen in a twin transformation in the second sentence. Instead of an impersonal construction (“de nombreux résultats”) the speaker appears: “nous montrons” / *we show*; instead of modalization (“postuler l’existence d’une substance qui serait” / *postulate the existence of a substance which is taken to be*) there is an affirmation: “l’existence d’une substance qui correspond aux caractéristiques attendues” / *the existence of a substance that has the expected characteristics*. Through this twin transformation, a possibility under discussion takes on an indisputable existence. To understand this shift, it is necessary to grasp what is at stake. Over the previous 20 years a paradigm had been constructed, on the basis of physiological data, whereby the endocrine system, far from regulating itself (feedback) could be controlled by the nervous system via the hypothalamus. In the 60s this paradigm was not challenged. But since the implicit ontology of endocrinology is resolutely substantialist, a subparadigm had to be developed, postulating (as in Aristotle) the existence of homogeneous, specific, discrete substances. Until this article was published, neuroendocrinology had offered a chaos of findings, claims, evidence, and counter evidence, but no clearly identified substance. In contrast, this article — or more precisely, the group of articles surrounding it — constructs a clearly defined object; that is at least what it says it does and what it is recognised by other texts that cite it. Every text seeks to convince, but the scientific text achieves this effect by developing layers of texts consistent with one another which serve as mutual referents. Here, for example, bioassays,

the stages of purification, the rules of the procedure followed, the statistical analysis — all are in agreement. This agreement is a break from the disagreements that preceded it. Where before there were claims, now there exists an object. In order to grasp the importance of this shift, it must be understood that it took more than eight years, close to 100 articles, several million dollars, and a half-dozen people to move from this 1962 article, which demonstrates the existence of the substance, to a 1969 article in which its chemical formula is demonstrated (*Comptes rendus, Académie des sciences*, 1969, vol 269, December 9, 1969). The 1962 text reviews the paradigm, concentrates it into three words (“de nombreux résultats” / *numerous findings*) and one reference (“voir la récente revue de Bogdanove [1]” / *see the recent review by Bogdanove [1]*, p. 1, l. 5). This action makes the preceding field of argumentation obsolete. A new field is opened which can be called “isolation and characterisation of TRF.” When the chemical formula of this substance was established in 1969, all of the literature produced in the intervening eight years in turn became obsolete. All subsequent studies took this final paper as point of departure and opened new fields based on it. The field of discussion can be defined in strictly intertextual terms — that is, by a hundred or so papers that explicitly refer to one another and which are all subsumed in the latest one.

Detour via polemics

The position that the author wishes to take is already occupied. “Plusieurs auteurs ont déjà dit avoir mis en évidence et purifié la substance TRF” / *Several authors have already claimed to have identified and purified the substance TRF*, p. 1, l. 12). It will thus be necessary to dislodge these authors from their position, which commands the opening of the field of study. Battle is joined via a stylistic device (“ont dit avoir montré” / *claim to have shown*), which stands of course in contrast with “nous montrons” / *we show* in line 6. The same operation could have been performed more brutally or more delicately. In an American article there would have been a polite remark to the effect that findings of the two laboratories do not match up. At this level, professional and national customs, individual education, and the art of writing may intervene to modulate writing operations largely beyond the author’s control. Our study of operations cannot be reduced to a matter of individual style. It supports neither those who claim that scientific articles “have no style,” nor those who find that scientific articles display only an individual style. To adopt either one of these positions is to fail to distinguish among the writing strategies imposed by the state of knowledge attained, rhetoric imposed by the scientific community, and minor stylistic devices selected by the individual writer.

Next in the article come ten lines of combat — one could call it agonistic or polemical — in which Names-Articles (“Libert (6)”, “Reichlin (7)”), not persons, are called into question. The polemics of science obeys special rules; in this part, it consists in re-inserting modalizations into assertions (*énoncés*) that had claimed not to need them. The scientific assertion (*l'énoncé scientifique*), in fact, comes in two forms: the simple assertion (*énoncé simple*) and the modalized assertion (*énoncé modalisé*). It might be said that an assertion (*affirmation*) in the exact sciences is successful when it can appear naked, with no modalization, in the form “A is B.” Failure is to remain stuck in modalizations (“Some claim that A is B”).¹⁰ The harshest attack imaginable is therefore to derail a given assertion and force it back into the conditions of its production. Thus: “L’un de nous a exprimé ses réserves sur les conclusions de Shibuzawa et coll” / *One of us has expressed reservations about the conclusions of Shibuzawa et al.* (p. 1, l. 14); “N’ont pas été réunies toutes les conditions nécessaires pour affirmer que la fraction active de Schreiber et coll n’agit que...” / *There were not present all the conditions necessary to confirm that the active fraction of Schreiber et al. acts only...*, (p. 1, l. 19). Other Names-Articles are also summoned up to support the attack: “Reichlin (7) vient d’ailleurs de confirmer notre point de vue” / *Reichlin (7), moreover, has recently confirmed our point of view* (p. 1, l. 15). Instead of simple assertions (*énoncés simples*) — “TRF exists”, “A is B” — various types of modalisers are added, whether for an author — *X has said that “A is B”* — for an argument — *X’s conclusions leading to the statement that “A is B”* — or for a procedure — *in vitro experiments that allow X to conclude that “A is B.”* It is often claimed that scientific ideology is a type of theatrical performance that hides what goes on in the wings and offers the audience a theoretical process with neither plot nor characters. In fact, closer observation of actual scientific activity shows that this is not the ideology of scientists, but rather that of philosophers who wish to impose it on scientists. The scientific operation *par excellence* is not to conceal the conditions of production but to put them in the place of the performance that authors wish to put on. The results may be disastrous for a hurried author who is trying to free himself as quickly as possible from all these conditions. It is even possible to define the frontiers of a science as the place where opponents are constantly forcing assertions (*énoncés*) back into the experimental conditions under which they were produced. Any “cold” science, in contrast, is presented as a sequence of affirmations — at least until a new front is established, remobilising assertions (*mobiliser de nouveau les énoncés*) and revealing their true origin.¹¹

The right to assert and its prerequisites

The battle is fought over the right to assert (*droit de dire*) (that the active fraction is attributable to the substance TRF). What is at stake in this debate is therefore authority. *They* say they have isolated TRF but a close examination of their evidence reveals that they are not entitled to assert this. The Note, in total contrast, aims to convince the reader: before I might not have believed in the existence of the substance TRF; now I cannot but believe in it. Before I might have believed that Shibuzawa had isolated TRF; now I can no longer believe that. The transfer of authority is indissolubly professional and intellectual. Whoever is *able*, in the article, to *accumulate* sufficient *authority* to definitively *convince* others that he has indeed demonstrated the existence of the substance TRF wins the right to dominate the new field of study. The operation of convincing triggers recognition in the “souls” of one’s peers. In other words, the author will receive credit. This credit — marked quantitatively by citations (cf. Chubin & Moitra, 1975) — may, within the profession, be converted into a job and research funding, which when reinvested in the laboratory will make it possible to raise the stakes and take the substance farther. Although it would be premature to undertake a complete analysis of credit in the exact sciences, it can be seen that the right to assert (intellectual authority) entails the power to convince, which in turn, by means of the recognition it inspires, establishes a new (professional) right to assert (cf. Bourdieu 1976). These questions of entitlement are manifested at several points in our text by modalities which should not be present at all, if science were written in the way philosophers claim it is. For example, note “les réserves doivent s’appliquer” / *certain reservations must apply* (p.1, l. 15) and “toutes les conditions nécessaires n’ont pas été réunies” / *not all of the necessary conditions were assembled* (p. 1, l. 19), which contrast with the phrases of line 7, “qui correspondent aux caractéristiques attendues” / *which correspond to the expected characteristics* and line 43 on page 2, “qui correspondent aux caractéristiques hypothétiques attendues” / *which correspond to the expected hypothetical characteristics*. The entire text hinges on a point of entitlement; agreement or disagreement with this point confers or constitutes the authority to assert (*l’autorité de dire*).

Interestingly, the first author of the article had, in an earlier text, defined thirteen criteria that must be met in order to be able to conclude that a hypophysiotropic hormone had indeed been observed, and not an artifact. These thirteen criteria define the rules of the game, without which the preceding combat and the ensuing experimental edifice would be incomprehensible. A glance at this text from the *Journal de physiologie**** suffices to show the omnipresence of ethical modalities (which express the obligation to proceed in certain ways), such as “il faut”, “il faudrait” / *one*

must, “on doit s’attendre” / *it must be expected*. Nonetheless, this is not a legal text in which right is based on a higher law, a natural law, or a precedent. Each requisite is derived directly from a long series of experimental failures (ten years spent on CRF without producing a clearly defined substance), considered by someone who, to quote Nietzsche, wishes neither to deceive nor to be deceived. If we were to seek a political equivalent to this manifest, we would find it in the notion, dear to Stephen Toulmin, of the “coup d’état”, or even a settling of accounts with oneself or with others. In its 13 points, this text summarises the conditions of authority of the new field. If I *wish to know*, then I *must perform* the operations listed in 1 to 13, in order to *be able to assert* (*pouvoir dire*) (that A is B). Authority is the means whereby the wish to know is translated into discipline in one’s experiments. Rivals in the field of study do not really wish to know. Without great risk, they conclude from the paradigm that TRF *must* exist and that they actually see it. They live off the paradigm; they do not open up a new field. But if the desire to know is keen enough and if one wishes to go from TRF, a substance whose existence has been demonstrated (in the 1962 article), to TRF, a substance that is chemically identified (in the 1969 article), then one must be absolutely certain that the substance one has at the outset is TRF and *not something else*. The polemic against others is but the consequence of a polemic against oneself, and it is measured in the strength of one’s desire to know. In denying oneself the authority to assert (*ne s’autoriser pas à dire*) that one has identified TRF before meeting the 13 criteria, the authority of others is undone. The game is worth the candle, for the result is the creation of a new field of study over which one has incontestable authority.

The power to prove

So far we have studied first sociological markers, then references, and lastly the strategy of shifts in the literature that the article achieves. Now we will examine what makes this strategy possible. Paragraphs 3, 4, and 5 (part B) seem so “technical” that they appear irreducible to any sociological analysis. Leaving aside for the moment paragraph 4, which is simply a list of articles that have been published or are to appear, let us consider paragraph 5. If we superpose this paragraph on the list of 13 criteria, it becomes clear that each sentence *comes from* one of the criteria and *goes toward* part A of the text (paragraphs 1, 2, and 6), thereby making it possible. This part of the text is therefore no more “technical” than the first part. The author does not give us his experimental protocols and logbooks — far from it. Instead, he argues, but he does so by means of other texts. It thus appear impossible to distinguish supposedly “hard” data from “soft” hypotheses because, from the first, the

experimental procedure in its entirety has been a stratagem aimed at scoring a point in the battle to convince. Kudos to whoever can maintain, in an article of this kind, the philosophical difference between hypothesis and confirmation. If a difference is to be found, we must seek it either in military images — the difference between the front and the supply corps — or in gambling — the difference between a pile of chips that have been won and the bet that risks them all. To conclude from this that instruments are unnecessary and experiments are secondary is the admission that one has never fought a war and never gambled.

Paragraph 5 relates the tests to which hypothalamus extracts were put and which produced effects. These effects are almost always in the form of writing (diagrams, spectrograms, curves, photos) on writing surfaces. Paragraphs 3 and 4 describe on what kind of instruments and, in the bioassays, on what kind of “screen” the effects were recorded. Other articles describe exactly how the bioassays were done. Enormous effort was required to develop the screen upon which an image like that on page 4 could be drawn. A combination of manual dexterity, experimental creativity, and intelligence made it possible, for the first time, to capture a stable form on the instrument: this is the delayed peak on which the result of the TRF activity test is superimposed.

This is what explains the effect of paragraph 3 on a small group of readers. The number of hypothalimi is new and is clearly distinguished from the small quantities that had been used hitherto. The mention of pyridine and a “Sephadex G 25” column signals an innovative method. Similarly, in paragraph 4 the use of rats rather than mice is also a new element. The most important element for evaluating the credit of the preceding assertions (*affirmations*) is found here. In fact, every scientific account is preceded by an “instrumental” account — “instrumental” in the sense used in literary analysis — such as a description of the sword that will come into play in the hero’s glorious struggle. This account defines the conditions for earning credit. In the present case, the argument is strengthened by this single technical paragraph. In reading it, one knows that these new methods will ultimately support the assertions (*affirmations*). Nonetheless, this instrument story is not our concern here, because in paragraph 5 it is considered completed.

Page 3 of the article provides details of the tests that the purified fractions undergo inside the instrument. At the end of each test there is a number. Obviously, these tables do not provide raw results and do not retrace the ins and outs of the actual experiments. Instead, they contain numbers that have been “cleaned up” and are ready to be used at any time in the argumentation. Let us consider anew this accumulation of numbers, so characteristic of the scientific text. Page 3 summarises a lengthy experimental protocol by mobilising a few numbers. Paragraph 5 mobilises

the numbers of page 3, but concludes with a modalization rather than a number. Paragraph 1 in turn uses the modalizations of paragraph 5, but its outcome, far from being a modalization, is a victory in the literature.

This accumulation of texts may be summarised graphically. The instrumental accounts cover the Note; the list of the 13 criteria defines the authority. In the middle, the textual layers of our article are accumulated. Upstream there are the other papers that are transformed by the text's operation; downstream there are those that transform it. This characteristic of accumulation explains why a laboratory is a type of production unit quite different from a factory. A pharmaceutical plant produces substances that produce money; a laboratory produces substances, which produce numbers, which give rise to modalizations, which convince. In the first case, substances are sold; in the second case, assertions (*énoncés*) earn credit.¹² But the interplay between these two universal equivalents — money as capital and information — is in fact more complex.

The authority of facts

We have stated that paragraph 5 establishes modalizations — that is, it argues. The sentence “deux zones d'activité sont constamment retrouvées” / *two zones of activity are found again and again* is not a simple observation (*constatation*), but a strong modalization which enables the authors to state that they are dealing with a substance and not an artifact. This consistency, repeated on p. 2, l. 29, is precisely what was lacking in other demonstrations. The fact that consistent effects are obtained “à partir de l'hypothalamus” / *from the hypothalamus*, while no effect is obtained on “l'extrait acétique du cortex cérébral” / *acetic extract from the cerebral cortex* is not reported for the mere pleasure of offering up a curious fact, but to prove that the experiment meets criterion 1. With this sentence, a new objection is undone and the right to assert (*droit de dire*) is enforced. The test of table 2, on page 3 of the article, is recounted in line 25 of this paragraph. The experiment upon which it is based was devised from the beginning in order to meet criterion 3, which requires that the stimulation follow a linear function of the logarithm of the dose injected. Once again, the agreement between the conditions imposed by the criterion and those obtained by the test scores a point for the assertion (*affirmation*) that TRF is present. We have used the term “épreuves” / *tests* to designate what might be called “expériences” / *experiments*. But the experiment — which took place in the laboratory, with animals, test tubes, and instruments — is not recounted here; that would take too long and would be pointless. Instead of experiments, paragraph 5 sets forth “tests,” in the literary sense of the term. In the present case, these tests are complicated by the absence of

the true prize at stake, which is actually to be found in the list of 13 criteria. Take line 10, for example. We have two active fractionations. How can we tell which is the “right” one, and which is the “wrong” one? By putting them to a test, defined by criterion 6: in order to identify a hypophysiotropic hormone, activity must cease following a hypophysectomy. Not a word is said of the actual experiment as it took place in space and time, but the textual test is clear and can be summarised as follows:

fraction A	hypophysectomy	activity
fraction B		no activity

The first and third columns define the actors; the middle column defines the action, or in this case the instrument. But it is clear that the test, if halted at this point, is devoid of meaning. It becomes meaningful only when a second test is added to the right, which is the test of convincing:

fraction A	hypophysectomy	activity	requisite no. 6	can in no case be TRF
fraction B		no activity		can definitely be TRF

It would be tedious to go over the entire paragraph in this fashion, but each sentence has the same organisation. Fraction B is judged to be different from TSH, in order to meet criterion 10; and then different from vasopressin, oxytocin, and long-acting TSH. At each instance, in the mind of the informed reader, another argument collapses, a hesitation is reinforced, an objection is undone. This paragraph is not “technical”; it is rather a discussion whose particular form is a three-pronged reference to the tables on page 3, the list of 13 criteria, and part A of the text. In other words, it has a particular rhetorical shape.

The first sentence of paragraph 6, which remains to be examined, amply confirms the perspective that we have adopted. This sentence summarises the convincing effects produced by each sentence in paragraph 5. “Les activités décrites plus haut (...) correspondent aux caractéristiques hypothétiques attendues de la neurohumeur TRF” / *The activities described above ... correspond to the hypothetical characteristics expected of the neurosecretion TRF* (p. 2, l. 43). The circle is closed; victory is achieved. The name TRF now designates a distinct object in the minds of readers and rivals. Eight years later, its content will change once again, and the name

TRF will designate Pyroglu-His-Pro-NH₂. The name of the main author (referring to both an individual and a group) is so firmly attached to the two changes in the signified entity that it achieves a sort of immortality.

However, the article dwells neither on the totals that allow this assertion to be credited nor on a crow of triumph. Instead it concludes with an operation of caution. On l. 40 of p. 2, we read that the activities are “attribuables à une ou plusieurs substances” / *attributable to one or more substances*. As soon as credit is obtained, it is assigned further limitations. The activity is attributable to a substance; nowhere is it claimed that it *is* the substance: that is the first act of caution. It is attributable to “one or more substances”: the second act of caution. And lastly, in an admirable accumulation of modalizations, we read “sans pour autant préjuger que la substance TRF ainsi mise en évidence correspond certainement au médiateur physiologique” / *without thereby prejudging that the substance TRF thus demonstrated definitely is the physiological mediator* (p. 2, l.44). There is no justification for squandering the undeniable credit earned by the Note by claiming that what has been proven in the laboratory is also true in the body. This is the third act of caution. Caution, as we have known since the time of the Greeks, is a strategy to protect oneself in advance against attack. In the present case, it is a discreet lesson in scientific comportment for those, such as Shibuzawa, who have been so rash as to give the chemical composition of a substance that had barely been isolated.

In this study we have performed two transformations: an extension and an inversion. We have extended to an article in the exact sciences an analysis whose concepts were developed for literary texts, and we have shown that scientific literature is a part of literature, thereby encouraging other researchers not to be intimidated by the apparent impenetrability of scientific texts. Nonetheless, this analysis cannot be extended to the scientific “genre” (if such exists), for our study deals with but a single article. The inversion, or reversal, we have performed is this: Science is always studied in speculative terms as an activity oriented toward nature. We have reversed this relationship, considering scientific production in more military terms, as a series of operations oriented towards the field of study, itself identified with frontier literature. In this perspective, nature provides the ammunition whereby offensive strikes are made invincible. We have introduced characters that were thought to be impossible on the theoretical stage: Stratagem, Right, Combat, Desire, and, most of all, Rhetoric. We have thus fulfilled one of the conditions of the sociology of science — to rediscover society within rationality, and, alone among all the sciences, disorder beneath order. As simplistic and limited as the above analysis may be, it opens three new research orientations. The first is directly literary: what constitutes a good or a bad scientific article? In his evaluations each researcher actualises a hitherto

unawakened “competence,” in the linguistic sense of the term, which, within the most quantitative sciences, defines countless degrees of quality. The second orientation is more properly philosophical: what constitutes a theory and how can an actual difference between rhetoric and demonstration be delineated? To the extent that one discovers polemic where one expected deduction, and production where one expected performance, the notion that philosophers have of science and of their own theoretical discourse must be modified substantially. The third orientation, which is directly sociological, poses the question of scientific credit. The economics of science examines how investment of capital increases production; the American model of the sociology of science studies how symbolic capital (authority) is accumulated by scientists; epistemology studies how argumentation is strengthened or weakened. The time has come to study science from the point of view of a general economy of credit, where credit is accreditation and capital — in the form of money, in the form of authority, and in the form of data. This article is intended as a preparatory step towards the study of the accumulation, circulation, and transformation of these various forms of credit.

Postscript (*Actes de la recherche*)

One of the authors of the article studied here had several objections to the analysis, which Bruno Latour was good enough to send us. They fall under three main headings:

Its fetishistic approach:

The article is but a means of transmitting information and has no importance in itself.

What ultimately underlies texts such as this is Nature.

Actual effects occur on other bodies, not on texts.

Its blindness to the information transmitted and to the concreteness of the experiments:

People will think that we filled up five pages saying what could have been stated in two lines. But in actual fact, our text is full of information.

If details of the protocol are not given, it's not because we are trying to hide anything. It is simply unnecessary.

The results reported are not merely "sets of writings." It would be better to call them "symbols" or "languages." The results are merely *translated* by the instruments (...); we have no other means of obtaining these results, but the actual effects are independent. With all of the data together, we are able to construct a complete and coherent picture.

Its naively cynical and polemical vision of scientific strategies and underestimation of epistemological obstacles:

Everything is reduced to personal motivation, as if scientists were sneaky and conniving. We are conducting a study, not playing a game.

We discover, we do not create. From time to time, new relationships among ideas are suggested. We build things.

How long does it take to eradicate a misconception? How many years are necessary to demolish, step by step, a tiny but persistent mistake?

Notes

- * The original French article is reproduced, with special permission from the editor and authors, on pages 87 to 106 of this *Technostyle* issue. Readers should be aware that Latour and Fabbri's article includes references to two other French texts to be found at the end of their article on pages 107 to 113. [Note from the editors]
- ** This text is reproduced on pages 107 to 110 of this issue of *Technostyle*.
- 1 See the classic studies by D. de Solla Price (1965); cf. a recent application in C. Mullins (1972).
- 2 With the notable exception of Gusfield (1976). However, this study deals with one of the "soft" sciences imitating the style it takes to be that of the "hard" sciences. Hence the author's conclusions, which are entirely different from ours.
- 3 We refer to the classic studies by Genette (1972), Benveniste (1970), and Greimas (1966).
- 4 See Greimas (1976).
- 5 A remarkable example of this phenomenon is given in Mulkay and Edge (1973). For a completely different perspective, see Foucault (1966).
- 6 See, in particular, Zuckermann (1968).

- 7 It should be pointed out that the *Comptes rendus* publish only research notes and not articles. According to the author, these notes have no other purpose than “to intrigue the scientific audience so that it is almost certain it is convinced and will telephone to ask for the information which is missing in such a short report.”
- 8 The article can be read as long as it is located at the frontiers of the discipline. Once it is integrated into cold science it no longer need be read, except to verify methodologies, to recreate the history of the discipline, or to evaluate the progress made. However, even if it is not read or reread, it can still be cited. The terms “used” or “taken apart” might be more accurate than “read.” With the *Science Citation Index*, we can assess by whom this article has been used and for how long. The results are as follows: it has been cited 40 times since 1964 in articles produced outside the group and 14 times in articles by members of the group. Eleven articles confirm that this one was indeed the first to demonstrate TRF activity; this confirmation comes not only from founders of the paradigm but also from direct competitors. Seven articles confirm the text, but cite it along with texts by authors the text seeks to distinguish itself from. Among the five authors who cite the text for technical reasons, only one cites a detail that could be construed as information, the “débit de 50–60ml / h” / *rate of 50–60 ml / h* (page 1, line 29).
- 9 For a recent presentation in French of the problem, see Schally and Kastin (1976). This article is interesting in that it was written by the group’s competitor. It tells a different story, and even gives different names to substances.
- 10 The eponym (e.g. “the Compton effect”) must not be confused with persistent modalizations. The former represents the height of prestige in the sciences, while the latter is a mark of criticism or derision. Thus, “Schally’s GHRH did not prove to be active in our experiments” identifies a merely local substance that has no claim to be identified as GHRH. The genitive in this case is a mark of disdain.
- 11 Even years later it is possible to re-open protocol books and re-calculate the raw data. Despite the dominant perception, a scientific assertion is never free of its modalizations, unlike a work of art which eliminates its modalizations, and ideology, which covers its modalizations up.
- *** This text is reproduced on pages 112 to 113 of this issue of *Technostyle*.
- 12 This remark, which is far too insufficiently nuanced, is intended merely to indicate a study to be undertaken.

References

- Benveniste, E. (1970). *Essais de linguistique générale* (Vol. 1). Paris: Éditions du Seuil.
- Bourdieu, P. (1976). Le champ scientifique. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2–3.
- Chubin, D. & Moitra, S. (1975). Content analysis of references: adjunct or alternative to citation counting. *Social studies of science*, 5 (4) 423–41.

- Foucault, M. (1966). *Les mots et les choses*. Paris: Gallimard.
- Genette, G. (1972). *Figures III*. Paris: Éditions du Seuil.
- Greimas, A. (1976). *Sémiotique et sciences humaines*. Paris: Éditions du Seuil.
- Gusfield, J. (1976). The literary rhetoric of science. *American sociological review*, 41 (1).
- Latour, B., & S. Woolgar. (1986). *Laboratory life: the construction of scientific facts, second edition*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Mulkay, M. J. & Edge, D. O. (1973). Cognitive, technical and social factors in the emergence of radio astronomy. *Information sur les sciences sociales*, 12 (6), 25–71.
- Mullins, C. (1972). The development of a new scientific specialty. *Minerva*, 10.
- Schally and Kastin (1976). Les hormones de l'hypothalamus. *La recherche*, 63.
- de Solla Price, D. (1965). *Little science-big science*. New York: Columbia University Press.
- Zuckermann, H. (1968). Patterns of name ordering among authors of scientific papers. *American journal of sociology*, 74 (3).

La rhétorique de la science : Pouvoir et devoir dans un article de science exacte

Bruno Latour

École des mines (Paris)

Paolo Fabbri

Université de Bologne

Le présent texte, reproduit ici avec l'autorisation de l'éditeur et des auteurs, est paru en 1981 dans la revue Actes de la recherche (Paris). Il constitue un « classique » parmi les travaux de philosophes et de sociologues qui ont porté un regard critique sur les textes scientifiques. L'analyse présentée se situe au croisement des études sémiotiques ou textuelles françaises appliquées jusqu'à aux œuvres littéraires, d'une part, et de la sociologie des sciences, surtout anglo-saxonne, d'autre part. Les auteurs procèdent à une étude fouillée d'un texte représentatif de la production scientifique et montrent comment ce texte est construit et a recours à diverses stratégies de façon à argumenter et à convaincre. Dans un post-scriptum, bref mais fort intéressant, les premiers éditeurs ont réuni un résumé des objections reçues par les auteurs.*

On dit souvent que la science est « l'ensemble des énoncés vrais » (Wittgenstein) et que le style scientifique se caractérise par des énoncés impersonnels tels que : « la substance A agit sur la substance B ». Définir ainsi le style scientifique, c'est confondre la science telle que la présentent les manuels d'enseignement avec les écrits scientifiques qui s'échangent à l'intérieur du champ scientifique. Au lieu d'analyser le style scientifique sous ses formes vulgarisées, nous voudrions lire et faire lire un article qui se situe à la « frontière » d'une science. Notre but n'est pas de proposer une théorie du style scientifique mais d'inviter les philosophes et les sociologues à analyser les textes scientifiques tels qu'ils sont réellement produits. Nous avons choisi pour ce faire un article de neuroendocrinologie paru en 1962 dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris**. Si cet article a été choisi comme matériel privilégié,

comme le médiateur hypothalamique, correspondant à une certaine fonction antéhypophysaire ? C'est là une question d'importance primordiale pour évaluer la valeur ou la signification des nombreux rapports qui ont proposé telle ou telle substance comme une de ces neuro-hormones hypothalamiques. Et nous verrons que bien peu de ces rapports satisfont aux critères stricts que nous allons énoncer :

1. La préparation purifiée ou la substance pure en question doit provenir d'extraits de tissus de la région hypothalamique. (Ce qui n'élimine pas *de facto* une origine ubiquitaire ou multiple possible – particulièrement la neurohypophyse; cf. aussi les travaux de GUILLEMIN et coll. (1957) sur l'activité hypophysiotrope de la substance P d'origine cérébrale ou intestinale.)

2. La substance en question (ou au moins l'activité hypophysiotrope correspondante) doit se retrouver dans le sang portal du système vasculaire hypothalamo-hypophysaire.

3. Elle doit, par définition, stimuler la sécrétion de l'hormone antéhypophysaire correspondante. On peut s'attendre, comme dans d'autres exemples de l'Endocrinologie classique, à ce que cette stimulation de la sécrétion antéhypophysaire se fasse (à l'intérieur de certaines limites) en suivant une fonction linéaire du log. de la dose injectée.

4. Puisque cette substance est l'information terminale et qu'elle doit agir directement sur l'antéhypophyse, on doit pouvoir démontrer son activité hypophysiotrope dans un système *in vitro* où l'hypophyse survit en dehors de toute connexion hypothalamique.

5. De même cette substance doit agir chez l'animal avec une lésion hypothalamique qui « bloque » la fonction hypophysaire (spontanée) correspondante, dans des conditions où la sensibilité périphérique à l'hormone antéhypophysaire n'est pas modifiée (cf. proposition suivante).

6. L'activité de cette substance doit disparaître chez l'animal hypophysectomisé, ce qui prouvera bien que l'activité est transhypophysaire. Encore faut-il montrer que dans les conditions expérimentales utilisées après hypophysectomie, la sensibilité périphérique (cf. proposition n° 8) à l'hormone hypophysaire correspondante est identique à celle de l'animal avec lésion hypothalamique où la substance est active. S'il n'en était pas ainsi, la disparition de l'activité après hypophysectomie pourrait être due non à la disparition d'un effet transhypophysaire mais à la baisse de sensibilité de l'effecteur périphérique après hypophysectomie, soit par effet direct (manque de la trophine hypophysaire correspondante) soit par effet indirect – manque d'une ou plusieurs hormones hypophysaires ou périphériques, impliquées d'une façon médiate et non immédiate (directe) dans le phénomène étudié – *permissive action* de INGLE (1954 a et b).

7. On s'attendrait à ce que la substance en question montre des variations dynamiques de sa concentration dans l'hypothalamus en fonction de différents états (endocriniens) induits expérimentalement.

8. Comme il n'existe pas de méthodes de mesure directe des hormones antéhypophysaires dans les divers liquides biologiques, à la différence des stéroïdes ou des hormones thyroïdiennes, tous les résultats obtenus dans chacun des problèmes posés ci-dessus reviennent à des mesures indirectes de l'activité hypophysaire correspondante (par exemple : ACTH est « mesuré » par son effet sur la sécrétion de la corticosurrénale, TSH est « mesuré » par son effet sur la sécrétion de la thyroïde, etc.). Ce qui signifie que la substance en question doit être libre d'activité hormonale chez l'hypophysectomisé (cf. proposition n° 6). Tous ces tests de mise en évidence de l'activité hormonale hypophysaire doivent utiliser des critères périphériques indubitables chaque fois que cela est possible. Si les méthodes pour ce faire sont particulièrement laborieuses ou compliquées et si les expériences de routine utilisent des critères indirects, il faut montrer dans des expériences particulières que l'activité hypophysiotrope établie de routine sur les critères indirects (par exemple, mesure des concentrations en acide ascorbique de l'ovaire pour l'hormone LH) se vérifie avec des critères directs et indubitables (par exemple déclenchement de l'ovulation et formation de corps jaunes pour l'hormone LH). C'est la partie *validation*.

9. Le facteur hypophysiotrope doit augmenter la concentration plasmatique de l'hormone hypophysaire circulante. La difficulté technique actuelle de mesure des niveaux plasmatiques des diverses hormones antéhypophysaires rend d'ailleurs l'étude de cette proposition, particulièrement difficile.

10. De même doit-on montrer que la substance n'agit pas par potentiation périphérique de l'hormone antéhypophysaire. On peut en effet concevoir qu'une substance proposée comme un médiateur hypothalamique stimulant la sécrétion de telle hormone hypophysaire quand elle est injectée à l'animal d'expérience n'agisse que par potentiation d'une quantité fixe de cette hormone hypophysaire qui serait présente à tout moment : le résultat, dans nos tests périphériques, serait le même dans les deux cas. La question est résolue en montrant que le facteur hypothalamique étudié ne modifie pas l'effet d'une ou plusieurs doses de l'hormone hypophysaire correspondante quand il est injecté simultanément chez l'animal hypophysectomisé dans les conditions précisées plus haut (proposition n° 6).

11. Dans le cas d'études *in vitro* il faut montrer que la substance en question agit par stimulation de la décharge de l'hormone hypophysaire considérée et non par potentiation périphérique (cf. proposition n° 10) ou par inhibition d'une inactivation possible de l'hormone hypophysaire sécrétée par la glande dans le système *in vitro*.

12. Stimulant la sécrétion (décharge) d'une hormone antéhypophysaire, un facteur hypophysiotrope devrait faire diminuer le contenu hypophysaire en cette hormone, au moins dans certaines limites de temps après injection. En fait, l'hypophyse étant essentiellement une glande de stockage, il est difficile de mettre en évidence la disparition de quantités qui ne représentent que 0,1 à 1,0 p. 100 du stock hormonal total. Plus intéressantes seraient les informations qui auraient

[p. 1]

ENDOCRINOLOGIE. — *Présence dans un extrait de tissus hypothalamiques d'une substance stimulant la sécrétion de l'hormone hypophysaire thyroïdienne (TSH). Première purification par filtration sur gel Sephadex. Note (*) de MM. ROGER GUILLEMIN EIICHI YAMAZAKI, MARIAN JUTISZ et EDVART SAKIZ, présentée par M. Robert Courrier.*

- ¶ 1 De nombreux résultats de Physiologie expérimentale sur le contrôle de la sécrétion de l'hormone thyroïdienne ont conduit à postuler l'existence d'une neurohormone d'origine hypothalamique qui serait le médiateur final, au niveau du parenchyme antéhypophysaire, de ce contrôle exercé par le
- 5 diencéphale [voir la récente revue de Bogdanove (1)]. Dans cette Note, nous montrons l'existence dans des extraits de l'hypothalamus d'une substance qui répond aux caractéristiques attendues de cette neurohormone, que nous appellerons TRF (pour Thyrotropin Releasing Factor) par analogie avec CRF (Corticotropin Releasing Factor) et LRF (LH-
- 10 Releasing Factor). La méthode utilisée a conduit à une purification partielle de cette substance.
- ¶ 2 Plusieurs auteurs ont déjà dit avoir mis en évidence et purifié la substance TRF [(2), (3), (4), (6)]. Dans une revue récente (5) l'un de nous a exprimé ses réserves sur les conclusions de Shibusawa et coll. Les mêmes réserves
- 15 doivent s'appliquer à celles avancées par Libert (6). Reichlin (7) vient d'ailleurs de confirmer notre point de vue après avoir étudié le matériel en provenance du laboratoire de Shibusawa. Les résultats rapportés par Schreiber et coll. [(3), (4)] présentent plus d'intérêt; cependant, même dans ce dernier cas, n'ont pas été réunies toutes les conditions nécessaires (cf. *infra*) pour affirmer que la
- 20 fraction active de Schreiber et coll. n'agit que par stimulation de la sécrétion de TSH dans leurs expériences *in vivo* comme *in vitro*.
- ¶ 3 MATÉRIEL ET MÉTHODES. — *Préparation des extraits. Filtration sur « Sephadex ».* — Pour chaque expérience Ca. 5 g d'un extrait acétique 2 N de
- 25 250 à 300 fragments d'hypothalamus de mouton préparé comme dans (8) sont repris dans le tampon acétate de pyridinium 0,1 M, pH 5 et appliqués sur une colonne de « Sephadex G-25 » (5,5 x 90 cm), volume d'exclusion 640 ml. Toute la filtration se fait en chambre froide (+ 4 °C) à un débit de 50-60 ml/h; on prélève 100 fractions de 20 ml chacune. Une expérience identique est réalisée avec des quantités correspondantes de tissu du cortex
- 30 cérébral.
- ¶ 4 *Bioétalonnages.* — Pour l'étalonnage de la TSH, nous utilisons une méthode adaptée de la technique de McKenzie (9) chez la Souris ou le Rat, normal ou hypophysectomisé, soumis à un régime pauvre en iode

[p. 2]

et prétraité avec ^{131}I et thyroxine. Pour la mise en évidence de l'activité TRF, nous utilisons la même préparation mais avec des doses moindres de thyroxine. Les détails de cette technique avec une méthode nouvelle d'expression et d'analyse des résultats seront rapportés ailleurs. La vasopressine est mesurée par la méthode de Dekanski, l'ocytocine par la méthode de Coon, l'activité mélanophorétique par la méthode de Long et Guillemin (⁵).

¶ 5

RÉSULTATS. — Deux zones d'activité (A et B, *fig. 1*) sont constamment retrouvées avec le test pour TSH sur l'ensemble des fractions obtenues à partir de l'hypothalamus. La première zone, A, (fractions T 1 à T 10, *fig. 1*) correspond à des substances de poids moléculaire élevé non retenues sur « Sephadex G-25 »; cette activité persiste après hypophysectomie (Table 1); elle correspond donc probablement à l'hormone TSH ou à des substances pseudo-TSH présentes dans l'hypothalamus. La deuxième zone d'activité, B, (fractions T 41 à T 49, Table 2) correspond à des substances d'un poids moléculaire relativement peu élevé (*cf.* courbe des activités mélanophorétiques, *fig. 1*). Cette fraction B (T 41 à T 49) n'est plus active après hypophysectomie (Table 3); nous avons montré par ailleurs qu'après hypophysectomie la réponse à la TSH est identique à celle obtenue chez l'animal normal, (Table 4). L'activité de la fraction B dépend de la concentration de thyroxine circulante (Table 5). Elle est stable à la chaleur à la différence de la TSH (Table 6). L'hydrolyse trypsique (pH 8, 28 °C, 24 h) ne détruit pas l'activité biologique de la fraction B, mais cette activité disparaît après hydrolyse pepsique (pH 3,0, 28 °C, 24 h) ou acide (HCl 5,7 N, 110 °C, 24 h). L'injection de doses multiples de la fraction B (T 41 à T 49) donne des réponses qui sont une fonction linéaire du logarithme de la dose injectée (Table 2). La fraction B ne produit pas de potentiation au niveau thyroïdien, d'une quantité connue de TSH injectée chez l'animal hypophysectomisé (Table 7). La fraction B a été retrouvée constamment active dans plusieurs expériences de fractionnements d'extraits hypothalamiques identiques à celle décrite ici. L'activité de cette fraction B est localisée dans l'effluent en dehors des pics d'activité correspondant à vasopressine et ocytocine (*fig. 1*). Des doses massives de vasopressine et d'ocytocine n'ont pas donné chez le Rat de signes de stimulation hypophyso-thyroïdienne dans des conditions où, par ailleurs, la TSH est active (Table 8). La fraction B n'a pas d'activités correspondant à ce qu'on a décrit sous le nom de « TSH retard » (long acting TSH). Aucun effet TRF n'a été trouvé dans l'effluent (fraction B) de la filtration sur « Sephadex » de l'extrait acétique du cortex cérébral.

¶ 6

CONCLUSIONS. — Les activités décrites plus haut et attribuables à une ou plusieurs substances localisées dans la zone B provenant d'un extrait hypothalamique, correspondent aux caractéristiques hypothétiques attendues de la neurohumeur TRF. Par facilité opérationnelle, nous parlerons donc de cette fraction B comme de la fraction TRF, sans pour autant préjuger

	Traitements.	Normal.	Hypophysectomisé	[p. 3]	
Table 1 : Zone protéinique. Activité TSH chez l'animal normal et hypophysectomisé	NaCl	2,923 (*)			
	T 4	3,625 (**)			
	T 7	3,529 (**)			
	T 10	3,266 (**)			
	T 14	2,950 -			
	T 20	2,950 -			
	T 1-10 u 1			3,082	
	T 1-10 u 2			(**)	
	TSH s 1			3,093	
	TSH s 2			(**)	
Table 2 : Activité de deux doses de TRF et de deux doses de TSH chez l'animal normal.	NaCl	3,359			
	T 41-T 49 u 1	3,459 (*)			
	T 41-T 49 u 2	3,552 (**)		3,091	
	TSH s 1	3,543 (**)		(**)	
	TSH s 2	3,588 (**)			
Table 3 : Absence d'activité de TRF chez l'animal hypophysectomisé.	NaCl	2,694	2,892		
	T 45	2,971 (**)	2,867 -		
	T 49	3,102 (**)	2,901 -		
Table 4 : Activité de TSH chez l'animal normal et hypophysectomisé.	TSH s 1	2,739 (**)	2,754		
	TSH s 2	2,869 (**)	(**)		
Table 5 : Effet de la concentration de thyroxine circulante sur l'activité de TRF.	NaCl + Tx 0	2,757	2,839		
	TSH + Tx 0	2,839 -	(**)		
	TRF + Tx 0	3,038 (**)			
	NaCl + Tx 5µg	2,607			
	TSH + Tx 5µg	3,374 (**)			
	TRF + Tx 5µg	3,307 (**)			
	NaCl + Tx 10µg	2,679			
	TSH + Tx 10µg	3,300 (**)			
TRF + Tx 10µg	2,706 -				
Table 6 : Persistance de l'activité TRF après chauffage.	NaCl	2,943			
	TRF T 43 chauff.	3,394 (*)			
	TRF T 47 chauff.	3,473 (**)			
	NaCl	3,098			
	TSH s 1	3,584 (**)			
	TSH s 2	3,801 (**)			
	TSH chauff. s 1	3,161			
TSH chauff. s 2	3,134				
Table 7 : Absence de potentiation par TRF de l'activité de TSH.	NaCl		3,413		
	TSH s 1		3,584		
	TSH s 1 + TRF		(**)		
Table 8 : Absence d'activité TRF (ou TSH) de vasopressine et ocytocine.	NaCl	2,788	3,448 -		
	vasopressine 1.5 U	2,800			
	ocytocine 1.5 U	2,813 -			
	TSH s 1	3,148 (**)			
	TSH s 2	3,437 (**)			

(a) Dans toutes les Tables ci-dessus, les résultats rapportés sont obtenus de la façon suivante [E. SAKIS, E. YAMAZAKI, R. GUILLEMIN (sous presse)] : Les résultats bruts des comptages de radioactivité (c/mn/g sang) sont transformés en log base 10. Les valeurs obtenues sur les seconds échantillons sont ajustées par covariance aux valeurs des premiers échantillons. Une analyse de covariance complète est alors effectuée sur l'ensemble de l'expérience après vérification des homogénéités nécessaires. Tous ces calculs sont faits par un ordinateur électronique (cf. SAKIZ et GUILLEMIN, 1962). La signification statistique des différences d'avec les groupes de contrôle est assurée par le test *t* pour comparaisons multiples de Dunnett : (°) *p* = 0,05; (°°) *p* = 0,01.

[p. 4]

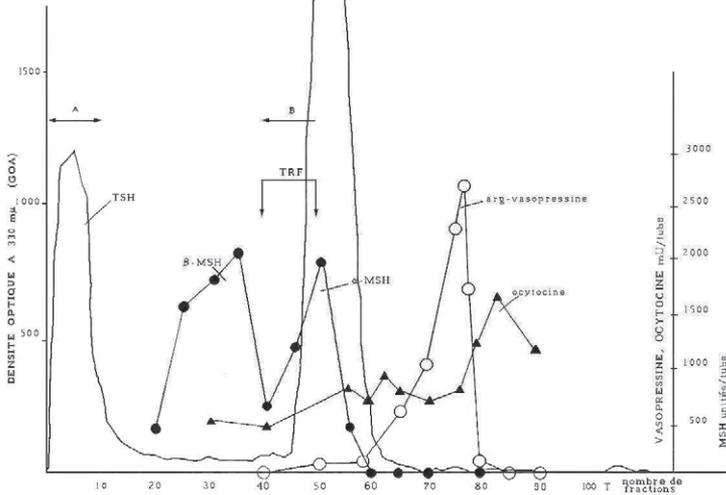


Fig. 1. Fractionnement d'un extrait acétique d'hypothalamus de mouton sur colonne de « Sephadex G-25 ». 4,9 g de l'extrait sont filtrés sur une colonne de 5,5 x 90 cm équilibrée avec le tampon acétate de pyridinium 0,1 M, pH 5. Débit de la colonne : 50 à 60 ml/h. Volume des fractions : 20 ml. Des prises de 0,3 ml de chaque fraction sont utilisées pour le dosage colorimétrique au biuret à 330 mm (J. GOA, *Scand. J. Clin. Lab. Inv.*, 5 1953, p. 218; A. V. SCHALLY et R. GUILLEMIN, *Texas Reports Biol. Med.*, 18, 1960, p. 133). Les fractions sont réunies deux par deux et lyophilisées. Pour le dosage de l'activité TRF, on utilise l'équivalent de 2,0 ml de l'effluent original, par animal.

[p. 5]

que la substance (TRF) ainsi mise en évidence correspond certainement au médiateur physiologique du contrôle hypothalamique de la sécrétion thyroïdienne.

(*) Séance du 23 juillet 1962.

- (1) E. M. BOGDANOVA, *Fed. Proc.*, 21, 1962, p. 623.
- (2) K. SHIBUSAWA et al., *Endocrinol. Japon.*, 6, 1959, p. 131.
- (3) V. SCHREIBER et al., *Experientia*, 17, 1961, p. 264.
- (4) V. SCHREIBER et al., *Physiol. bohemoslov.*, 10, 1961, p. 417.
- (5) R. GUILLEMIN et A. V. SCHALLY, *Proc. U. S. P. H. International Neuroendocrinology Meeting*, Miami, Flo. 1961, University of Chicago Press Publ.
- (6) O. LIBERT, *Histophysiologie du Complexe Hypothalamo-Hypophysaire*, Paris, 1961, p. 231-244 (dactyl.); *Séminaires du Collège de France, Chaire d'Histophysiologie*, n° 1.
- (7) S. REICHLIN, *N. I. H. Conference on T. S. H.*, S. Werner, C. C. Thomas, Publ. Springfield, Ill, 1962.
- (8) R. COURRIER et al., *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 922.
- (9) J. M. MCKENZIE, *Endocrinology*, 63, 1958, p. 372.
- (10) E. SAKIZ et R. GUILLEMIN, *Comptes rendus*, 254, 1962, p. 3743.
- (11) Ces travaux ont été subventionnés par des fonds de recherches provenant du C.N.R.S. et du Ministère américain de la Santé (U. S. P. H.) (n° A.5534).

(Laboratoire de Morphologie expérimentale et Endocrinologie, Collège de France.)

[p. 1]

ENDOCRINOLOGIE. — *Présence dans un extrait de tissus hypothalamiques d'une substance stimulant la sécrétion de l'hormone hypophysaire thyroïdienne (TSH). Première purification par filtration sur gel Sephadex.* Note (*) de MM. ROGER GUILLEMIN EIICHI YAMAZAKI, MARIAN JUTISZ et EDVART SAKIZ, présentée par M. Robert Courrier.

- ¶ 1 De nombreux résultats de Physiologie expérimentale sur le contrôle de la sécrétion de l'hormone thyroïdienne ont conduit à postuler l'existence d'un neurohumeur d'origine hypothalamique qui serait le médiateur final, au niveau du parenchyme antéhypophysaire, de ce contrôle exercé par le
- 5 diencéphale [voir la récente revue de Bogdanove (1)]. Dans cette Note, nous montrons l'existence dans des extraits de l'hypothalamus d'une substance qui répond aux caractéristiques attendues de cette neurohumeur, que nous appellerons TRF (pour Thyrotropin Releasing Factor) par analogie avec CRF (Corticotropin Releasing Factor) et LRF (LH-Releasing Factor). La méthode utilisée a conduit à une purification partielle de cette substance.
- ¶ 2 Plusieurs auteurs ont déjà dit avoir mis en évidence et purifié la substance TRF [(2), (3), (4), (6)]. Dans une revue récente (5) l'un de nous a exprimé ses réserves sur les conclusions de Shibusawa et coll. Les mêmes réserves doivent
- 15 s'appliquer à celles avancées par Libert (6). Reichlin (7) vient d'ailleurs de confirmer notre point de vue après avoir étudié le matériel en provenance du laboratoire de Shibusawa. Les résultats rapportés par Schreiber et coll. [(2), (4)] présentent plus d'intérêt; cependant, même dans ce dernier cas, n'ont pas été réunies toutes les conditions nécessaires (cf. *infra*) pour affirmer que la
- 20 fraction active de Schreiber et coll. n'agit que par stimulation de la sécrétion de TSH dans leurs expériences *in vivo* comme *in vitro*.
- ¶ 3 MATÉRIEL ET MÉTHODES. — *Préparation des extraits. Filtration sur « Sephadex ».* — Pour chaque expérience Ca. 5 g d'un extrait acétique 2 N de 250 à 300 fragments d'hypothalamus de mouton préparé comme dans (8) sont
- 25 repris dans le tampon acétate de pyridinium 0,1 M, pH 5 et appliqués sur une colonne de « Sephadex G-25 » (5,5 x 90 cm), volume d'exclusion 640 ml. Toute la filtration se fait en chambre froide (+ 4 °C) à un débit de 50-60 ml/h; on prélève 100 fractions de 20 ml chacune. Une expérience identique est réalisée avec des quantités correspondantes de tissu du cortex
- 30 cérébral.
- ¶ 4 *Bioétalonnages.* — Pour l'étalonnage de la TSH, nous utilisons une méthode adaptée de la technique de McKenzie (9) chez la Souris ou le Rat, normal ou hypophysectomisé, soumis à un régime pauvre en iode

[p. 2]

et prétraité avec ^{131}I et thyroxine. Pour la mise en évidence de l'activité TRF, nous utilisons la même préparation mais avec des doses moindres de thyroxine. Les détails de cette technique avec une méthode nouvelle d'expression et d'analyse des résultats seront rapportés ailleurs. La vasopressine est mesurée par la méthode de Dekanski, l'ocytocine par la méthode de Coon, l'activité mélanophorétique par la méthode de Long et Guillemin ⁽⁵⁾.

¶ 5

RÉSULTATS. — Deux zones d'activité (A et B, *fig. 1*) sont constamment retrouvées avec le test pour TSH sur l'ensemble des fractions obtenues à partir de l'hypothalamus. La première zone, A, (fractions T 1 à T 10, *fig. 1*) correspond à des substances de poids moléculaire élevé non retenues sur « Sephadex G-25 »; cette activité persiste après hypophysectomie (Table 1); elle correspond donc probablement à l'hormone TSH ou à des substances pseudo-TSH présentes dans l'hypothalamus. La deuxième zone d'activité, B, (fractions T 41 à T 49, Table 2) correspond à des substances d'un poids moléculaire relativement peu élevé (*cf.* courbe des activités mélanophorétiques, *fig. 1*). Cette fraction B (T 41 à T 49) n'est plus active après hypophysectomie (Table 3); nous avons montré par ailleurs qu'après hypophysectomie la réponse à la TSH est identique à celle obtenue chez l'animal normal, (Table 4). L'activité de la fraction B dépend de la concentration de thyroxine circulante (Table 5). Elle est stable à la chaleur à la différence de la TSH (Table 6). L'hydrolyse trypsique (pH 8, 28 °C, 24 h) ne détruit pas l'activité biologique de la fraction B, mais cette activité disparaît après hydrolyse pepsique (pH 3,0, 28 °C, 24 h) ou acide (HCl 5,7 N, 110 °C, 24 h). L'injection de doses multiples de la fraction B (T 41 à T 49) donne des réponses qui sont une fonction linéaire du logarithme de la dose injectée (Table 2). La fraction B ne produit pas de potentiation au niveau thyroïdien, d'une quantité connue de TSH injectée chez l'animal hypophysectomisé (Table 7). La fraction B a été retrouvée constamment active dans plusieurs expériences de fractionnements d'extraits hypothalamiques identiques à celle décrite ici. L'activité de cette fraction B est localisée dans l'effluent en dehors des pics d'activité correspondant à vasopressine et ocytocine (*fig. 1*). Des doses massives de vasopressine et d'ocytocine n'ont pas donné chez le Rat de signes de stimulation hypophyso-thyroïdienne dans des conditions où, par ailleurs, la TSH est active (Table 8). La fraction B n'a pas d'activités correspondant à ce qu'on a décrit sous le nom de « TSH retard » (long acting TSH). Aucun effet TRF n'a été trouvé dans l'effluent (fraction B) de la filtration sur « Sephadex » de l'extrait acétique du cortex cérébral.

¶ 6

CONCLUSIONS. — Les activités décrites plus haut et attribuables à une ou plusieurs substances localisées dans la zone B provenant d'un extrait hypo-thalamique, correspondent aux caractéristiques hypothétiques attendues de la neurohumeur TRF. Par facilité opérationnelle, nous parlerons donc de cette fraction B comme de la fraction TRF, sans pour autant préjuger

	Traitements.	Normal.	Hypophysectomisé	[p. 3]	
Table 1 : Zone protéinique. Activité TSH chez l'animal normal et hypophysectomisé	NaCl	2,923 (*)			
	T 4	3,625 (**)			
	T 7	3,529 (**)			
	T 10	3,266 (**)			
	T 14	2,950 -			
	T 20	2, 950 -			
	T 1-10 u 1			3,082	
	T 1-10 u 2			(**)	
	TSH s 1			3,093	
	TSH s 2			(**)	
Table 2 : Activité de deux doses de TRF et de deux doses de TSH chez l'animal normal.	NaCl	3,359			
	T 41-T 49 u 1	3,459 (*)			
	T 41-T 49 u 2	3,552 (**)		3,091	
	TSH s 1	3,543 (**)		(**)	
	TSH s 2	3,588 (**)			
Table 3 : Absence d'activité de TRF chez l'animal hypophysectomisé.	NaCl	2,694	2,892		
	T 45	2,971 (**)	2,867 -		
	T 49	3,102 (**)	2,901 -		
Table 4 : Activité de TSH chez l'animal normal et hypophysectomisé.	TSH s 1	2,739 (**)	2,754		
	TSH s 2	2,869 (**)	(**)		
Table 5 : Effet de la concentration de thyroxine circulante sur l'activité de TRF.	NaCl + Tx 0	2,757		2,839	
	TSH + Tx 0	2,839 -		(**)	
	TRF + Tx 0	3,038 (**)			
	NaCl + Tx 5mg	2,607			
	TSH + Tx 5mg	3,374 (**)			
	TRF + Tx 5mg	3,307 (**)			
	NaCl + Tx 10mg	2,679			
	TSH + Tx 10mg	3,300 (**)			
TRF + Tx 10mg	2,706 -				
Table 6 : Persistance de l'activité TRF après chauffage.	NaCl	2,943			
	TRF T 43 chauff.	3,394 (*)			
	TRF T 47 chauff.	3,473 (**)			
	NaCl	3,098			
	TSH s 1	3,584 (**)			
	TSH s 2	3,801 (**)			
	TSH chauff. s 1	3,161			
TSH chauff. s 2	3,134				
Table 7 : Absence de potentiation par TRF de l'activité de TSH.	NaCl		3,413		
	TSH s 1		3,584		
	TSH s 1 + TRF		(**)		
Table 8 : Absence d'activité TRF (ou TSH) de vasopressine et ocytocine.	NaCl	2,788	3,448 -		
	vasopressine 1.5 U	2,800			
	ocytocine 1.5 U	2,813 -			
	TSH s 1	3,148 (**)			
	TSH s 2	3,437 (**)			

(a) Dans toutes les Tables ci-dessus, les résultats rapportés sont obtenus de la façon suivante [E. SAKIS, E. YAMAZAKI, R. GUILLEMIN (sous presse)] : Les résultats bruts des comptages de radioactivité (c/mn/g sang) sont transformés en log base 10. Les valeurs obtenues sur les seconds échantillons sont ajustées par covariance aux valeurs des premiers échantillons. Une analyse de covariance complète est alors effectuée sur l'ensemble de l'expérience après vérification des homogénéités nécessaires. Tous ces calculs sont faits par un ordinateur électronique (cf. SAKIZ et GUILLEMIN, 1962). La signification statistique des différences d'avec les groupes de contrôle est assurée par le test *t* pour comparaisons multiples de Dunnett : (°) *p* = 0,05; (°°) *p* = 0,01.

[p. 4]

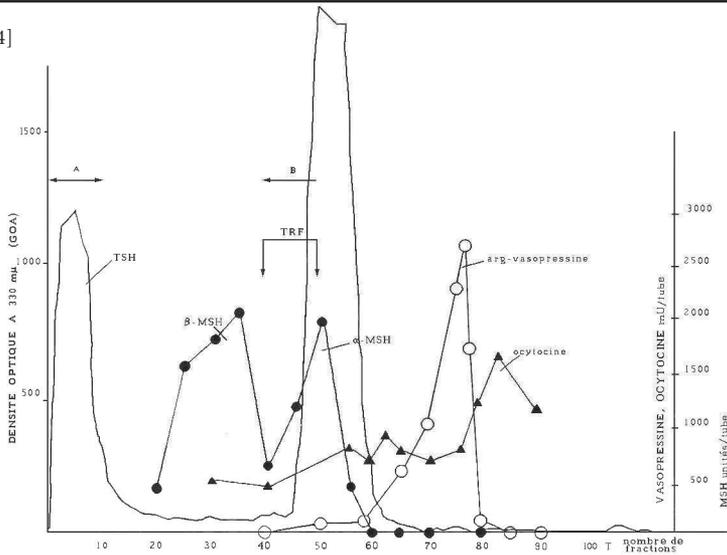


Fig. 1. Fractionnement d'un extrait acétique d'hypothalamus de mouton sur colonne de « Sephadex G-25 ». 4,9 g de l'extrait sont filtrés sur une colonne de 5,5 x 90 cm équilibrée avec le tampon acétate de pyridinium 0,1 M, pH 5. Débit de la colonne : 50 à 60 ml/h. Volume des fractions : 20 ml. Des prises de 0,3 ml de chaque fraction sont utilisées pour le dosage colorimétrique au biuret à 330 nm (J. GOA, *Scand. J. Clin. Lab. Inv.*, 5 1953, p. 218; A. V. SCHALLY et R. GUILLEMIN, *Texas Reports Biol. Med.*, 18, 1960, p. 133). Les fractions sont réunies deux par deux et lyophilisées. Pour le dosage de l'activité TRF, on utilise l'équivalent de 2,0 ml de l'effluent original, par animal.

[p. 5]

que la substance (TRF) ainsi mise en évidence correspond certainement au médiateur physiologique du contrôle hypothalamique de la sécrétion thyroïdienne.

(*) Séance du 23 juillet 1962.

- (1) E. M. BOGDANOVA, *Fed. Proc.*, 21, 1962, p. 623.
- (2) K. SHIBUSAWA et al., *Endocrinol. Japon.*, 6, 1959, p. 131.
- (3) V. SCHREIBER et al., *Experientia*, 17, 1961, p. 264.
- (4) V. SCHREIBER et al., *Physiol. bohemoslov.*, 10, 1961, p. 417.
- (5) R. GUILLEMIN et A. V. SCHALLY, *Proc. U. S. P. H. International Neuroendocrinology Meeting*, Miami, Flo. 1961, University of Chicago Press Publ.
- (6) O. LIBERT, *Histophysiologie du Complexe Hypothalamo-Hypophysaire*, Paris, 1961, p. 231-244 (dactyl.); *Séminaires du Collège de France, Chaire d'Histophysiologie*, n° 1.
- (7) S. REICHLIN, *N. I. H. Conference on T. S. H.*, S. Werner, C. C. Thomas, Publ. Springfield, Ill, 1962.
- (8) R. COURRIER et al., *Comptes rendus*, 253, 1961, p. 922.
- (9) J. M. MCKENZIE, *Endocrinology*, 63, 1958, p. 372.
- (10) E. SAKIZ et R. GUILLEMIN, *Comptes rendus*, 254, 1962, p. 3743.
- (11) Ces travaux ont été subventionnés par des fonds de recherches provenant du C.N.R.S. et du Ministère américain de la Santé (U. S. P. H.) (n° A.5534).

(Laboratoire de Morphologie expérimentale et Endocrinologie, Collège de France.)

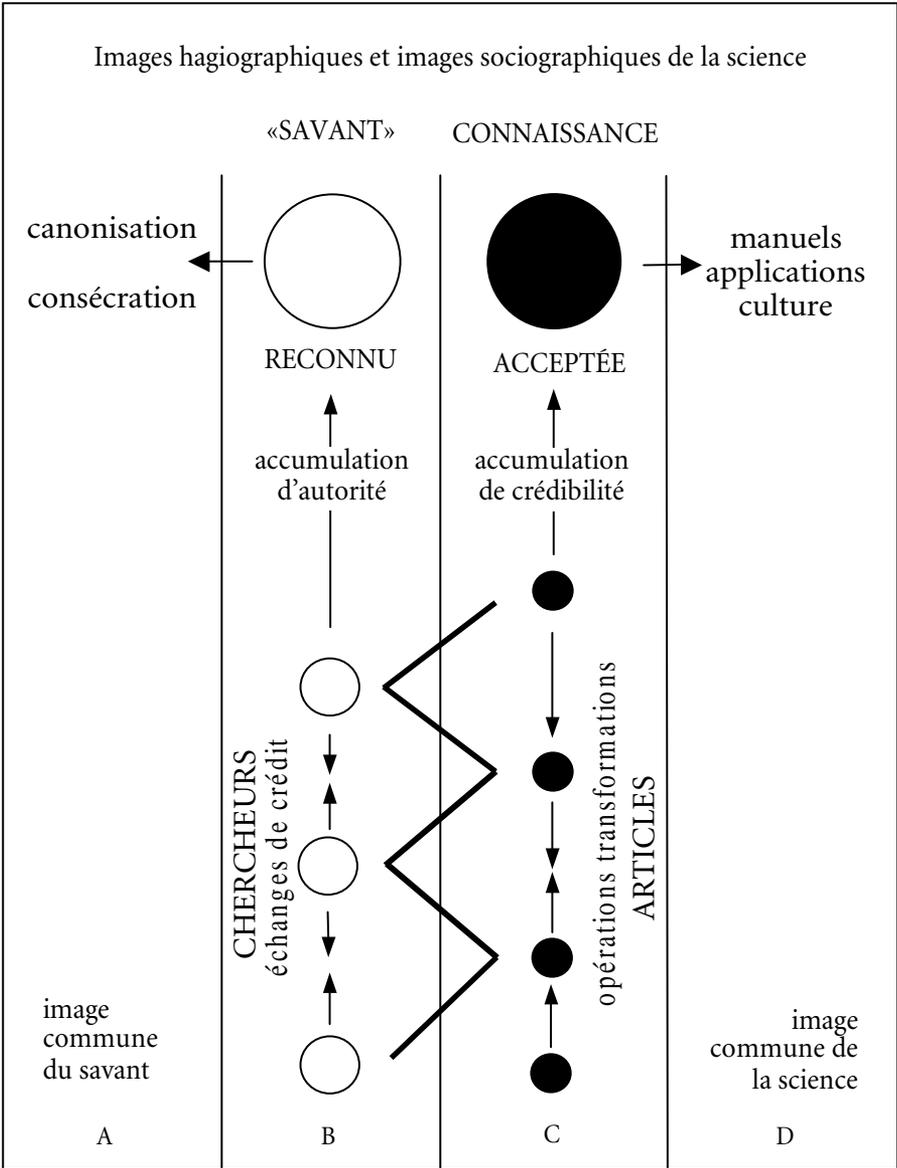
c'est qu'il constitue la principale production d'un laboratoire dont les articles sont la production essentielle (la production annuelle d'un groupe de dix docteurs est de quarante articles en moyenne). On compte un article de vulgarisation pour quarante de « frontière ». En dehors des articles, le laboratoire produit des communications informelles de chercheurs à d'autres chercheurs, des chercheurs et des techniciens formés sur place, des substances communiquées pour étude à d'autres chercheurs.

L'analyse que nous présentons est au croisement d'une étude de sociologie des sciences et d'une étude de sémiologie. La sociologie des sciences, surtout anglo-saxonne, utilise depuis longtemps les articles comme unité de calcul pour définir la productivité des chercheurs ou pour dessiner les limites et mesurer la croissance des disciplines¹.

Les publications de l'Institute for Scientific Information, à Philadelphie, et en particulier le *Science Citation Index* qui donne chaque année pour chaque article le nombre de citations dont il a été l'objet (il en existe aussi un pour les sciences humaines) fournissent le matériau de nombreuses études de sociologie de la science (la revue *Current Contents* donne une revue hebdomadaire de cette littérature).

Dans toutes ces recherches seules les citations sont considérées, jamais le contenu et encore moins le style². De son côté l'analyse sémiotique étudie les formes de récit mais n'applique pas les méthodes qu'elle a mises au point³ à des textes de science de la

Ce tableau présente les quatre façons les plus courantes d'aborder la littérature scientifique. Pour des raisons pratiques qui seront expliquées ailleurs, la connaissance scientifique peut être considérée comme un réseau d'articles qui agissent les uns sur les autres par l'intermédiaire des savants (colonne C). Mais on peut aussi (colonne B) considérer que les savants agissent les uns sur les autres par l'intermédiaire des articles, obtenant ainsi la reconnaissance. Tout se passe donc comme si les articles engendraient d'autres articles et comme si les chercheurs n'échangeaient entre eux que du prestige. Telles sont les deux voies que suit alternativement la sociologie des sciences. Ces deux voies diffèrent de l'analyse commune qui voit dans la Science soit des Savants – quand il n'y a que des auteurs –, soit des Connaissances – quand il n'y a que des réseaux d'articles –. Les colonnes A et D du tableau résument ces deux façons de faire disparaître l'activité scientifique soit dans des individus, soit dans des énoncés. Dans cet article nous suivrons une voie, différente bien sûr des deux analyses communes, mais différente aussi des deux voies suivies jusqu'ici en sociologie des sciences puisque nous considérons à la fois les stratégies des auteurs et les interactions des textes (ligne brisée du schéma).



nature bien que plusieurs tentatives aient été faites en ce qui concerne le discours des sciences humaines⁴. Il était donc intéressant de mener la sociologie des sciences au cœur des articles, grâce à l'analyse littéraire moderne et de vérifier par là si la littérature des sciences exactes obéit à des règles générales, valables pour toute littérature.

Les marqueurs sociologiques

L'article que nous présentons porte comme tous les autres la marque des différents éléments dont le sociologue cherche à peser l'influence respective. Six marques dans ce texte renvoient explicitement aux conditions de sa production. Le mot « Endocrinologie » permet d'accrocher l'article par un mot-clef dans les différents systèmes de classification. Pourtant cet article appartient à la neuroendocrinologie, discipline vieille de trente ans, au croisement de deux autres, et qui n'est pas encore assez établie pour avoir son propre index dans les *Comptes rendus*, bien qu'elle ait ses journaux, ses chaires et ses congrès. Par ce mot se marque dans le texte l'histoire par laquelle les disciplines s'ouvrent, s'institutionnalisent et dessinent leurs limites⁵. L'ordre choisi pour présenter les quatre auteurs reflète l'état des rapports de force au sein du groupe — rapport qui intéresse beaucoup les sociologues américains et renvoie à toute la microsociologie d'une équipe de recherche⁶.

Un astérisque renvoie au « 23 juillet 1962 », date de la séance de l'Académie des sciences lors de laquelle ce papier fut présenté⁷. Cette date, différente de la date de publication, permet de résoudre certaines querelles de priorité. Comme il n'est pas d'idée, à la frontière d'une science, qui ne soit datée, le délai entre la date de réception et la date de publication est un facteur important dans le choix d'un journal. *Les Comptes rendus* sont d'ailleurs connus pour publier en quelques semaines. La « Note », datée, titrée, appropriée et indexée est de plus « présentée par M. Robert Courrier ». C'est en effet par cet académicien que cette Note dut passer pour être lue devant les pairs. Il est un de ceux qui autorisent ou non les auteurs à paraître et que les anglosaxons appellent *gate-keepers*. Leur pouvoir est souvent considérable. À la page 5 de l'article, deux autres marques réfèrent l'une aux fonds de recherche, l'autre à l'institution qui ont rendu cette recherche possible. L'argent n'est pas signalé par son montant mais par le numéro de la subvention (*grant*). Ce numéro renvoie au système compliqué par lequel la proposition du groupe a été évaluée par un groupe de pairs et acceptée ; dans ce cas précis à la fois par les fonctionnaires du ministère américain de la santé et, du côté français, par le Centre national de la recherche scientifique. Le Collège de France est l'institution qui a accepté de procurer au groupe l'espace physique et administratif. Mais l'espace est un espace socialisé qui est de plus un bien

rare. Autour de lui se noue toujours un réseau de calculs et parfois d'intrigues : pourquoi tant d'espace pour ce chercheur ? pourquoi l'accès à tel instrument ? pourquoi telle facilité administrative ?

Ainsi, avant même d'avoir lu l'article, le sociologue des sciences se trouve devant un objet très riche qui renvoie explicitement à un double jeu de stratégies : celui de l'auteur (choix de la discipline, choix du titre, choix du moment, choix du journal) et celui des institutions (choix de l'autorisateur, choix des bailleurs de fonds, choix du laboratoire). L'article renvoie aussi implicitement à tout un jeu de conflits qui n'apparaissent pas comme tels dans le texte. C'est à l'intersection de toutes ces pratiques que se situe la production de ce morceau de connaissance. Qu'une seule de ces conditions de production varie et l'article que nous avons sous les yeux serait différent.

Rhétorique et communication

Comme nous allons utiliser dans la lecture du texte quelques termes qui ne sont pas encore d'usage tout à fait courant, arrêtons-nous quelque temps pour les définir. Il faut introduire une distinction entre la dimension « pragmatique » du texte — qui l'écrit, pour qui et pourquoi — et sa dimension proprement textuelle. Mais dans le texte lui-même il faut distinguer le système « d'énonciation » par lequel l'auteur choisit ou non d'introduire la dimension pragmatique, et le système des « énoncés » qui ne fait aucune référence à l'auteur. Dans le tableau des énoncés nous avons récapitulé toutes les marques par lesquelles l'auteur s'annonce dans le texte. Contrairement à l'opinion répandue on voit que ce texte, bien que scientifique, n'a rien d'impersonnel. Dans les énoncés il faut distinguer les propositions et les « modalisations » entendues comme tout ce qui modifie une proposition. Enfin par « anaphore » nous désignons tout renvoi du texte à lui-même ou à d'autres textes.

Le trait le plus marquant de ce texte apparaît dès qu'on en survole le contenu : il est hérissé de références. La page 5 de la Note groupe dix références qui dessinent le *contexte* de l'article. Les sept premières renvoient à des écrits déjà publiés qui vont être travaillés par la Note, les trois dernières à des méthodes qui sont abrégées par un chiffre : « préparé comme dans⁸ », ou « adaptée de la méthode de Mc Kenzie⁹ ». Toutes ces références signalent des œuvres à l'extérieur du texte mais d'autres opèrent à l'intérieur. Ainsi tout le paragraphe 5 se réfère à la table de la page 3. Cette table elle-même renvoie à la figure de la page 4. Cette table et cette figure sont obtenues dans le laboratoire à partir des instruments. Elles sont, pour ainsi dire, l'écriture symbolique des instruments et composent l'*infratexte* sur lequel la démonstration va s'établir. Par une troisième espèce d'anaphore les paragraphes 1, 2 et 6 — que nous désignerons dorénavant comme texte A — renvoient aux paragraphes 3, 4 et 5 — texte B. Ainsi les

Énonciation et énoncés

énonciation

(Le premier chiffre renvoie à la page de l'article reproduit ci-contre* le second à la ligne.)

1^{ère} personne

nous montrons 1, 6
 nous appellerons 1, 8
 l'un de nous 1, 13 ses 1, 14
 notre point de vue 1, 16
 nous utilisons 1, 32
 nous utilisons 2, 2
 nous avons montré 2, 18
 nous parlerons donc 2, 43

3^{ème} personne

plusieurs auteurs 1, 12
 Reichlin 1, 15
 Les résultats de Schreiber 1, 18
 on prélève 1, 29
 on a décrit 2, 37

modalisations

postuler 1, 2
 qui serait 1, 3
 ont déjà dit 1, 12
 exprimé ses réserves 1, 14
 les mêmes réserves 1, 15
 n'ont pas été réunies les conditions 1, 19
 sans préjuger 2, 44
 correspond certainement 5, 1
 probablement 2, 13

énoncés**actif**

de nombreux résultats 1, 1
 une neurohumeur qui serait 1, 3
 une substance qui répond 1, 7
 la méthode a conduit 1, 10
 les réserves doivent s'appliquer 1, 14
 la fraction agit 1, 20
 la filtration se fait 1, 28
 la zone correspond 2, 11
 l'activité persiste 2, 13
 elle correspond 2, 13
 elle correspond 2, 15
 fraction n'est plus active 2, 18
 la réponse est identique 2, 19
 l'activité dépend 2, 20
 elle est stable 2, 21
 l'hydrolyse ne détruit pas 2, 23
 l'injection donne 2, 25
 la fraction B ne produit pas 2, 27
 les doses n'ont pas donné 2, 34
 la fraction B n'a pas 2, 36
 les activités correspondent 2, 42
 la substance correspond 5, 1

passif

les résultats rapportés par 1, 18
 un extrait préparé 1, 25
 un extrait est repris 1, 26
 un extrait est appliqué 1, 27
 une expérience est réalisée 1, 30
 souris soumise 1, 34
 les détails seront rapportés 2, 4
 la vasopressine est mesurée 2, 5
 deux zones sont retrouvées 2, 29
 la fraction a été retrouvée 2, 29
 l'activité est localisée 2, 32
 aucun effet n'a été trouvé 2, 38

expressions « par cette Note nous montrons » (p. 1, ligne 5) et « les activités décrites plus haut » (p. 2, l. 40), montrent que le texte A, lui-même agissant sur le contexte, est fondé par référence au texte B qui est lui-même permis par l'infratexte. La littérature des instruments va permettre de transformer la littérature publiée. Enfin, quatrième espèce d'anaphore, le texte est dans son entier repris par le titre et le plus souvent, mais pas dans ce cas, par un sommaire (abstract). Le titre ou le sommaire n'indique pas (ou n'évoque pas) simplement le texte, il en concentre toute l'information, chose rare en sciences humaines et impossible en littérature. La multiplication de ces références modifie le problème classique du référent (par référent nous entendons simplement de quoi parle un discours quelconque). Dans d'autres pratiques littéraires ou bien il y a un référent qui n'est pas textuel ou bien il n'y a pas de référent du tout — cas de la fiction voulue comme telle. Or, dans l'article que nous présentons, il y a bien un référent, mais celui-ci est composé d'un empilement de textes : le contexte sur lequel l'article agit, l'infratexte sur lequel il s'appuie, la partie B sur laquelle se fonde la partie A. Tout se passe comme si la solidité du papier, d'autres diraient son objectivité, venait des correspondances établies en repliant l'une sur l'autre ces différentes couches de textes. Ce n'est pas la nature que l'on trouve sous le texte scientifique, c'est la littérature des instruments.

Le problème de l'information transmise

Ce n'est pas la nature (référent ultime) que l'on trouve en aval ou en amont du texte, mais d'autres textes encore qui le citent ou qu'ils citent. D'autres formes d'écriture ont pour effet soit de concentrer l'attention sur un objet unique et irremplaçable (cas du roman ou du poème) soit de transmettre de l'information (cas du manuel, de l'annuaire, etc.). Or cet article est, par définition, remplaçable puisqu'on doit pouvoir construire sur lui. S'il est vrai, il est repris en une demi-phrase dans un autre article ; s'il est faux, il peut être, soit repris dans un autre pour être contesté, soit complètement ignoré⁸. Pas plus qu'il ne ressemble à un roman cet article ne ressemble à un annuaire. En fait la quantité d'information transmise par ces pages est faible si on laisse de côté le cas du paragraphe 3. Il ne faudrait pas prendre pour de l'information l'ensemble des mots techniques — « diencéphale », « TRF », « acétate de pyridinum » — car ils désignent justement ce qui, pour le petit groupe de pairs auquel l'article est destiné, ne fait pas question. Les termes « barbares » peuvent rendre le texte obscur au lecteur non informé mais n'apprennent rien de nouveau aux lecteurs scientifiques. Quelle est donc la nouvelle information transmise qui justifie que le texte ait cinq pages ? Ce texte ne transmet pas d'information ; il agit. Pendant cinq pages il cherche à convaincre. De quoi ? Qu'un mouvement important, qu'une

opération importante a été faite dans la littérature. Qui cherche-t-il à convaincre ? Le groupe des pairs, par définition le plus difficile à convaincre et composé de gens mis en cause par le « coup ». Comment va-t-il chercher à convaincre ?

Par d'autres textes produits dans le laboratoire et « produits » ici comme preuve. C'est l'analyse de ce « coup » — au sens politique, sportif ou ludique du terme — qui va nous permettre d'entrer dans le contenu de l'article. L'opération effectuée par l'article est résumée dans le titre et explicitée dans le paragraphe 1. Dans la première phrase le sujet parlant (i.e. le ou les auteurs) est remplacé par un impersonnel (« de nombreux résultats ») qui « ont conduit » à la modalisation d'une proposition. La modalisation est marquée deux fois, d'abord par le verbe « postuler », puis par l'emploi du conditionnel (« qui serait »). La proposition pourrait se traduire en langage courant : il existe dans l'hypothalamus une sub-stance qui contrôle la sécrétion par l'hypophyse de l'hormone TSH, laquelle à son tour, règle la sécrétion des hormones de la thyroïde⁹. L'action du texte se traduit par une double transformation dans la deuxième phrase. À la place de l'impersonnel (« de nombreux résultats ») apparaît le sujet parlant : « nous montrons » ; à la place de la modalisation (« postuler l'existence d'une substance qui serait ») apparaît l'affirmation : « l'existence d'une substance qui correspond aux caractéristiques attendues ». Par la mise en scène de cette double transformation une possibilité discutée devient une existence indiscutable. Pour comprendre ce mouvement il faut en saisir l'enjeu. Depuis vingt ans un paradigme s'était constitué à partir des données de la physiologie selon lequel le système endocrinien, loin de se régler lui-même (*feed-back*) pourrait être contrôlé par le système nerveux, via l'hypothalamus. Ce paradigme n'est plus contesté dans les années soixante. Mais comme l'ontologie implicite de l'endocrinologie est résolument substantialiste, un sous paradigme devait être établi, posant l'existence de substances qui seraient, comme chez Aristote, homogènes, spécifiques et discrètes. Or, jusqu'à cet article, la neuroendocrinologie présente un chaos de résultats, de prétentions, de preuves et de contrepreuves, mais aucune substance nettement identifiée. Cet article, au contraire, — ou plus exactement, le groupe d'articles qui l'entoure — construit un objet au contour net ; c'est du moins ce qu'il dit et ce que les autres textes qui le citent reconnaissent. Tout texte cherche à convaincre, mais le texte scientifique obtient cet effet en développant des couches de textes qui se correspondent et qui servent l'une à l'autre de référent. Ici par exemple, le bioétalonnage, les étapes de la purification, les règles de la méthode, l'analyse statistique, tout concorde. Cette concordance rompt avec les discordances qui la précèdent. Où il y avait des prétentions il y a maintenant un *objet*. Pour réaliser l'enjeu de ce mouvement, il faut savoir qu'il a fallu plus de huit ans, une centaine d'articles, plusieurs millions de dollars et une demi-douzaine de personnes pour passer de cet article de 1962, qui montre l'existence de cette substance, à un

article de 1969 dans lequel sa formule chimique est démontrée (*Comptes rendus Académie des sciences*, t. 269, 12.9.1969). Le texte de 1962 vérifie le paradigme, le concentre en trois mots (« de nombreux résultats ») et une référence (« voir la récente revue de Bogdanove (1) », p. 1, l. 5). Par cette action le champ d'argumentation qui le précède est rendu obsolète. Un nouveau champ commence que l'on pourrait intituler « isolation et caractérisation du TRF ». Lorsqu'en 1969 la formule chimique de cette substance est établie, toute la littérature produite pendant huit ans devient à son tour obsolète. Toutes les études partent dorénavant de ce papier final et ouvrent à partir de lui d'autres champs. Le champ de discussion peut être défini par une stricte intertextualité, une centaine de papiers qui font explicitement référence les uns aux autres et disparaissent tous dans le dernier.

Le détour par la polémique

La position que l'auteur veut emporter est déjà prise. « Plusieurs auteurs ont déjà dit avoir mis en évidence et purifié la substance TRF » (p. 1, l. 12). Il va donc falloir les déloger de cette position qui commande l'ouverture du champ d'étude. La contestation se fait par un effet de style (« ont dit avoir montré ») qui s'oppose bien sûr au « nous montrons » de la ligne 6. La même opération aurait pu se faire plus brutalement ou plus délicatement. Dans un article américain on aurait une remarque polie constatant que les résultats des deux laboratoires ne correspondent pas. À ce niveau les habitudes professionnelles et nationales, l'éducation personnelle et l'art de bien écrire peuvent intervenir pour moduler des opérations d'écriture qui échappent largement à leur auteur. L'étude des opérations que nous présentons ici n'est pas réductible à celle d'un style individuel. Elle renvoie dos à dos ceux qui prétendent que, dans un article scientifique, « il n'y a pas de style », ou ceux, au contraire, qui n'y voient que le reflet d'un style particulier. Choisir l'une ou l'autre de ces positions, c'est ne pas faire la différence entre les stratégies de l'écriture scientifique imposées par l'état du savoir, les rhétoriques imposées par la communauté scientifique et les petites tactiques de style décidées par l'individu.

Suivent dix lignes de combat — agonistique ou polémique comme on voudra — dans lequel des Noms-Articles (« Libert (6) », « Reichlin (7) ») et non des personnes sont mis en cause. L'agonistique en science obéit à des règles particulières et consiste, dans cette partie, à réintroduire des modalisations dans des énoncés dont la prétention était de s'en passer. L'énoncé scientifique existe en effet sous deux formes : la forme d'énoncé simple et la forme modalisée. La réussite, si l'on peut dire, pour une affirmation de science exacte est de circuler nue, sans aucune modalité sous la forme « A est B ». Son échec est de rester engluée dans ses modalisations (certains prétendent

que « A est B »)¹⁰. La plus sévère attaque qu'on puisse imaginer est par conséquent de tourner une assertion quelconque et de la replonger dans les conditions de sa production. Ainsi : « L'un de nous a exprimé ses réserves sur les conclusions de Shibuzawa et coll. » (p. 1, l. 14), « n'ont pas été réunies toutes les conditions nécessaires pour affirmer que la fraction active de Schreiber et coll. n'agit que... » (p. 1, l. 19). D'autres Noms-Articles sont, de plus, appelés pour soutenir cette attaque : « Reichlin (7) vient d'ailleurs de confirmer notre point de vue » (p. 1, l. 15). À la place des énoncés simples : « il existe un TRF », « A est B », on ajoute différents types de modalisateurs, soit dans le cas d'un auteur : X a dit que « A est B » ; dans le cas d'une argumentation : les conclusions de X menant à l'énoncé « A est B » ; dans le cas de manipulations : les expériences *in vitro* qui permettent à X de conclure que « A est B ». On prétend toujours que l'idéologie scientifique est une représentation de type théâtral qui cache les coulisses et offre au public un déroulement théorique sans personnage ni histoire. Or, dès qu'on approche de l'activité scientifique réelle, on s'aperçoit que cette idéologie n'est pas celle des savants, mais plutôt celle que les philosophes veulent leur imposer. L'opération scientifique par excellence n'est pas de cacher les conditions de production mais de les mettre à la place de la représentation que les auteurs cherchent à monter. Le résultat peut être désastreux pour l'auteur pressé qui cherche à se débarrasser le plus vite possible de toutes ces conditions. On peut même définir la frontière d'une science comme ce lieu où des énoncés sont constamment replongés par les adversaires dans les conditions expérimentales qui les ont produits. Toute science « froide » au contraire se présente comme un enchaînement d'affirmations ; aussi longtemps du moins qu'un changement de front ne vient pas mobiliser de nouveau les énoncés et révéler leur origine réelle¹¹.

Le droit de dire et le devoir-faire

Dans l'agonistique est contesté le *droit de dire* (que la fraction active est attribuable à la substance TRF). L'enjeu du débat est donc l'autorité. Ils disent qu'ils ont isolé le TRF mais si l'on regarde de près leurs titres on s'aperçoit qu'ils n'en ont pas le droit. La Note, tout au contraire, a pour but d'emporter la conviction du lecteur : je pouvais ne pas croire à l'existence de la substance TRF ; maintenant je ne peux pas ne pas y croire ; je pouvais croire que Shibuzawa l'avait isolée, maintenant je ne peux plus le croire. Le transfert d'autorité est indissolublement professionnel et intellectuel. Celui qui est *capable* dans l'article *d'accumuler assez d'autorité pour convaincre* définitivement qu'il a bien montré l'existence de la substance TRF, s'assure la domination du nouveau champ d'étude. En effet, l'opération de convaincre va déclencher dans l'« âme » des pairs la reconnaissance. Autrement dit, l'auteur va recevoir du

crédit. Ce crédit — marqué quantitativement par les citations¹² — peut se convertir à l'intérieur de la profession en position et en fonds de recherche lesquels, réinvestis dans le laboratoire, vont permettre d'augmenter la « mise » et de mener la substance plus loin. Bien qu'il soit beaucoup trop tôt pour faire l'analyse complète du crédit dans les sciences exactes, on voit que le droit de dire (autorité intellectuelle) entraîne un pouvoir de convaincre qui, par l'intermédiaire de la reconnaissance qu'il suscite, fonde à son tour un nouveau droit (professionnel) de dire¹³. Ces questions de droit sont manifestées plusieurs fois dans notre texte par des modalités qui devraient n'avoir aucune place si la science s'écrivait comme les philosophes le disent. Il en est ainsi de « les réserves doivent s'appliquer » (p.1, l. 15) et « toutes les conditions nécessaires n'ont pas été réunies » (p.1, l. 19) qui s'opposent aux phrases de la ligne 7 « qui correspondent aux caractéristiques attendues » et p.2, l. 43 « qui correspond aux caractéristiques hypothétiques attendues ». Tout se passe comme si le texte tournait autour d'un point de droit et comme si l'accord ou le désaccord avec ce point conférerait ou était l'autorité de dire.

Or, par un intéressant détour, le premier auteur de l'article a, dans un texte précédent, défini les « treize critères » qu'il faudrait avoir remplis pour pouvoir conclure que l'on a bien observé une hormone hypophysiotropique et non pas un *artefact*. Les treize critères définissent les règles du jeu sans lesquelles le combat qui précède aussi bien que le montage expérimental qui suit seraient incompréhensibles. Il suffit d'un coup d'œil sur le texte du *Journal de physiologie*^{***} pour saisir l'omniprésence des modalités déontiques (exprimant le devoir faire), comme « il faut », « il faudrait », « on doit s'attendre ». Il ne s'agit pourtant pas d'un texte juridique qui tirerait son droit d'une loi transcendante, d'une loi naturelle ou d'un précédent. Chaque requisit est directement tiré d'une longue série d'échecs expérimentaux (dix années sur le CRF sans produire une substance au contour net), tels qu'ils sont réfléchis par quelqu'un qui, selon le mot de Nietzsche, ne veut ni tromper ni être trompé. Si l'on cherchait un équivalent politique à ce manifeste on le trouverait dans la notion, chère à Stephen Toulmin de « coup d'état » ou, même, de règlement de compte avec soi-même ou avec les autres. En treize points ce texte définit les conditions de l'autorité dans un nouveau domaine. Si je *veux savoir*, alors je *dois faire* les opérations énumérées de 1 à 13 pour *pouvoir dire* (que A est B). Le droit est la façon dont le vouloir savoir se traduit en ascèse expérimentale. Les concurrents dans le champ d'étude, au fond, ne veulent pas savoir. Du paradigme ils concluent sans grand risque qu'il doit y avoir un TRF et ils le voient en effet. Ils vivent du paradigme, ils n'ouvrent pas un nouveau champ. Mais si le vouloir est tendu comme un arc et si l'on veut mener de TRF, substance que l'on montre (article de 1962) à TRF, substance que l'on nomme chimiquement (article de 1969), alors il faut être absolument sûr qu'au point de départ

on a bien du TRF et *pas autre chose*. La polémique contre les autres n'est que la conséquence d'une polémique contre soi-même, et la mesure de cette polémique est donnée par la force du vouloir. C'est parce que l'on ne s'autorisera pas à dire qu'on a vu du TRF avant d'avoir obéi aux treize critères, que l'autorité des autres va se trouver défaite. Le résultat en vaut la peine, c'est la génération d'un nouveau champ d'étude dont on sera l'autorité indiscutable.

Le pouvoir de prouver

Nous avons étudié jusqu'ici les marques sociologiques, puis les références, enfin la stratégie des mouvements que l'article effectue dans la littérature. Nous devons maintenant étudier ce qui rend possible cette stratégie. Les paragraphes 3, 4 et 5 (partie B) paraissent si « techniques » qu'ils semblent irréductibles à toute analyse sociologique. Laissons de côté pour l'instant le paragraphe 4 qui n'est que l'annonce d'articles parus ou à paraître. Si l'on considère le paragraphe 5 et qu'on le superpose à la table des treize critères, on s'aperçoit que chaque phrase *vient* de l'un des critères et *va* vers la partie A du texte (paragraphes 1, 2 et 6) pour la rendre possible. Cette partie n'est donc pas plus « technique » que la première. Loin de nous donner ses protocoles et ses registres, l'auteur argumente, mais il argumente avec d'autres textes. Il apparaît donc impossible de distinguer les données qui seraient « dures » et les hypothèses qui seraient « molles », car le montage expérimental tout entier est *depuis l'origine* un stratagème pour marquer un point dans le combat qui mène au convaincre. Bien malin qui maintiendra dans un tel article la différence philosophique entre l'hypothèse et la vérification. Si l'on veut trouver une différence il faudrait la chercher du côté des images militaires entre le front et l'intendance, ou du côté du jeu entre les jetons accumulés et le coup qui les risque. En conclure que les instruments sont inutiles ou que les expériences sont secondaires, c'est n'avoir jamais combattu et n'avoir jamais joué.

Le paragraphe 5 relate des épreuves qu'on a fait subir à des extraits d'hypothalamus et qui produisent des effets. Ces effets sont presque toujours des jeux d'écriture (diagramme, spectre, courbes, photos) sur des surfaces d'inscription. Les paragraphes 3 et 4 rappellent dans quel type d'instrument — le bioétalonnage — et sur quel type d'« écran » les effets sont recueillis. D'autres articles rapportent précisément comment le bioétalonnage s'est constitué. Il a fallu d'énormes efforts pour mettre au point l'écran sur lequel une image comme celle de la page 4 de l'article a pu se dessiner. C'est grâce à une combinaison d'habileté manuelle, de flair

expérimental et d'intelligence que, pour la première fois, fut captée sur l'instrument une forme stable : le pic de retardement sur lequel se surimpose le résultat du test d'activité TRF.

C'est ce qui explique l'effet du paragraphe 3 sur le petit groupe de lecteurs. Le nombre d'hypothalami est nouveau et tranche sur les petites quantités utilisées jusqu'ici. L'utilisation de la pyridine ainsi que d'une colonne « Sephadex G 25 » introduit une méthode qui commence à peine. De même l'usage du rat au lieu de la souris dans le paragraphe 4 introduit un élément nouveau. La partie la plus importante pour évaluer le crédit des affirmations qui précèdent se trouve là. En effet tout récit scientifique est précédé d'un récit « instrumental » — au sens du mot dans l'analyse littéraire —, comme lorsqu'on décrit l'épée qui va servir à l'épreuve glorifiante du héros. Par ce récit les conditions d'accumulation du crédit (faits, résultats) sont définies. Dans le cas présent l'argument devient fort par ce seul paragraphe technique. On sait à le lire que ces nouvelles méthodes vont enfin supporter les affirmations. Toutefois cette histoire de l'instrument ne nous intéresse pas ici, puisque dans le paragraphe 5 elle est considérée comme achevée.

La page 3 de l'article donne le détail des épreuves subies, à l'intérieur de l'instrument, par les fractions purifiées. À la fin de chaque épreuve on trouve un chiffre. Ces tables ne donnent évidemment pas les résultats bruts et ne suivent pas les méandres de l'expérience réelle. Ce sont des tables de chiffres « nettoyés » et prêts à rentrer, à tout instant, dans l'argumentation. Regardons une fois de plus cet empilement si caractéristique du texte scientifique. La page 3 résume un long protocole en quelques chiffres mobilisés. Le paragraphe 5 mobilise les chiffres de la page 3, mais aboutit à une modalisation et non à un chiffre. Le paragraphe 1 à son tour utilise les modalisations du paragraphe 5, mais son résultat, loin d'être une modalisation, est un coup dans la littérature.

Cette accumulation de textes peut être résumée en un graphique. Les récits instrumentaux couvrent la Note, le texte des treize critères définit l'autorité. Au milieu s'empilent les couches textuelles de notre article. En amont on trouve les autres papiers qui sont transformés par l'opération du texte et en aval ceux qui le transforment. Ce caractère d'empilement explique pourquoi un laboratoire est une unité de production fort différente d'une usine. L'usine pharmaceutique produit des matières qui produisent de l'argent ; le laboratoire produit des matières, qui produisent des chiffres, qui donnent des modalisations, qui emportent la conviction. Dans le premier cas on a des substances vendues, dans l'autre des énoncés crédités. En fait¹⁴ le jeu entre ces deux équivalents universels — l'argent comme capital et l'information — est plus complexe.

L'autorité des faits

Nous avons affirmé que le paragraphe 5 établissait des modalisations — i.e., argumentait —. La phrase « deux zones d'activité sont constamment retrouvées » n'est pas une simple constatation. C'est une forte modalisation qui permet de dire qu'il s'agit d'une substance et non d'un *artefact*. Cette constance en effet, répétée p.2, l. 29, est justement ce qui faisait défaut aux autres démonstrations. Que des effets constants soient obtenus « à partir de l'hypothalamus » alors qu'aucun effet n'est obtenu sur « l'extrait acétique du cortex cérébral » n'est pas rapporté pour le plaisir de soumettre une curieuse information, mais pour prouver que l'expérience obéit à la loi n. 1. Par cette phrase une nouvelle objection est dénouée et le droit de dire est renforcé. L'épreuve de la table 2 (page 3 de l'article) est relatée à la ligne 25 du paragraphe. L'expérience sur laquelle elle se fonde avait été imaginée, depuis le début, pour obéir à la loi n. 3, qui demandait que la stimulation se fasse en suivant une fonction linéaire du log. de la dose injectée. Une fois de plus l'accord entre les conditions posées par la loi et celles obtenues dans l'épreuve permet de créditer d'un point l'affirmation selon laquelle le TRF est présent. Nous avons jusqu'ici employé le mot d' « épreuves » pour désigner ce qui devrait apparemment recevoir le nom d' « expérience ». L'expérience, celle qui s'est passée pratiquement dans le laboratoire avec des animaux, des bocaux et des instruments, n'est pas relatée ici, ce serait trop long et surtout inutile. À la place de l'expérience, le paragraphe 5 met en jeu des « épreuves » au sens littéraire du terme. Ces épreuves sont compliquées dans le cas présent par l'absence de leur véritable enjeu lequel se trouve dans la table des treize critères. Prenons par exemple la ligne 10. On se trouve en face de deux fractions actives. Comment distinguer la « bonne » de la « mauvaise » fraction ? En leur faisant passer une épreuve, définie par la loi n. 6 : pour pouvoir dire qu'il s'agit d'une hormone hypophysiotrope, l'activité doit cesser après hypophysectomie. Pas un mot n'est dit de l'expérience réelle, telle qu'elle s'est déroulée dans l'espace et le temps, mais l'épreuve textuelle est claire et peut être résumée ainsi :

fraction A	hypophysectomie	activité
fraction B		pas d'activité

La première et la troisième colonnes définissent les acteurs et la colonne centrale l'action ou dans ce cas l'instrument. Mais il est clair que l'épreuve, si on l'arrête à ce point, est dépourvue de toute signification. Son sens n'est visible que si l'on ajoute à droite une seconde épreuve, celle-ci de conviction :

fraction A	hypophysectomie	activité	requisit n. 6	ne peut en aucun cas être TRF
fraction B		pas d'activité		peut sans contradiction être TRF

Il serait fastidieux de reprendre ainsi tout le paragraphe mais chaque phrase a la même organisation. La fraction B est jugée différente de la TSH pour obéir à la loi n. 10, de la vasopressine, de l'oxytocine et enfin du TSH retard. À chaque fois c'est, dans la tête du lecteur informé, un argument qui s'effondre, une réticence qui se renforce, une objection qui se dénoue. Ce paragraphe n'est pas « technique » ; c'est une discussion dont la forme particulière est faite d'une triple référence aux tables de la page 3, à la table des 13 règles et à la partie A du texte. Il s'agit, en d'autres termes, d'une forme particulière de rhétorique.

La première phrase du paragraphe 6 qu'il nous reste à étudier, vérifie amplement le point de vue que nous avons adopté. Tout se passe comme si elle totalisait les effets de conviction produits par chaque phrase du paragraphe 5. « Les activités décrites plus haut (...) correspondent aux caractéristiques hypothétiques attendues de la neurohumeur TRF » (p. 2, l. 43). La boucle est bouclée, le « coup » est fait : le nom TRF désigne maintenant dans l'esprit des lecteurs-concurrents un objet net. Huit ans après il changera de nouveau de contenu et se mettra à désigner Pyroglu-His-Pro-NH₂. Aux deux modifications de signifiés le nom de l'auteur principal, à la fois individu et groupe, se trouvera si bien attaché, qu'une sorte d'éternité lui sera dévolue. Pourtant l'article ne s'arrête ni sur les totaux qui permettent de créditer l'assertion, ni sur un cri de triomphe. Il finit au contraire sur une opération de prudence. À la l. 40, p. 2, on peut lire que les activités sont « attribuables à une ou plusieurs substances ». Aussitôt obtenu, le crédit se donne de nouvelles limitations. L'activité est attribuable à une substance, il n'est pas dit qu'elle est la substance : première prudence. Elle est attribuable à une ou plusieurs substances : deuxième prudence. Et enfin, admirable accumulation de modalisations, « sans pour autant préjuger que la substance TRF ainsi mise en évidence correspond certainement au médiateur physiologique » (p. 2, l. 44). Rien ne permet de dépenser le crédit indiscutable obtenu par cette Note en soutenant qu'est vrai dans le corps ce qu'on a prouvé dans le laboratoire : troisième prudence. La prudence est un stratagème, nous le savons depuis les Grecs, par lequel on se protège d'avance contre les attaques et par lequel, dans le cas présent, on donne discrètement une leçon de conduite scientifique à ceux qui, comme Shibuzawa, ont couru le risque de donner la composition chimique d'une substance à peine isolée.

Dans cet article nous avons opéré deux transformations : une extension et une inversion. Nous avons étendu à un article de science exacte une analyse dont les concepts ont été forgés pour les textes littéraires ; nous avons montré que la littérature scientifique est une partie de la littérature, invitant par là d'autres chercheurs à ne pas se laisser intimider par l'aspect rébarbatif des textes scientifiques. Toutefois il serait impossible d'élargir l'analyse que nous avons faite au « genre » scientifique (s'il existe) ; il ne s'est agi dans cette étude que d'un article et d'un seul. Le renversement consiste en ceci : on étudie toujours la science en termes spéculatifs comme une activité tournée vers la nature. Nous avons inversé ce rapport et considéré la production scientifique, en des termes plus militaires, comme une série d'opérations tournées vers le champ d'étude, lui-même identifié avec la littérature de frontière. Dans ce schéma la nature procure les munitions par lesquelles les coups sont rendus imbattables. Nous avons ainsi réintroduit des personnages que l'on croyait impossibles sur la scène théorique : le Stratège, le Droit, le Combat, le Vouloir et surtout la Rhétorique. Nous avons donc rempli l'une des conditions de la sociologie des sciences qui est de redécouvrir la société dans la rationalité, et, seule de toutes les sciences, le désordre sous l'ordre. Aussi simpliste et limitée que soit l'analyse qui précède, elle permet d'ouvrir trois directions pour la recherche qui ne fait que débiter. La première est directement littéraire : qu'est-ce qu'un bon ou un mauvais article scientifique ? Chaque chercheur actualise dans ses évaluations une « compétence », au sens linguistique du terme, qui n'a jamais été mise au jour et qui définit à l'intérieur des sciences les plus quantitatives d'innombrables degrés de qualité. La seconde direction est plus proprement philosophique : qu'est-ce qu'une théorie et comment tracer une différence réelle entre la rhétorique et la démonstration ? Dans la mesure où l'on découvre de l'agonistique là où l'on attendait de la déduction, et de la production là où l'on attendait de la représentation, l'idée que les philosophes se font de la science et de leur propre discours théorique, doit se modifier quelque peu. La troisième enfin, directement sociologique, pose la question du crédit scientifique. L'économie de la science étudie comment le capital investi accroît la production ; la sociologie américaine des sciences, comment le capital symbolique (l'autorité) est accumulé par les savants ; l'épistémologie, comment l'argumentation devient forte ou faible. Il est temps d'étudier la science du point de vue d'une économie générale du crédit, en appelant crédit à la fois, le capital-argent, le capital-autorité, le capital-données et l'accréditation. C'est à l'étude de l'accumulation, de la circulation et de la transformation de ces différentes formes de crédit, que cet article prépare.

Post-scriptum(Actes de la recherche)

Les objections qui ont été adressées à cette analyse par un des auteurs de l'article étudié et que Bruno Latour a bien voulu nous communiquer, se rangent sous trois chefs principaux :

fétichisme du texte :

L'article n'est qu'un moyen de transmission et n'a pas d'importance en tant que tel.

Ce qu'il y a finalement, sous les textes, c'est bien la Nature.

Les effets réels s'exercent sur d'autres corps, non sur des textes.

cécité à l'information transmise et au caractère concret de l'expérimentation :

On va conclure que nous avons rempli cinq pages pour dire ce qu'on aurait pu dire en deux lignes. Ce texte est au contraire bourré d'information.

Si l'on ne donne pas le détail des livres de protocoles, ce n'est pas pour cacher quoi que ce soit. C'est simplement inutile.

Les résultats donnés ne sont pas des " jeux d'écriture " ; il faut parler plutôt de " symboles " ou de " langues ". Les résultats sont simplement *traduits* par des instruments (...) nous n'avons pas d'autres moyens de les atteindre, mais les effets réels sont indépendants. Avec toutes les données nous construisons une image complète, cohérente.

vision naïvement cynique et agonistique des stratégies scientifiques et sous-estimation des obstacles épistémologiques :

tout est ramené à des motivations personnelles, comme si le scientifique était matois ou rusé. Nous étudions, nous ne jouons pas.

On découvre, on ne crée pas. De temps à autre, des rapports d'idées qui n'avaient pas été faits sont proposés. Nous construisons des " trucs ".

Combien de temps ne faut-il pas pour enlever un faux concept ? Combien d'années pour démolir petit à petit une erreur qui traîne ?

Notes

- * Nous en publions aussi la traduction vers l'anglais aux pages 115-135 de ce numéro [Note de la rédaction].
- ** Ce texte est reproduit aux pages 107 à 110 du présent numéro de *Technostyle* [Note de l'éditeur].
- 1 Cf. les études classiques de D. de Solla Price, *Little Science-Big Science*, New York, Columbia University Press, 1965 ; cf. une récente application in C. Mullins, « The Development of a New Scientific Specialty », *Minerva*, 10, 1972.
- 2 À la notable exception de J. Gusfield : « The Literary Rhetoric of Science », *American Sociological Review*, 41 (1), fév. 1976. Mais cette étude porte sur une science « soft », qui imite le style qu'elle croit être celui des sciences « hard ». De là les conclusions de l'auteur, tout à fait différentes des nôtres.
- 3 Nous faisons référence aux études classiques de G. Genette, *Figure III*, Paris, Éd. du Seuil, 1972 ; de É. Benveniste, *Essais de linguistique générale*, vol. 1, Paris, Éd. du Seuil, 1970 ; de A. Greimas, *La sémantique structurale*, Paris, Larousse, 1966.
- 4 Cf. A.J. Greimas, *Sémiotique et sciences humaines*, Paris, Éd. du Seuil, 1976.
- 5 Un exemple remarquable dans M.J. Mulkey and D.O. Edge, « Cognitive, Technical and Social Factors in the Emergence of Radio Astronomy », *Information sur les sciences sociales* 12(6), déc. 1973, pp. 25-71. Dans une optique complètement différente, cf. Michel Foucault, *Les mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966.
- 6 En particulier H. Zuckermann : « Patterns of Name Ordering among Authors of Scientific Papers », *American Journal of Sociology* 74(3), nov. 1968.
- 7 Il faut signaler que les *Comptes rendus* ne publient que des Notes et non des articles. Ces notes n'ont pas d'autre but, selon le mot de l'auteur : « que d'intriguer le public scientifique pour qu'il soit presque sûr d'être convaincu et qu'il décroche son téléphone pour demander les renseignements qui manquent dans une Note aussi courte ».
- 8 L'article peut être lu tant qu'il se trouve à la frontière de la discipline. Quand il est intégré dans la science froide il n'a plus à être relu sauf pour vérifier des méthodologies, refaire l'histoire d'une discipline ou mesurer le chemin parcouru. Toutefois même sans être lu ou relu il peut être cité. Le mot « utilisé » ou « dépecé » serait plus juste que « lu ». Il est possible grâce au *Science Citation Index* d'évaluer qui a utilisé l'article et pendant combien de temps. Les résultats sont les suivants : cet article a reçu quarante citations depuis 1964 dans des articles extérieurs au groupe et quatorze dans ceux du groupe. Onze articles confirment qu'il est bien le premier à avoir mis en évidence l'activité TRF, confirmation qui vient aussi bien des fondateurs du paradigme que des compétiteurs directs. Sept confirment le texte mais le citent avec ceux des auteurs dont il cherche à se distinguer. Parmi les cinq auteurs qui le citent pour des raisons techniques un seul cite un détail qui peut passer pour de l'information, le « débit de 50-60 ml/h », p. 1 (l. 29).

- 9 Pour une récente présentation du problème en français, cf. Schally et Kastin, « Les hormones de l'hypothalamus », *La recherche*, 63, janv. 1976. Article intéressant parce qu'écrit par le compétiteur du groupe. L'histoire est différente, et même le nom donné aux substances.
- 10 Il ne faut pas confondre l'éponymie (par exemple : l'effet Compton) avec la persistance des modalités. L'une est le comble du prestige scientifique, l'autre une marque de critique ou de dérision. Ainsi quand on dit la « GHRH de Schally ne s'est pas montrée active dans nos mains » on veut dire qu'il n'y a là qu'une substance locale qui ne peut circuler comme GHRH. En ce cas le génitif est une marque de dérision.
- 11 Même plusieurs années après il est possible d'ouvrir les livres de protocoles et de recalculer les données brutes. Malgré l'idée dominante, l'énoncé scientifique n'est jamais libre de ses modalités, contrairement à l'œuvre d'art qui les fait disparaître et à l'idéologie qui les maquille.
- 12 Cf. un récent article de Chubin and Moitra, Content Analysis of References : Adjunct or Alternative to Citation Counting, *Soc. St. of Sc.*, vol. 15, n. 4, nov. 1975, p. 423.
- 13 Cf. P. Bourdieu : « Le champ scientifique », *Acte de la recherche en sciences sociales*, 2-3, 1976.
- *** Ce texte est reproduit aux pages 112 et 113 du présent numéro de *Technostyle* [Note de l'éditeur].
- 14 Cette remarque, beaucoup trop grossière, n'est là que pour annoncer une étude à faire.

Références

- Benveniste, E. (1970). *Essais de linguistique générale* (Vol. 1). Paris: Éditions du Seuil.
- Bourdieu, P. (1976). Le champ scientifique. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2-3.
- Chubin, D. & Moitra, S. (1975). Content analysis of references: adjunct or alternative to citation counting. *Social studies of science*, 5 (4) 423–41.
- Foucault, M. (1966). *Les mots et les choses*. Paris: Gallimard.
- Genette, G. (1972). *Figures III*. Paris: Éditions du Seuil.
- Greimas, A. (1976). *Sémiotique et sciences humaines*. Paris: Éditions du Seuil.
- Gusfield, J. (1976). The literary rhetoric of science. *American sociological review*, 41 (1).
- Latour, B., & S. Woolgar. (1986). *Laboratory life: the construction of scientific facts, second edition*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Mulkay, M. J. & Edge, D. O. (1973). Cognitive, technical and social factors in the emergence of radio astronomy. *Information sur les sciences sociales*, 12 (6), 25-71.
- Mullins, C. (1972). The development of a new scientific specialty. *Minerva*, 10.
- Schally and Kastin (1976). Les hormones de l'hypothalamus. *La recherche*, 63.
- de Solla Price, D. (1965). *Little science-big science*. New York: Columbia University Press.
- Zuckermann, H. (1968). Patterns of name ordering among authors of scientific papers. *American journal of sociology*, 74 (3).