

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Band: 47 (1994)
Heft: 2: Archives des Sciences

Artikel: Pour une histoire spécifique de la méthode en biologie
Autor: Buscaglia, Marino
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740180>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Archs Sci. Genève	Vol. 47	Fasc. 2	pp. 137-154	Septembre 1994
-------------------	---------	---------	-------------	----------------

Communication présentée à la séance du 3 février 1994

POUR UNE HISTOIRE SPÉCIFIQUE DE LA MÉTHODE EN BIOLOGIE

PAR

Marino BUSCAGLIA*

ABSTRACT

Towards a specific history of the method in biology. - We propose to overcome some difficulties present in the internalist approach to the history of science by focusing on some specific aspects of internal (science as science not as a social activity) methodological scientific activity only. This approach may seem somehow paradoxical and exaggeratedly controversial. It is our claim that some structures and functions are only revealed through this kind of hyperinternalism, which we propose as a necessary first step leading to an accurately founded, new synthesis. It enunciates the specific elements for such a synthesis.

INTRODUCTION

L'intérêt pour les méthodes et pour les connaissances en train de se faire, qu'il s'agisse des découvertes scientifiques ou des oeuvres d'art, est devenu un genre majeur du XX^e siècle. Le relativisme culturel et la critique des référents ont enlevé aux oeuvres et aux savoirs leur caractère d'accomplissement et de vérité définitive pour déplacer l'attention sur les processus constitutifs. Tout se passe comme si la signification des objets culturels ou de science retrouvait dans leur genèse l'importance qu'elle a perdue en tant qu'elle-même. Ce déplacement caractéristique d'aujourd'hui a des racines très anciennes et touche aussi bien les lettres, les beaux-arts que les sciences. De *l'Art d'écrire* du Chinois LU CHI¹ jusqu'au *Journal des Faux Monnayeurs* de GIDE², en passant par HORACE³ ou par le *Discours de la Méthode* de DESCARTES et *l'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* de Claude BERNARD, les exemples foisonnent. Dans le domaine des sciences, on reconnaît volontiers que les savants doivent se préoccuper de la méthode qui est leur "art" de fonctionner. ARISTOTE, Francis BACON ou SENEBIER se sont exprimés explicitement à ce propos et dans la philosophie analytique contemporaine la méthode tient souvent lieu de contenu. L'importance grandissante de l'histoire et de la philosophie des sciences participe de la même tendance⁴. Les crises fondamentales de la conscience scientifique qui, comme les géométries non euclidiennes, l'infini de CANTOR, la théorie quantique

* Histoire et Philosophie des Sciences, Pavillon des Isotopes, 20 Bd d'Yvoy, CH-1211 Genève 4

etc., ont ébranlé les naïves certitudes réalistes qui dominaient au début du XIX^{ème}, ne sont pas étrangères à ce mouvement. Elles ont mis à l'ordre du jour la réflexion épistémologique. Il n'est plus suffisant au XX^{ème} de raconter la science ou de la pratiquer, on veut également en comprendre la nature et la logique profondes⁵. SENEBIER et Claude BERNARD ont reconnu l'importance des méthodes et se sont attachés, avec d'autres, à décrire des procédures qui seraient spécifiques à l'étude du vivant. Comprendre ce qu'est la science, la saisir dans le moment où elle se fait, en éclairer les nécessités présentes et passées, en déterminer les possibilités logiques, philologiques et philosophiques sont aujourd'hui des activités majeures qui animent aussi bien les recherches des philosophes analytiques que celles des historiens des sciences.

Cet article participe du même mouvement très général bien qu'il restreigne fermement le champ de son application à quelques exemples pris dans l'histoire des sciences de la vie.

Si je reviens une fois de plus sur le problème de la spécificité des études d'histoire des sciences et sur leur différenciation, c'est parce qu'il s'agit d'un problème crucial qu'il est nécessaire de clarifier afin de bien comprendre la signification des recherches que nous poursuivons et pour éviter que des malentendus ne subsistent.

Pour les **naturalistes**, les procédures scientifiques ont un tel degré d'évidence qu'elles peuvent paraître naturelles et banales. Pourquoi en faire l'histoire? Malgré leur "petit air" de philosophie, elles se confondraient avec les techniques et les instruments. Pour les **historiens**, elles forment un ensemble trop limité et restreint, peu digne d'intérêt. Elles ne prendraient leur sens que liées à d'autres dimensions socio-culturelles.

Il est pourtant nécessaire de les différencier dans un premier temps, de les séparer des autres dimensions de la science, pour faire apparaître des objets historiques fondamentaux qui sans cela resteraient invisibles. Cette prétention peut étonner les naturalistes qui révèrent avant tout les découvreurs de "faits" ou les créateurs d'institutions, ceux qui, comme GESNER ou Augustin-Pyramus de CANDOLLE, constituent des flores monumentales ou des faunes remarquables plutôt que ceux qui font évoluer les méthodes et les concepts qui inspirent la recherche, comme Charles BONNET ou François REDI. Pour l'historien attentif, chaque élément de l'histoire des sciences importe. S'il est légitime de s'intéresser au créateur local d'un jardin botanique (un remarquable instrument socio-culturel), d'en connaître les antécédents, les modèles, l'apogée et les conséquences pour la science, il est tout aussi justifié de s'intéresser aux étapes intimes de la constitution de la méthode scientifique et particulièrement à l'histoire des répertoires de procédures et des règles pragmatiques indispensables aux sciences concrètes. Il faut sans nul doute autant d'effort pour maîtriser la notion de témoins et pour pressentir qu'elle constitue l'une des bases de la légitimité du discours scientifique que pour inventer le microscope, découvrir le noyau de la cellule et ses mitochondries ou pour fonder les premières académies des sciences et en définir les buts⁶.

Le naturaliste, habitué à considérer l'objet naturel comme une réalité ultime d'où la connaissance émergerait, sous-estime bien souvent la méthode, la logique des protocoles

et les procédures qui sont pourtant déterminantes dans la formation des étapes scientifiques. Des concepts naïfs, qui ne sont que rarement en accord avec la réalité épistémologique critique du XX^{ème} siècle, persistent chez le scientifique et particulièrement chez le naturaliste. La situation est bien différente dans les sciences mathématiques et en physique théorique, sciences qui ont dû faire face à des révolutions épistémologiques majeures vers la fin du XIX^{ème} et au début du XX^{ème} siècles⁷, car ces révolutions ont jeté le doute sur le réalisme fondamental des représentations scientifiques. Un doute qui ne touche pas le naturaliste et le biologiste, pour qui les phénomènes vivants s'incarnent dans des structures finies, repérables dans le temps et l'espace (les organismes) que l'on peut manipuler, modifier et, bien évidemment, supprimer à volonté. Pour eux, le réalisme garde toute sa crédibilité. L'intimité, propre à la biologie, entre les phénomènes et les structures n'est certes pas favorable aux épistémologies non réalistes. Seules, peut-être, les conséquences théoriques récentes de la biologie moléculaire rompent avec cette tradition⁸.

On peut se demander si la méthode est générée par l'objet de la science: est-ce l'objet qui nous l'impose? Est-ce qu'elle suscite et même crée son objet? Est-ce qu'elle n'est qu'une forme de logique incarnée dans des procédures et des appareils qui discriminent entre plusieurs propriétés possibles de l'objet? A toutes ces questions, il faut apporter des réponses subtiles et non exclusives car des difficultés plus grandes attendent l'analyste. En effet, l'objet de la science n'est pas simplement la chose de la nature, c'est bien plutôt un choix dans la chose, un découpage qui la limite. C'est pourquoi une connaissance bien fondée de la nature de la scientificité aujourd'hui et dans le passé est indispensable. Or cette connaissance nous ramène à la nécessité d'une histoire des méthodes de la science.

Distinguer, séparer, analyser pour mieux comprendre

La longue évolution de la méthodologie scientifique a des antécédents, étant jalonnée de temps forts que l'historien doit repérer, identifier et caractériser. Jusqu'ici, à quelques exceptions près⁹, les historiens ont trop centré leur intérêt sur l'histoire des institutions ou sur celle de la découverte scientifique¹⁰. Si l'hypothèse selon laquelle la méthode possède une relative indépendance, une sorte d'autonomie par rapport à son objet et au cadre philosophique est juste, il devient nécessaire de rétablir l'équilibre.

On peut, en effet, aborder l'histoire internaliste des sciences selon plusieurs axes, chacun traitant d'une dimension spécifique, en intime relation cependant avec toutes les autres: l'histoire des théories, des découvertes, des instruments, des techniques et, finalement, des méthodes, qui seule nous retiendra dans cette publication.

Nous montrerons qu'il peut être avantageux de pratiquer ces différentes histoires séparément. En effet, leurs évolutions ne sont pas forcément synchrones, leurs sommets ne sont pas superposés, elles ont des héros différents. L'ambition finale de l'histoire des sciences est une connaissance pluridisciplinaire et globalisante de la science. Si plusieurs auteurs¹¹ ont essayé d'aborder cette étude de façon synthétique, on peut penser qu'une approche plus limitée peut se justifier dans un but purement analytique. Une telle analyse donne les matériaux pour une synthèse future.

Piagétien ou non, les psychologues de la connaissance ont divisé l'activité scientifique en différentes phases: imaginer/vérifier/prouver/convaincre. Ils ont distingué le temps de la découverte, celui de la vérification, celui de la démonstration et celui de la conviction. Ces distinctions sont utiles car elles montrent la complexité d'une activité qui pourrait, au premier abord, paraître simple et évidente.

Cette publication présente une forme d'"**hyperinternalisme**" qui cependant échappe, par son caractère radical mais transitoire, aux critiques habituelles adressées à l'internalisme, puisqu'il ne prétend pas être l'aboutissement, mais seulement une phase nécessaire de l'analyse¹².

Le champ envisagé, en apparence restreint, peut toutefois être abordé par n'importe quelle méthode analytique de l'histoire (psychanalytique, marxiste, objectiviste, philologique, etc.). Il est également justifiable de plusieurs techniques d'interprétation. Sa spécificité est celle d'un objet: la méthode qu'il est nécessaire de définir.

Qu'entend-t-on par méthode?

Le but de ce travail est la constitution d'une histoire spécifique de la méthode. Mais, avant d'essayer d'en donner la forme, la genèse et les divers états historiques, encore faut-il préciser de quelle méthode il s'agit! Car c'est, pour l'instant, un objet non complètement répertorié, et auquel on doit assigner des limites, un objet flou et dispersé qui appartient à des disciplines différentes.

L'objet dont il est question s'étend entre deux extrêmes. En effet, lorsqu'on a dit que l'on veut analyser les méthodes, les logiques, les procédures ou les "designs" expérimentaux ou encore les activités pragmatiques, ou même leur forme cristallisée dans des instruments, on évoque des choses dont tout le monde parle mais qui demeurent singulièrement ambiguës et dont il faut impérativement préciser les contours. Car si chacun s'accorde à reconnaître que ces pratiques sont des composantes de l'activité scientifique, personne ne s'entend sur leur définition précise.

Le mot "*méthode*" étant particulièrement polysémique, il est nécessaire de définir les limites que cet article lui assigne. Ainsi, des termes comme méthode, expérience, observation sont-ils communs à des champs différents, dans lesquels ils peuvent prendre des significations très particulières. Les mots *méthode* ou *expérience* ne recouvrent pas les mêmes significations chez un Abraham TREMBLEY, chez un DESCARTES, un HUME, chez un Francis BACON ou chez un naturaliste du XX^{ème} siècle. Chez Charles BONNET, par exemple, il faut bien comprendre qu'il est nécessaire de séparer l'étude de la méthode en général (on dirait aujourd'hui la philosophie cognitive de l'auteur), son art d'observer, qui inclut aussi bien l'observation que l'expérience, et son art de faire des expériences, qui concerne spécifiquement les démarches et "designs" expérimentaux, les logiques, les procédures et les rhétoriques de conviction¹³.

Dans ce travail, nous entendons par **méthode** le point de rencontre pragmatique, dans l'observation et l'expérience, entre les objets concrets naturels et la logique du chercheur.

La méthode se compose d'éléments dont je propose les définitions suivantes. La

logique expérimentale organise les instruments et les gestes selon une finalité qui tend à la discrimination des structures et des fonctions propres à l'objet naturel. La **procédure** est la façon dont cet ensemble fonctionne. Le "**design**" est la forme synthétique réelle, souvent figurée, que prend la coordination des éléments en vue d'une finalité. Le protocole est la forme écrite des opérations. L'ensemble peut constituer une **rhétorique de la démonstration**. Chacun de ces termes permet de caractériser l'observation ou l'expérience comme une logique plus ou moins complexe et esthétique qui s'incarne en un schéma formel que le scientifique compose et qu'il fait fonctionner. C'est une véritable opération pragmatique.

La méthode telle que nous la définissons n'occupe qu'un niveau seulement parmi les nombreuses strates de signification qui vont de l'élémentaire au complexe (Fig.1). La figure montre que la méthode appartient à des définitions qui l'associent à la philosophie cognitive et même à la philosophie générale. Les historiens des sciences ont excellemment montré qu'il est difficile d'en parler sans se préoccuper des philosophies contextuelles¹⁴. D'autre part la méthode participe également à une strate où elle devient simple technique, qui se confond avec les structures procédurales élémentaires et les gestes de laboratoire dont n'émerge presque aucune signification. Il y a des gestes que les naturalistes ont acquis très lentement et qui paraissent aujourd'hui d'une grande banalité, comme de verser avec exactitude ou mesurer des longueurs, des volumes, des poids en fonction d'une échelle graduée¹⁵.

Quant aux instruments, ils sont, comme on l'a souvent dit, des concepts opératoires figés. Ce sont certes des éléments de procédure non négligeables. Cependant, dans cet article, seules les procédures complètes, en tant que telles, sont retenues. Elles impliquent la technologie et les instruments mais ne peuvent être réduites à eux. Chaque niveau importe, mais cet article se limite à un seul qui est le lieu où la logique s'incarne en opérations pragmatiques.

Plusieurs auteurs se sont préoccupés de l'interface et des interconnexions existant entre la méthode scientifique et la philosophie de la connaissance. En revanche, très peu d'études ont porté sur les structures procédurales en tant qu'objets inertes ou sur les gestuelles de laboratoire qui ont pu paraître insuffisamment porteuses de sens pour retenir l'attention des auteurs. Il me semble cependant que l'étude de chacun de ces niveaux, du plus élevé au plus inférieur, peut nous réserver de très grandes surprises quant à la compréhension que nous avons de l'évolution de la méthode.

On peut considérer que le corps central des logiques, procédures et "designs" expérimentaux ainsi que leur concrétisation dans des appareils particuliers, forment les fondements essentiels de la *praxis* scientifique. Quant aux rapports entre méthode et philosophie de la connaissance, qui sont perçus de façon aigüe par les philosophes, ils sont souvent totalement ignorés par les savants praticiens. Par contre la méthode telle que nous la définissons fait l'objet d'un effort conscient explicite de la part des scientifiques. La stratégie limitée de cet article ne s'oppose pas à l'idée selon laquelle les méthodes d'analyse du vivant sont en partie fonction des théories qui représentent le vivant.

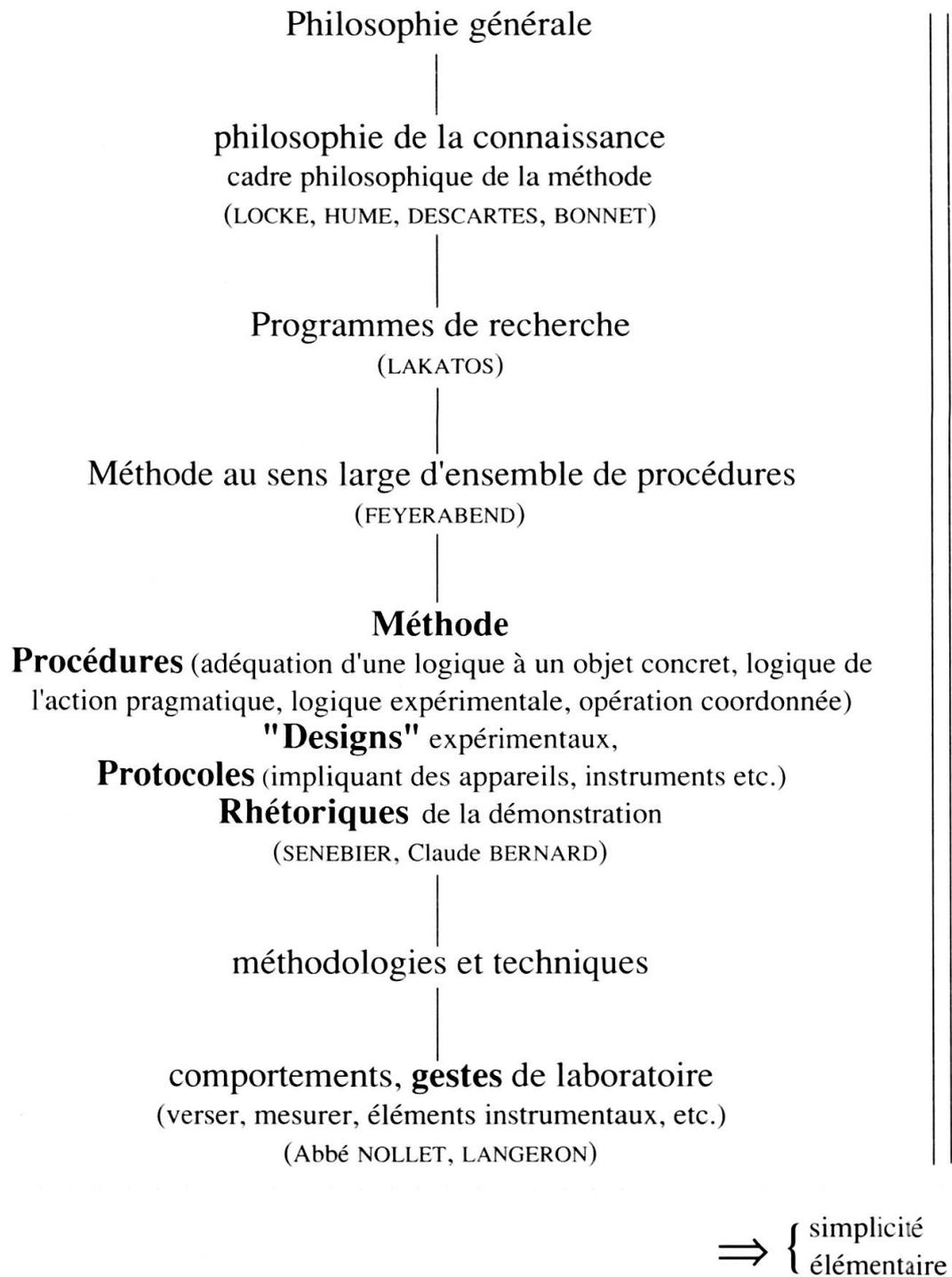


FIG. 1.

Montrant les diverses significations de la méthode à partir des moins complexes (en bas) jusqu'aux plus complexes (en haut).

Dans le découpage proposé, les limites sont loin d'être franches. Elles montrent au contraire des interpénétrations entre les parties, les concepts et les définitions qui correspondent à des disciplines différentes: philosophie, histoire de la philosophie, histoire de la philosophie cognitive, étude des contextes philosophiques et histoire des idées, histoire des sciences, des techniques, des méthodes, histoire procédurale, histoire des structures comportementales non finalisées en projet cohérent. La psychologie cognitive et génétique contribue également à ce champ. Enfin, il ne faut pas négliger, dans des études à long terme, les apports de l'histoire externaliste –faisant état des rapports entre la science et les dimensions socio-culturelles et socio-économiques– qui peuvent s'appliquer à chacun des niveaux concernés.

Il n'en demeure pas moins que jusqu'ici ce champ est resté trop sous-estimé et qu'il a surtout fait l'objet d'analyses globalisantes (dont le risque réside dans la schématisation exagérée et l'établissement de modèles non pertinents) ou d'approches érudites spécialisées caractérisées par une technologie particulière, presque toujours insensible aux problématiques d'ensemble. Ainsi la contribution de ce champ aux histoires de la biologie en voie de constitution est-elle nettement insuffisante, et l'on peut espérer que son examen attentif entraînera des modifications assez radicales de notre conception générale.

Le mot méthode a pris des sens multiples au cours de l'histoire. Mais la méthode définie dans cet article a très tôt été reconnue par les savants comme étant essentielle à leur activité. On se bornera ici à l'une des sources historiques majeures du sens spécifique que le présent article lui attribue. Elle est définie de façon radicale, et pourrait-on dire, germinale, dans le nom et dans les statuts de l'*Accademia del Cimento* qui fonctionne à Florence entre 1657 et 1667 et qui sera un modèle pour les grandes académies¹⁶. Le nom de cette académie était en lui-même tout un programme; en effet, un dictionnaire classique au XVIIIème, celui d'Anibale ANTONINI publié à Lyon en 1770, donne la définition suivante du substantif *Cimento*: la preuve, la tentative, l'épreuve. Quant au verbe *cimentare*, il signifie: soumettre à la preuve, expérimenter, prouver, éprouver, essayer¹⁷. Toutes ces définitions correspondent très précisément à notre objet. C'est la méthode et l'expérience telles qu'on les trouve au début du XIXème chez un Nicolas-Théodore de SAUSSURE. La différence est très nette avec la conception de Descartes ou celle, plus technologique, qu'en donne au XVIIIème l'Abbé NOLLET. Dans son *Art des expériences* de 1770, il reste au niveau des techniques d'usage et d'entretien des instruments et des réactifs. Nous réservons à un autre article l'analyse systématique des pages d'auteurs concernant les diverses définitions de la méthode¹⁸.

Mode d'approche et sources

On peut étudier la méthode directement dans les travaux scientifiques eux-mêmes, en utilisant toutes les ressources de la critique, littéraire et philologique (car ce sont des textes) mais aussi celles de la culture scientifique (les contenus portant sur des objets complexes qui ne sont souvent pas donnés par l'expérience immédiate). Enfin, les

acquis de la psychologie cognitive, sous ses diverses formes (structuraliste, génétique, gestaltiste) sont d'un grand secours. Il reste cependant que l'historien doit appliquer la déontologie de sa discipline¹⁹ et que l'usage qu'il fait de ces différentes approches n'est jamais réductible à aucune d'entre elles en particulier. Les évidences internes de l'intérêt d'un auteur pour la méthode doivent être relevées et une attention toute particulière prêtée aux index de citations. Plusieurs savants émaillent leurs textes de citations qui attestent qu'ils ont pleinement conscience d'appartenir à des traditions méthodologiques spécifiques.

Quelles sont les sources historiques d'une telle analyse? D'abord les textes scientifiques eux-mêmes. L'analyse des observations, des expériences et de leur agencement logique opératoire (succession, coordination) permet de reconstituer leur signification cognitive pragmatique.

Autres sources historiques majeures: les textes qui traitent spécifiquement de la méthode. Soit qu'ils y soient intégralement consacrés, comme ceux de Robert HOOKE, ZIMERMANN, Jean SENEBIER ou Claude BERNARD²⁰, soit qu'ils contiennent de courts fragments s'y rapportant, inclus dans des ouvrages scientifiques, comme chez Nicolas-Théodore de SAUSSURE, HARVEY et MALPIGHI²¹, ou dans des ouvrages philosophiques, comme chez Francis BACON et DESCARTES²². On trouve enfin des indications sur la méthode dans les correspondances ou les préfaces²³.

Il est bien évident que cette typologie rapide doit être prise à titre indicatif seulement, car il ne faut pas oublier les oeuvres hybrides. Ainsi le *De Generatione animalium* de HARVEY et plusieurs textes de MALPIGHI²⁴ qui rapportent des observations, des expériences de première main et des données transmises par la tradition contiennent-ils, en plus, d'importantes considérations sur la méthode. L'admirable *Quatrième Mémoire* d'Abraham TREMBLEY²⁵, qui expose de façon coordonnée les *Opérations faites sur les Polypes et les succès qu'elles ont eu* contient de nombreuses pages techniques et quelques indications explicites sur les procédures suivies. Cependant la structure logique de cette recherche ne devient apparente qu'au terme d'une analyse structurale systématique²⁶.

Cet aspect de la méthode ne doit pas être confondu avec les propos des ouvrages qui se rapportent plus strictement à la technologie²⁷ (adéquation technique) et non aux visées (rapports entre les buts et les moyens), ni au "design" expérimental (forme pragmatique prise par le rapport entre les buts et les moyens). Ils font l'objet de recherches historiques parfaitement légitimes²⁸ que nous n'aborderons pas dans cet article.

Succès de l'approche proposée

L'approche proposée dans cet article a à son actif plusieurs succès qui la justifient.

Il ne suffit pas de montrer, ce que chacun sait, qu'il y a des règles spécifiques dans la pratique scientifique qui assurent la légitimité et la qualité des données dans les sciences du concret. Il ne s'agit pas non plus de constater que tel savant est un observateur précis, ni qu'il chérit l'exactitude, ni encore qu'il s'exprime clairement et

rapporte ses résultats dans un style excellent, ni qu'il les illustre convenablement. La nécessité d'observer exactement ou d'illustrer les traités de science naturelle était déjà reconnue par ARISTOTE²⁹, puis reprise et pratiquée de façon exemplaire à la Renaissance, de même que la description minutieuse des instruments³⁰. Ce ne sont là que les caractères les plus élémentaires de l'activité scientifique. C'est leur composition sous forme de procédures opérationnelles et pragmatiques, plus ou moins logiques, discriminantes, cohérentes, coordonnées, ce sont les rhétoriques de démonstration et de persuasion qui nous occupent dans cet article. A ce niveau, l'étude des méthodes pour elle-mêmes se justifie pleinement, parce qu'elle met en lumière des structures et des phénomènes historiques difficiles à repérer sans elle.

Le simple fait de se spécialiser dans l'étude des méthodes confère à l'analyste une sensibilité qui lui permet de repérer les textes qui s'y rapportent et d'en restituer l'importance. Des fragments concernant spécifiquement la méthode existent dès l'Antiquité, mais c'est depuis la Renaissance et l'époque baroque que leur importance apparaît clairement aux savants eux-mêmes.

Les savants maniéristes, comme Realdo COLOMBO, ALDROVANDE, Leonard FUCHS ou Conrad GESNER, énoncent des méthodes et des procédures qui sont autant de tentatives pour ordonner les grands inventaires de la nature (flores, faunes, anatomie), souvent organisés en dictionnaires. Ces méthodes permettent la réitération d'un ordre de constitution du discours, réitération qui facilite son exploitation³¹ et qui contribue également à la formation de l'ordre systématique taxonomique naturel aux XVII^e, XVIII^e et XIX^e siècles.

D'autres auteurs établissent les règles de procédures qui conviennent à leurs disciplines et qui augmentent la crédibilité des résultats. VESALE publie avec Gunther d'ANDERNACH la méthode anatomique du grand GALIEN. FUCHS et BELON décrivent leurs propres démarches. Ambroise PARE et VESALE illustrent leurs technologies et leurs tables d'instruments. Dès le XVII^e siècle on voit apparaître de véritables remarques critiques à propos des procédures scientifiques.

Au XVII^e siècle, HARVEY insère, au début de son *De Generatione animalium*, des considérations sur la façon d'aborder l'étude du développement de l'oeuf de poulet, qu'il emprunte à son maître FABRICIUS d'AQUAPENDENTE. Mais ce texte est très en retrait par rapport à ce que l'historien peut reconstruire à travers une lecture critique de son *De Motu cordis*, qui énonce les principes de l'expérience coordonnée en série et dont l'agencement formerait un vaste théâtre de la démonstration. Chaque hypothèse étant reconnue comme partie opératoire (soumise à discrimination) d'un modèle plus général³², comme élément contribuant à conforter une seule théorie: la circulation du sang. Ce n'est pas le lieu ici de décrire et commenter les nombreuses contributions des XVIII^e et surtout XIX^e siècles. Il suffit de penser à l'*Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* de Claude BERNARD pour mesurer leurs dimensions fondamentales.

A travers l'histoire des méthodes, certains thèmes déjà connus prennent une ampleur nouvelle et des éléments essentiels apparaissent comme la notion d'**expérience témoin** ou celle de **témoin d'expérience** (celui qui certifie le déroulement de l'expé-

rience). Ces éléments ne sont plus donnés dès l'origine mais sont acquis au cours de l'histoire. Le témoin d'expérience sera peu à peu remplacé par la possibilité donnée aux lecteurs de reproduire les observations et les expériences (description détaillée des méthodes, instruments). Un témoin virtuel, véritablement universel s'est constitué.

La même approche permet de mettre en évidence la **structure profonde de la démarche expérimentale**. Dans une étude déjà ancienne³³, nous avons démontré que les logiques expérimentales et la rhétorique des démonstrations utilisées par Abraham TREMBLEY de 1741 à 1744³⁴ pour démontrer l'existence de la régénération animale reposaient sur un ordre récurrent d'interventions chirurgicales par fragmentation des organismes, qui exploitaient systématiquement les propriétés géométriques des hydres dans un esprit analogue à celui du calcul infinitésimal. L'unité entre l'activité de TREMBLEY comme mathématicien philosophe dont la thèse de Doctorat de 1731 portait précisément sur le calcul infinitésimal et celle de TREMBLEY comme naturaliste était ainsi restaurée. Il faut rappeler que cette série d'expériences, qui fut reçue au XVIII^e siècle comme le paradigme de l'excellence, présente également des similitudes méthodologiques profondes avec des travaux plus précoces de Trembley³⁵.

Plus récemment, Maria Teresa MONTI³⁶ a analysé très minutieusement les observations systématiques et les expériences ingénieuses faites par HALLER entre 1763 et 1764 pour identifier puis élucider la structure et les relations spatiales des annexes embryonnaires au cours du développement de l'oeuf de poule. Son étude montre les relations subtiles qui peuvent s'établir entre les théories scientifiques (dans ce cas la théorie préformationniste du développement) et les hypothèses et les opérations pragmatiques mises en oeuvre pour discriminer entre plusieurs hypothèses.

Constances méthodologiques

L'analyse de la méthode, des structures rhétoriques de persuasion et des logiques expérimentales révèle chez certains auteurs la présence de "patterns" qui sont repérables en divers passages de leur oeuvre scientifique. Quatre exemples suffiront pour illustrer ces constances stylistiques dans l'usage de la méthode et pour en souligner l'importance.

Une brève incursion dans les illustrations des oeuvres naturalistes de Charles BONNET est d'emblée très riche d'enseignement et autorise des commentaires à plusieurs niveaux, qu'il s'agisse des instruments, des procédures, des rhétoriques ou des modes de représentation. L'instrumentation est simple et consiste en divers types de récipients. Il est évident qu'une structure méthodologique répétitive, par isolement ou séquestration des organismes, s'impose. On la trouve aussi bien dans plusieurs travaux de zoologie³⁷ que dans les publications de botanique.

L'oeuvre expérimentale de Fancesco REDI³⁸ constitue un autre bon exemple de cohérence interne de la méthode. Alors que le naturaliste des *Diverses choses naturelles portées de l'Inde* (1671) ou le médecin appartiennent à la tradition, le naturaliste observateur et expérimentateur innove en revanche selon des logiques expérimentales toujours semblables à elles-mêmes. Lorsque REDI aborde le problème déjà ancien de la

génération spontanée, il le renouvelle en séparant très convenablement les observables qui sont facilement accessibles (développement des oeufs, des larves etc.) de celles, plus fugaces, qui ne le sont pas (le coït, la déposition des oeufs) et qui ont toujours échappé aux observateurs. Il imagine des procédures d'isolement sélectif (nourriture avec ou sans contact avec les parents etc.) adaptées aux événements fugitifs, procédures grâce auxquelles non seulement il discrimine entre les deux hypothèses de la reproduction parentale par déposition des oeufs et de la génération spontanée, mais qu'il soumet encore à une critique très serrée lui permettant d'en déjouer les effets parasites dûs à des artéfacts, l'isolement simple puis le double isolement supprimant tout risque de contamination. On peut remarquer que c'est précisément cette attention soutenue prêtée au "design" expérimental, en tant que tel, qui lui permet de conclure judicieusement une controverse qui date de l'Antiquité. Le Père KIRCHER, quant à lui, qui utilise le même schème expérimental logique, mais sans en critiquer la forme, ne parviendra pas à en déjouer les artéfacts. Dans son travail sur le venin des vipères, ses effets et son inoculation, REDI, avant d'entreprendre ses expériences, procède également par identification des variables, parmi lesquelles il distingue celles qui sont discriminantes (repérage du canal dans les crochets du reptile, éjection forcée d'une goutte de venin par pression sur les glandes, etc.) de celles qui le sont moins. On pourrait trouver d'autres similitudes avec l'organisation de ses observations de parasitologie. On voit que, face à des problèmes différents, son approche implique à chaque fois l'identification des éléments du système étudié ainsi que l'évaluation de leur potentiel de démonstration avant qu'il n'essaie de construire des protocoles discriminants capables d'isoler les causes. Il couronne ce processus par un effort critique, inconnu jusqu'à lui, pour déjouer les artéfacts issus de ses procédures elles-mêmes.

On trouve chez REAUMUR un exemple convaincant de constance dans la méthode. Dans ses études sur les propriétés des métaux, comme dans celles qu'il consacre à l'analyse du développement chez les oiseaux³⁹, il combine l'usage de fours compartimentés avec la maîtrise des températures pour soumettre des objets pourtant bien différents (alliages, oeufs de poulet) à des températures spécifiques et de durée plus ou moins longue.

Je me bornerai à un dernier exemple d'unité méthodologique caractérisant un auteur: SPALLANZANI. Plusieurs objets d'études qu'il a abordés (respiration, digestion, fécondation etc.) l'ont été selon une logique analytique constante, qui implique la description des structures anatomiques en jeu, suivie de l'analyse de leur fonction spécifique, et ceci jusqu'au niveau de l'*in vitro*. Ce mouvement analytique par lequel SPALLANZANI isole les agents spécifiques est suivi chez lui par une recombinaison fonctionnelle *in vitro* d'abord, puis par une synthèse par réintroduction des agents identifiés dans l'organisme vivant. Le processus analytique est donc suivi d'une reconstruction synthétique *in vivo*.

Ce type d'homogénéité suggère que la méthode, comme la théorie et comme la qualité d'écriture, correspond chez les savants à un champ cohérent qui a ses lois d'organisation propres, indépendantes de l'objet auquel elle s'applique.

Séries méthodologiques concrètes (réutilisation des procédures)

Avant même de procéder à une analyse systématique des méthodes en tant que telles, on peut repérer, dans le tissu historique, quelques exemples simples où les procédures et logiques expérimentales acquièrent une grande autonomie et contribuent, par elles-mêmes, au développement des disciplines. On peut rappeler les exemples aujourd'hui classiques - mais aussi très complexes et difficiles à interpréter- de la stabilité structurale des procédures et instruments de chimie, créés dans le milieu des alchimistes⁴⁰, ou celui des outillages et concepts de la bactériologie pastoriennne qui perdurent dans les pratiques moléculaires du XX^{ème}, ou encore ceux de l'embryologie causale établis à la fin du XIX^{ème} qui sont restés opératoires au XX^{ème}⁴¹.

Un examen plus systématique montre que l'existence de **séries procédurales concrètes**, dont témoignent les lignées de savants qui réutilisent les mêmes procédures dans des contextes différents et pour de nouvelles finalités, est assez fréquente pour qu'on se propose d'en élucider le rôle et les significations. J'appelle ces séries procédurales "concrètes" pour les distinguer de celles qui sont strictement théoriques. Elles ne se confondent pas non plus avec celles qui sont essentiellement techniques. Elles impliquent la permanence dans l'histoire d'un couplage entre l'intentionnalité d'utilisation, la logique de discrimination et les éléments pragmatiques (récipients, appareils, produits, techniques) mis en oeuvre dans l'opérationnalité des démonstrations. Ces séries apparaissent lorsqu'on analyse la structure des méthodes, mais leur réalité est également attestée par les références explicites des savants qui ont souvent conscience d'appartenir à de véritables familles méthodologiques⁴².

HARVEY, par exemple, dans ses expériences sur la circulation du sang⁴³, comme dans celles sur la génération des animaux⁴⁴, réutilise des procédures démonstratives élaborées par ses prédécesseurs qui sont abondamment cités, en particulier son maître FABRICIUS d'AQUAPENDENTE, qui est d'ailleurs à l'origine de la seule illustration du *De Motu cordis*. Ce qui est en revanche complètement nouveau, c'est le fait que chaque procédure est intégrée à un impressionnant ensemble coordonné qui s'organise en un véritable et convaincant "théâtre" de la preuve.

Les procédures d'isolement des organismes dans un but de discrimination scientifique forment une véritable "série de séquestration" devenue opérationnelle dès le XVII^{ème} siècle, qui va de REDI à PASTEUR et même au-delà. Ce "design" expérimental résulte de l'effort de nombreux savants (BORELLI, BOYLE, HOOKE, MAYOW), actifs dans la deuxième moitié du XVII^e siècle, pour résoudre des problèmes de physiologie respiratoire. REDI, dans une tentative pour dépasser l'ancienne controverse concernant la génération spontanée des animaux, adapte ce modèle expérimental à de nouvelles nécessités. Il invente une procédure pour empêcher le contact entre les parents et le milieu de développement de la descendance. Sans parents, sans oeuf déposé, le milieu ne donne naissance spontanément à aucune progéniture. C'est la première réfutation expérimentale de la génération spontanée! Le monde minéral ne produit pas le vivant. Or, ce qui importe pour nous, en l'occurrence, c'est

qu'au même moment le Père Athanase KIRCHER imagine une procédure semblable mais arrive à des conclusions radicalement opposées à celles de REDI. Effet de leurs idées préconçues opposées, comme cela a souvent été proposé? Peut-être pas! La différence radicale entre KIRCHER et REDI réside plutôt, comme nous l'avons dit, dans le fait que le second soumet sa procédure à une critique extrêmement serrée qui lui permet d'en déjouer les artéfacts constitutifs. Par améliorations successives et multiplication des enceintes, il diminue les risques de contamination issus des faiblesses de son premier modèle expérimental; il montre la relation entre la forme des ouvertures et la fréquence de contamination et pratique des expériences témoins par contamination artificielle. Une attention, donc, portée sur l'acte expérimental lui-même et non sur la théorie. Or c'est précisément ce protocole qui repose sur le confinement des organismes qui va être réutilisé, sous des formes techniques différentes, par NEEDHAM, BUFFON et SPALLANZANI dans leurs propres controverses à propos de la génération spontanée chez les animalcules révélés par l'usage du microscope. La réutilisation de ces mêmes procédures permettra à PASTEUR⁴⁵, qui reconnaîtra sa dette, de résoudre la même querelle au niveau des micro-organismes et de fonder la microbiologie. La procédure demeure, seule change la dimension des organismes accessibles.

Un protocole semblable est utilisé par Charles BONNET dans ses travaux de 1741 sur la parthénogenèse animale et dans ceux légèrement plus tardifs sur le rôle des feuilles des plantes, puis par LAVOISIER dans ses remarquables expériences sur la respiration des animaux et dans celles de Nicolas-Théodore de SAUSSURE sur la photosynthèse. La continuité méthodologique et la structure des procédures sont chaque fois reconnaissables, les filiations souvent explicitement reconnues par les auteurs eux-mêmes. L'importance d'une telle tradition procédurale concrète et autonome s'impose, même si on n'entre pas dans le détail des filiations et si plusieurs savants qui y participent ne sont pas évoqués ici.

Conclusions

L'histoire de la méthode pour qu'elle-même proposée dans cet article se justifie. Son objet, ses sources et ses méthodes ont été définis, mais sa meilleure justification est à trouver dans ses succès. Certains phénomènes ne se révèlent en effet que si on accepte, dans un premier temps, de se limiter à elle. Dans cette perspective, la méthode, les logiques, les "designs" et les procédures expérimentales apparaissent comme une partie intégrante et essentielle de l'activité scientifique. Une partie qui jouit d'une relative autonomie par rapport aux variables, aux faits démontrés, aux techniques et aux théories. Il y a donc une dynamique historique autonome de la méthode, qui peut être identifiée, repérée en tant qu'objet exclusif et qui est soumise à des pressions et à des contraintes qui lui sont propres. Grâce à cette approche, une nouvelle histoire des sciences s'écrit, dont les rythmes, les points forts et les creux sont différents de ceux décrits jusqu'ici. Bien plus qu'avec la créativité scientifique, qui relève souvent d'un usage de l'imaginaire commun à d'autres activités humaines, la méthode a partie liée

avec l'effort de démonstration, avec la rhétorique de la preuve et de la conviction (démontrer, prouver, convaincre). Or cette dimension, qui préexiste dès l'Antiquité, va se consolider et prendre conscience d'elle-même et de son importance à la Renaissance. A partir du début du XVII^{ème} siècle, la Nouvelle Science s'assimile les règles pré-existantes qui conduisent la démonstration scientifique pour constituer le conglomérat méthodologique qui a rendu possible le mouvement scientifique moderne⁴⁶.

Enfin, il faut réaffirmer qu'à l'instar des autres composantes de l'histoire des sciences, celle-ci est partielle et qu'elle doit, en fin de compte, leur être associée, après ce détour analytique, en une vaste synthèse. C'est par la multiplication d'entreprises similaires qu'une histoire des sciences d'emblée globale sera remplacée par une histoire synthétique critique, plus correcte. C'est précisément le but auquel contribue notre groupe de recherche⁴⁷.

RÉSUMÉ

Cet article définit les conditions de l'étude historique des méthodes qui constituent l'étape essentielle de la démonstration et de la validation scientifiques. La méthode peut être étudiée pour elle-même en tant que sujet d'histoire des sciences dont la connaissance est fondamentale pour la compréhension de la nature de la science. Des exemples pris dans les sciences de la vie montrent que l'histoire des méthodes subit un développement propre souvent indépendant de celui des théories, des mises en évidence des "résultats" ou des techniques. Elle a sa dynamique spécifique qui entretient cependant des relations subtiles avec ces dernières. Les méthodes ne sont pas "naturelles" mais résultent, au contraire, d'efforts opiniâtres qui peuvent s'exercer sur plusieurs générations. Il est montré, à travers quelques exemples, que cette approche limitante, qui radicalise l'approche "internaliste", met en évidence des structures et des fonctionnements difficiles à repérer sans elle. Trois exemples sont décrits: 1) La structure rhétorique des démonstrations scientifiques. 2) Les traditions méthodologiques qui forment de véritables "séries concrètes" reconnues par les savants eux-mêmes. 3) La cohérence méthodologique chez des auteurs pluridisciplinaires. L'isolement de cette analyse internaliste qui est nécessaire dans un premier temps fournit des éléments de compréhension qui seront réintégrés secondairement dans une histoire plus globale de la scientificité.

¹ i LU CHI (1987) *Wen Fu*, The Art of Writing, Trad. de S. Hamill, Portland, OR, Breitenbush Books.

² Gallimard, Paris, 1925.

³ HORACE *Ars Poetica*, Paris, M. Albert, 1886, Le succès de la publication en 1969 du manuscrit original du poème *The Waste Land* de T. S. ELIOT annoté et corrigé par ELIOT lui-même et par Ezra POUND (ELIOT T. S. *The Waste Land*, a facsimile and transcript of the original drafts including the annotations of Ezra Pound edited by V. Eliot, Londres Faber et Faber, 1971) manifeste cette sensibilité moderne à l'œuvre se constituant et révèle en même temps la complexité du problème. Dans cet exemple, il est difficile de saisir clairement le rôle respectif de l'imaginaire de l'auteur, celui de ses corrections et finalement celui des corrections dues à POUND dans la composition de cette "piece of

rhythmical grumbling" qui est aussi l'un des textes majeurs du XX^e siècle. *La fabrique du pré* de Francis PONGE (Skira, Genève, 1971) est un autre exemple frappant de cet acharnement à vouloir remplacer l'intérêt pour les œuvres par celui qui s'applique à leur "fabrication", intérêt dont la collection *Les Sentiers de la Création* atteste, depuis les années septante, la vitalité.

⁴ Pour un aperçu des diverses perspectives historiques, voir BUSCAGLIA M. (1994) *The History of the Experimental Method in the Life Sciences as an Illustration of Versatility in Interpretation, in Conceptions of Change over Time*, Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget, 13: 45-64.

⁵ POPPER K. R. (1959). *The Logic of scientific discovery*, London, Hutchinson.

⁶ Les académies scientifiques modernes créées au XVI^{ème} siècle, d'abord pluridisciplinaires (*Neoplatonica/Secretum naturae*), ne deviennent explicitement scientifiques qu'au XVII^{ème} (*Accademia dei Lincei*, 1602/ *Accademia del Cimento*, 1756/ *Royal Society* 1662/ *Académie des Sciences de Paris* 1666).

⁷ Voir particulièrement les travaux de MACH et de POINCARÉ.

⁸ Particulièrement lorsqu'elles vont jusqu'à considérer "le vivant" comme un cas particulier d'une théorie de l'information et des codes. La réalité ici ne serait pas l'organe, ni l'organisme, ni même l'espèce, mais l'ADN et ses fonctions. Le vivant dans son étendue serait purement contingent. Mais il s'agit justement là d'une question épistémologique et les caractères extrêmes et marginaux de cette théorie expliquent que certaines questions, banales ailleurs, n'ont pas acquis droit de cité chez les naturalistes. Elles sont cependant cruciales dans les débats contemporains qui portent sur la nature de la science moderne et sur son histoire. Voir BUSCAGLIA M. (1983) *Biologie et vérités*. In *"Les Critères de Vérité dans la Recherche Scientifique"*. Eds. M. Buscaglia, C. Lalive-d'Épinay, B. Morel, H. Ruegg et J. Vonèche, Paris, Ed. Maloine pp. 11-19.

⁹ On consultera avec profit les livres de C. SALOMON-BAYET (1978) *L'institution de la science et l'expérience du vivant: Méthode et expérience à l'Académie royale des sciences: 1666-1793*, Paris, Flammarion), M. GRMEK a contribué de façon exemplaire à la clarification de ces problématiques. Sur l'observation et l'expérience on lire GRMEK M. (1988) *La théorie et la pratique de l'expérimentation biologique au temps de Spallanzani*, in *Lazzano Spallanzani e la Biologia del Settecento*, Florence, Olschki ainsi que M. GRMEK (1991, *La première révolution biologique*, Paris, Payot) et de R. LECLERCQ (1960, *Histoire et avenir de la méthode expérimentale*, Paris, Masson) ainsi que mon article (BUSCAGLIA (1994) *The History of the Experimental Method in the Life Sciences as an Illustration of Versatility in Interpretation, in Conceptions of Change over Time*, Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget, 13: 45-64.) pour les références bibliographiques. Dans un travail récent Jean-Louis FISCHER a fondé une remarquable synthèse historique sur l'analyse précise des protocoles expérimentaux (1993, *Histoire du déterminisme épigénétique du sexe chez les animaux et chez l'homme de 1800 à 1935*, Thèse de Sorbonne). Les admirables analyses des travaux de Haller par Maria Teresa MONTI seront cités plus loin (note 36). Sur un thème plus insolite on consultera aussi l'excellent article d'Armelle DEBRU (1994) *L'expérimentation chez Galien*, in *Aufstieg und Niedergang des römischen Welt (ARNW) II*, 37, Berlin, W. Haase et W. de Gruyter pp. 1718 à 1756..

¹⁰ Il faut remarquer que le statut descriptif de la découverte est encore très incomplet et qu'il donne lieu à des controverses. S'agit-il, dans les sciences de la vie, de descriptions de nouvelles structures (espèces, organes, éléments ultrastructuraux) ou fonctions, ou au contraire de théories qui réinterprètent un réseau de données et qui en favorisent l'analyse subséquente (effet heuristique)? S'agit-il enfin simplement de la création d'un nouveau langage, plus adéquat que l'ancien, dans la saisie d'une réalité? La découverte n'est en tout cas pas un concept simple et on a essayé de la reconnaître dans son instant individuel créatif (GRUBER), dans sa dimension innovatrice sous forme de révolution scientifique (KUHN), dans ses potentialités heuristiques ou au contraire inhibitrices, comme obstacle à d'autres découvertes (BACHELARD).

¹¹ voir note 9.

¹² De même la fixation des organes, la préparation de coupes microscopiques, leur coloration puis le montage des coupes pour l'observation microscopique ne sont pas des fins en soi.

¹³ SAVIOZ R. (1948) *La Philosophie de Charles Bonnet de Genève*, Paris, Vrin.

¹⁴ Voir à ce sujet le magnifique essai de François DUCHESNAU (1993, *Leibniz et la méthode de la science*, Paris, PUF).

¹⁵ On trouvera de bons exemples de cette réduction des problèmes de méthode à ceux de la technique dans le livre de Peter VORSWINCKEL (*Geschichte des Harnstreifentests in Die Schwarze Urin, Vom Schrecknis zum Laborparameter*, Berlin, Blackwell Wissenschaft, 1993, pp. 235-258).

¹⁶ Le *Cimento* a joué un rôle d'exemple dont le prosélytisme expérimentaliste est sans équivalent. Il est l'un des grands propagateurs de l'idéologie scientifique au XVIII^e siècle. Occulté par la réputation plus tardive des grandes académies, son influence (il est réédité jusqu'en plein XVIII^e) est actuellement redécouverte par les historiens. Voir l'excellente mise au point de P. FINDLEN (*Controlling the experiment: rhetoric, court patronage and the experimental method of Francesco Redi*. *Hist. Sci.*, 31. 35-64). Les statuts du *Cimento* stipulent plusieurs règles qui, pour être trop extrêmes, étaient cependant utiles dans le contexte des controverses du XVIII^e, controverses qui balisent la vie des scientifiques et hantent encore aujourd'hui les rêves rationnels de bien des naturalistes: publication de comptes-rendus, citations des autres auteurs, réunions à intervalle régulier, objectivation, travail concret, suppression des controverses inutiles. Cette dernière règle inspirant l'interdiction de philosopher en séance ("*Accademia, della quale unico istituto si è di sperimentare, e narrare*"). Pour une synthèse éclairante, voir MIDDLETON W.E.K. (1971) *The experimenters. A study of the Accademia del Cimento*. Baltimore, The Johns Hopkins Press.

Que cette position pragmatique et concrète extrême ait influencé les expérimentalistes genevois, qui citent souvent le *Cimento*, paraît évident (BUSCAGLIA M. (1987) *La Zoologie*. In "*Les savants Genevois dans l'Europe intellectuelle du XVII^e au milieu du XIX^e siècle*". Ed. J. Trembley, Genève, Ed. J. de Genève, pp. 267-327).

¹⁷ *Cimento*: prova, latin *periculum, experimentum, tentamentum*./ *Cimentare*: porre al cimento, porsi al cimento, sperimentare, provare, latin *experiri, periculum facere*. (ANTONINI A. (1770) *Dizionario italiano, latino e francese*, Lyon, Duplan).

¹⁸ NOLLET (Abbé) (1770) *L'Art des Expériences ou Avis aux Amateurs de la Physique, Sur le choix, la construction et l'usage des instruments; sur la préparation et l'emploi des drogues qui servent aux expériences*. Changuion, Amsterdam, de SAUSSURE N.-T. (1804). *Recherches chimiques sur la végétation*, Nyon, Veuve.

¹⁹ VEYNE P. (1971) *Comment on écrit l'histoire*, Paris, Seuil.

²⁰ HOOKE R. (1705) *A General Scheme, or Idea of the Present State of Natural Philosophy, and how its Defects may be remedied by a methodological Proceeding in the making Experiments and collecting Observations*, Londres, R. Waller, ZIMERMANN J.-G. (1758). *Traité de l'expérience*, SENEBIER J. (1802) *Essais sur l'Art d'observer et de faire des expériences*, Genève, Paschoud, BERNARD C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris).

²¹ HARVEY W. (16) *Exercitationes de generatio animalium*, Londres, MALPIGHI M. (1686) *Opera omnia*, Londres, de SAUSSURE N.-T. (1804). *Recherches chimiques sur la végétation*, Nyon, Veuve.

²² BACON F. (1620) *The New Organon* The library of Liberal Arts, Bobbs-Merill Comp., Indianapolis (1960). DESCARTES R. (1637) *Discours de la méthode*, Leiden.

²³ SAVIOZ R. (1948) *La Philosophie de Charles Bonnet de Genève*, Paris, Vrin.

²⁴ Voir note 21.

²⁵ TREMBLEY A. 1744 *Mémoires, pour servir à l'histoire d'un genre de Polype d'eau douce, à bras en forme de corne*, Verbeck, Leyde, Durand Paris, *Quatrième Mémoire. Opérations faites sur les Polypes, et les succès qu'elles ont eu*.

²⁶ BUSCAGLIA M. (1985) *The Rhetoric of Proof and Persuasion utilized by Abraham Trembley*. In "*From Trembley's Polyps to New Directions in Research on Hydra*." *Proceedings of a Symposium honoring Abraham Trembley (1710-1784)*. Eds. H. Lenhoff, Irvine and P. Tardent., Archs Sc. Genève (38) 3: 305-319, BUSCAGLIA M. (1987) *La Zoologie*. In "*Les savants Genevois dans l'Europe intellectuelle du XVII^e au milieu du XIX^e siècle*". Ed. J. Trembley, Genève, Ed. J. de Genève, pp. 267-327.

²⁷ Il s'agit de répertoires professionnels techniques dont le type pourrait être le *Précis de Microscopie* de LANGERON, Paris, Masson 1934.

²⁸ L'étude historique de Peter VOSWINCKEL (voir note 15) permet de mesurer la distance entre les techniques et l'objet du présent article.

²⁹ Les planches qui illustraient son *Traité des animaux* ont malheureusement disparu.

³⁰ voir notes 24 et 31.

³¹ BUSCAGLIA M. (1993) Les méthodes dans les sciences de la vie à la Renaissance: essai d'interprétation. Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, Archs Sci. Genève, 45, 3: 297-349.

³² Dans les *Exercitatio anatomica de Motu cordis et sanguinis in animalibus* de 1628, HARVEY démontre de façon systématique un modèle de circulation du sang dont il a eu l'intuition vers la fin du XVIème, pendant une leçon de Fabricius sur les valvules artérielles. Revenu à Londres, il examine son intuition selon diverses perspectives. Il énonce des hypothèses, observe, expérimente. Son ouvrage de 1628 nous livre l'ensemble de ces efforts agencés en une rhétorique très rigoureuse de la démonstration et de la preuve.

– Description anatomique des éléments du système (cœur, veines, artères) et comparaison avec la bibliographie.

– Facilitation des observations (ralentissement du cœur par le froid ou la situation de presque mort, isolement du cœur *in vitro*, section des vaisseaux).

– Détermination des volumes sanguins (total, entrant et sortant du cœur).

– Énonciation de trois hypothèses discriminantes.

– Réintroduction dans ces hypothèses des faits démontrés, suivie de la démonstration de la direction centrifuge du sang artériel et centripète du sang veineux.

– Généralisation du modèle appliqué à d'autres espèces (vertébrés et invertébrés).

³³ BUSCAGLIA M. (1985) The Rhetoric of Proof and Persuasion utilized by Abraham Trembley. In "From Trembley's Polys to New Directions in Research on Hydra." Proceedings of a Symposium honoring Abraham Trembley (1710-1784). Eds H. Lenhoff, Irvine and P. Tardent, Archs Sci. Genève (38) 3: 305-319.

³⁴ TREMBLEY A. 1744 *Mémoires, pour servir à l'histoire d'un genre de Polype d'eau douce, à bras en forme de corne*, Verbeck, Leyde, Durand Paris, Quatrième Mémoire. *Opérations faites sur les Polypes, et les succès qu'elles ont eu.*

³⁵ WÜEST J. et M. BUSCAGLIA (1993) Un texte inédit d'Abraham Trembley (1710-1784) sur la Notonecte (Insecte Hémiptère) Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, Archs Sci. Genève, 45, 3: 279-295.

³⁶ MONTI M.T. (1990) *Congettura ed esperienza nella fisiologia di Haller*, Florence, Olschki, MONTI M.T. (1990) *Itinerari della scoperta scientifica in Haller: una "praelectio" e protocolli inediti (1763-1764)* Annali dell'Istituto italo-germanico in Trento, Societa editrice il Mulino: 371-427.

³⁷ Par exemple, en 1741, dans la fameuse démonstration de la parthénogenèse des pucerons.

³⁸ REDI F. (1664), *Osservazioni intorno alle vipere*, Florence, 1668, *Esperienze intorno alla generazione degl'insetti*.

³⁹ REAUMUR R.F. (1722) *L'art de convertir le fer forgé en acier, et l'art d'adoucir le fer fondu, ou de faire des ouvrages de fer fondu aussi finis que de fer forgé*, Paris, Brunet, REAUMUR R.F. (1749) *Art de faire éclore et d'élever en toute saison des oiseaux domestiques de toute espèce*. Paris, Imprimerie Royale.

⁴⁰ LAVOISIER, donne dans son *Traité de Chimie* un inventaire impressionnant qui consacre l'usage scientifique d'instruments dont la vocation était tout autre.

⁴¹ GALLIEN L. 1958 *Problèmes et concepts de l'Embryologie expérimentale*, Paris, Gallimard.

⁴² BUSCAGLIA M. (1994) The History of the Experimental Method in the Life Sciences as an Illustration of Versatility in Interpretation, in *Conceptions of Change over Time*, Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget, 13: 45-64.

⁴³ HARVEY W. (1628) *Exercitatio anatomica de Motu cordis et sanguinis in animalibus*, Francfort.

⁴⁴ HARVEY W. (1651) *Exercitationes de generatione animalium*, Londres.

⁴⁵ PASTEUR L. (1922-1939) *Oeuvres réunies* (7 vol.) Paris, Masson.

⁴⁶ voir note 33.

⁴⁷1993 BUSCAGLIA M., C. HUTA et M. RATCLIFF (1993) Stratégies scientifiques concrètes et philosophies de la connaissance chez deux savants du XVIII^e siècle. *Courrier du Groupe d'études du XVIII^e siècle*, Genève, 11: 28-32.

(Travail soutenu par le FNRS subside 11 36501.92)