

La méthode dans les sciences de la vie à la renaissance : essai d'interprétation

Autor(en): **Buscaglia, Marino**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **45 (1992)**

Heft 3: **Archives des Sciences**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740346>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LA MÉTHODE DANS LES SCIENCES DE LA VIE A LA RENAISSANCE: ESSAI D'INTERPRÉTATION

PAR

Marino BUSCAGLIA*

ABSTRACT

Analysis of scientific procedures, strategies and rhetorics used during the Renaissance shows striking similarities between different disciplines (botany, zoology, anatomy). It suggests that they are derived from few common determinants. The Renaissance scientific movement has indeed a very complex origin and the influence of knowledge from the antique, medieval islamic, judaic and christian cultures has been extensively studied and reported. In this paper we present two hypotheses about how specific approaches used in non-scientific cultural fields (literary and artistic) of humanistic cultures have been successfully integrated into the scientific rules of natural science. i) Science is organized as inventories and based on observation. It pictures the world as art describes it. Describing the real world becomes a major artistic aim. Knowing to picture becomes picturing to know. ii) It is also postulated that the philologic methodology influences the developing science. From comparing and copying manuscripts, comparing words to words, books to books it leads to comparing real natural items to words brought by the tradition. Natural sciences begin with inventories and only then lead to systematic classification attempts. Inventories can be augmented without any remodeling of current theories which are only indirectly connected with facts. Theories and facts become very strongly interdependent only with the emerging of the New Science (Bacon, Galileo, Harvey) early in the XVIIth century.

RÉSUMÉ

L'analyse des concepts, méthodes et stratégies qui s'établissent à la Renaissance dans les sciences de la vie montre une grande unité. Le mouvement scientifique est préparé par les réflexions critiques des philosophes qui préconisent le retour à l'étude directe de la nature, mais il repose également sur des sources antiques et médiévales. Plusieurs interprétations causales ont été proposées pour expliquer les aspects majeurs de la scientificité dans les sciences de la vie aux XVème et XVIème siècles. Cet article propose deux filières qui ont facilité l'émergence des sciences naturelles et qui ont contribué à en façonner les contenus: une filière philologique et une filière artistique. La première favorise l'établissement d'inventaires des objets biologiques (organes et organismes), qui sont juxtaposés, et se donne des règles pour établir ces inventaires. Une partie de ces règles (exactitude, observation directe, retour à l'original naturel) sont dérivées de l'activité philologique des naturalistes humanistes. Chez Gesner (1516-1565) ces inventaires peuvent être augmentés sans être pour autant remaniés. Un deuxième courant est lié au souci de l'exactitude dans l'observation et la représentation du vivant, il dérive en partie de l'activité spécifique des artistes qui doivent observer directement les espèces et les organes pour en maîtriser la représentation. La représentation suppose la connaissance. Pour Léonard de Vinci (1475-1519) "il faut connaître pour représenter et représenter pour connaître". Ces deux tendances, qui postulent la réalité de la nature et la possibilité de son approche par l'observation exacte et critique convergent sur une organisation cumulative du savoir qui constitue des inventaires du vivant (structurels et fonctionnels). Lorsque les inventaires (botaniques, zoologiques et anatomiques) augmentent, ils entraînent la nécessité de la classification. Les théories qui donnent un sens à ces savoirs leur sont hétérogènes et proviennent de la philosophie. C'est au début du XVIIe seulement que la Nouvelle Science liera de façon plus nécessaire la théorie et le concret.

* Histoire et Philosophie des Sciences, Faculté des Sciences de l'Université de Genève, 1211 Genève 4.

UNE NOTION CONTROVERSÉE: LA RENAISSANCE

La civilisation de la Renaissance, qui peut d'abord paraître former un ensemble assez homogène et bien accepté, est en réalité un objet très complexe dont les différents aspects innovateurs et traditionnels ont été abordés par l'historiographie et sur lequel les historiens divergent. On peut relever l'homogénéité (Burckhardt, 1860) ou au contraire l'hétérogénéité de cette société et de sa culture qui pratiquerait, selon Burckhardt, la politique et la science comme une œuvre d'art (Panofsky, 1944). Cette culture serait fondée sur une idée du monde et de l'humain qui se cristallise dans les villes d'Italie et des Flandres et qui exprime plutôt les aspirations des commerçants, banquiers et artisans que celles des puissances féodales. La valeur de l'homme renaissant est fondée sur son travail et sa fortune plus que sur son origine. Ainsi l'artiste et le savant peuvent-ils devenir les commensaux de leur mécène plutôt que leurs subordonnés (Burk, 1962, Mandrun, 1973).

Entre tradition et innovation, la complexité de la Renaissance a également été décelée aux niveaux de ses sources médiévales et antiques, de sa nature et de ses méthodes ainsi que de son rôle dans l'histoire et de ses conséquences. Concernant son origine, toutes les tentatives pour établir des causalités simples se sont révélées insuffisantes. Cette complexité rend illusoire toute approche purement synthétique et exige l'utilisation de modèles qui peuvent être contradictoires (Foucault 1966).

Pour expliquer ce moment de civilisation, on a évoqué des causes socio-économiques (peuple de marchands et de banquiers), politiques (rupture de la féodalité et avènement d'une organisation communale), culturelles (rupture de confiance dans les explications théologiques et avènement de l'esprit critique, migration des savants grecs de 1453 en Italie), religieuses et philosophiques (affaiblissement du pouvoir de la religion et sécularisation de la métaphysique). Or chacune de ces causes, qu'elles soient endogènes ou exogènes, peuvent aussi être une conséquence selon la perspective qu'on envisage et plusieurs d'entre elles préexistaient déjà, bien avant la Renaissance, dans la période médiévale. Toutes sont nécessaires, aucune n'est suffisante.

Y a-t-il une Renaissance scientifique?

A ces difficultés, qui concernent la Renaissance dans son ensemble, s'en ajoutent d'autres si l'on veut se concentrer spécifiquement sur le développement particulier de la pensée scientifique.

La Renaissance scientifique, s'il y en a une (Copenhagen 1992, Koyré 1966), a fait couler beaucoup d'encre. Les historiens expriment soit un grand enthousiasme, soit une profonde méfiance. Il faut donc rester prudent et réservé.

C'est jusqu'à la notion de Renaissance scientifique qui peut être contestée par certains auteurs (Copenhagen, 1992). On trouve même dans la littérature l'opinion, extrême et très isolée, selon laquelle il n'y aurait aucune rupture dans l'art de la Renaissance (Pont, 1982).

Période de transition mais aussi de stabilité, la Renaissance est un mélange complexe. Elle est précédée par des mouvements similaires de rénovations partielles au Moyen Age. Ses rythmes, sa durée et la profondeur de ses effets sont inégaux selon les régions envisagées. Il n'est pas question ici, faute de place, de prendre en compte cette complexité.

Cet article, bien que prudent, présente des phénomènes communs à plusieurs disciplines, montrant l'unité dans la diversité. Le mouvement scientifique, malgré des spécificités régionales qui apparaîtront plus loin (précoce dans les régions méditerranéennes, il se propage rapidement au nord des Alpes et en Angleterre) s'est rapidement internationalisé, principalement à travers les contacts personnels entre savants et les correspondances. L'exemple du Père Mersenne (1588-1648), véritable plaque tournante de l'information scientifique à la fin du XVIème, est très convaincant (Lenoble 1943 b).

Une autre raison de perplexité pour les historiens concerne évidemment les origines antiques et médiévales du mouvement scientifique naturaliste par rapport à son aspect innovateur (Brunet 1957). Le rôle en particulier des vecteurs médiévaux de la scientificité, qu'ils soient Arabes, Juifs ou Chrétiens est un sujet passionnant auquel il ne sera fait que quelques allusions (Walzer, 1949). La période médiévale montre un intérêt constant pour la nature, même si les modalités théoriques et pratiques de cette approche sont diverses. Il faut se souvenir que bien des textes arabes ne sont pas même encore publiés ni traduits et que l'importance réciproque de ces groupes culturels particuliers reste un sujet de controverse (Hyrtl, 1879, Walzer, 1949, Schacht, 1957).

Je limite cet article à la caractérisation de quelques axes principaux dans le mode d'utilisation de la tradition antique et dans celui du maniement de fonctionnements méthodologiques. De solides essais ont, par ailleurs, été écrits sur ce sujet (Guyénot, 1941, Singer, 1934).

Une dernière remarque concerne la bibliographie historiographique. Il faut reconnaître que bien des textes fondamentaux traitant de l'histoire de la biologie, écrits pourtant érudits et riches en renseignements précieux, sont construits sur des prémisses qui sont autant d'idées préconçues. Il en est une qui a joué un rôle structurant très important dans l'histoire des sciences et qui nous a été léguée par le XIXème. Le développement de la science à la Renaissance, puis au XVIIème, se serait toujours fait en opposition à l'Eglise et les progrès auraient toujours été fondés sur le refus des connaissances de l'antiquité. L'origine d'une telle grille interprétative est très complexe. Dans notre langue, Descartes et le cartésianisme n'y sont pas étrangers, elle a été renforcée par l'Encyclopédie et par le positivisme après la Révolution française. Elle ne rend en tout cas pas compte de la complexité des relations existant entre l'Eglise, la logique médiévale et son usage. Galilée (1564-1642), dont les recherches sont payées par le Cardinal Barberini, est condamné par ce même cardinal, devenu Urbain VIII! Plus grave, elle évacue de l'histoire les effets positifs de la tradition. En ce domaine, il ne faut croire personne! Vésale (1514-1564), qui pille Galien (201-129), en dit surtout du mal. William Harvey (1578-1657), présenté parfois comme un opposant radical de

Galien, dont il est l'un des meilleurs connaisseurs (il l'enseigne pendant 40 ans dans ses *Lumleian Lectures* de Londres), n'en dit que du bien et témoigne de son admiration en plusieurs passages. Francesco Redi (1626-1698), présenté comme un novateur totalement indépendant des connaissances antiques, dont il aurait fait table rase, s'est, au contraire, inspiré de leurs thématiques et une partie de ses protocoles d'expérience et de ses observations sont de nouvelles approches de questions anciennes. Ses conclusions, comme celles de Harvey, confirment ou infirment l'Antiquité et la tradition médiévale sans s'y opposer systématiquement.

Ainsi la même période est considérée par les uns comme le refus d'Aristote (384-322) et par les autres au contraire comme la renaissance d'Aristote et de Galien (131-201). Des auteurs comme Carus (1880), sont représentatifs de cette tendance et, plus proche de nous, Emile Guyénot n'échappe pas à ce tic.

Bien entendu, la critique moderne a commencé à se libérer de ces idées préconçues dont elle a reconnu partiellement les contenus idéologiques et les distorsions qu'elles infligent au discours historique.

Enfin, il paraît évident que la lecture positiviste de l'histoire des sciences, fondée sur une compréhension de la science classique limitée à la physique de Galilée et de Newton (1643-1727), accrédite bien des préjugés. Il est remarquable que plusieurs naturalistes aux XV^{ème} et XVI^{ème} aient d'abord été des lettrés. A ce propos, la biographie intellectuelle de Gesner est exemplaire.

On a longtemps pensé que le développement des sciences physiques et surtout celui de la mécanique avait toujours précédé celui des sciences de la vie et les travaux de Koyré (1955), comme les interprétations d'Auguste Comte (1798-1857), sont emblématiques de cette tendance. En fait, Bacon propose indifféremment des exemples de biologie et de physique, Harvey est contemporain de Galilée et, comme le remarque finement Ruppert Hall (1954), c'est plutôt dans la dynamique historique qui s'établit après le XVII^e siècle que les sciences physiques montrent un développement plus coordonné que celui des autres disciplines, qu'elles s'organisent selon un jeu de conséquences plus claires, qu'elles contribuent, indirectement, à une mise en question radicale des fondements de la biologie.

Il y a, certes, une continuité mieux dessinée et plus systématique qui mène de Galilée à Newton (1643-1727) puis à Einstein (1879-1955) que celle qui de Harvey mène à Crick et Watson. Des obstacles de tous genres ont empêché que les diverses techniques utilisées par les biologistes convergent aussi bien et aussi vite que chez les physiciens. Est-ce que l'objet de la biologie est plus complexe et qu'il est difficile de l'encadrer dans un imaginaire validant, efficace sans être exagérément réducteur? Ou est-ce que ces connotations idéologiques sont plus inhibitrices, ou encore que l'idée de totalité organique (unité des parties) ne favorise pas l'émergence des lois générales? Il n'empêche qu'à bien des points de vue on peut s'étonner de la lenteur de l'adaptation des techniques quantitatives ou de la microscopie à la connaissance du vivant. A cela s'ajoute certainement la diversité structurale du monde vivant, diversité qu'il fallait dépasser, "organiser" par des descriptions minutieuses des organes, des espèces, et des

groupes systématiques. Les biologistes étaient ralentis dans leur effort pour élucider les causes, par cette nécessité descriptive. Les sciences de la vie (médecine, anatomo-physiologie, zoologie, botanique, systématique) s'entrecroisent avec des problématiques difficiles à finaliser dans des protocoles (l'âme et sa métaphysique alourdissent le climat jusqu'en plein XVIIIème siècle; quant à la science de la génération elle ne trouve ses premières solutions que dans la deuxième moitié du XVIIème). Cette complexité génère des approches trop diverses pour pouvoir s'affirmer en un corpus de règles et de raisons. Seule, peut-être, la théorie cellulaire, en 1838, entraînera l'unification du champ biologique.

Cependant, si l'on considère la scientificité, les méthodes et les stratégies utilisées dans les sciences de la vie, on voit qu'elles ont souvent anticipé sur celles de la physique. C'est un fait que dans l'antiquité, et précisément chez Aristote, ou chez les expérimentateurs du Corpus hippocratique et chez Galien, on trouve les prémisses d'une attitude cognitive qui ne réapparaîtra qu'après la révolution scientifique du XVIIe. Mais il est également vrai qu'au XVIème et au début du XVIIème Bacon propose indifféremment des protocoles d'expériences biologiques et physiques et que Harvey, dont nous reparlerons, maîtrise une méthode concrète qui est certainement aussi hardie que celle qui se fait jour au même moment dans la mécanique galiléenne. C'est à partir du milieu du XVIIème que l'avance des sciences physiques et leur fonction de leader de la scientificité va devenir réalité.

De nombreux auteurs comme Hall (1983), Guyénot (1941), de Witt (1992), Singer (1934) ont relevé l'extrême complexité des relations positives et négatives que la science renaissance a entretenues avec l'Antiquité, l'Eglise et même certains mouvements philosophiques cryptiques mystiques (l'histoire du mouvement hermétiste). Par ailleurs les études plus récentes qui portent sur les stratégies logiques de l'empirisme dans les sciences naturelles et sur leur méthode révèlent des continuités inattendues et montrent que les plus gands renouvellements se sont faits dans un esprit de profonde compréhension des données de l'antiquité (Buscaglia, 1992). De façon à mieux déterminer les caractères des sciences de la vie au XVème et XVIème siècles, il serait nécessaire aussi de traiter du passage des sciences de la vie de la Renaissance à celle du XVIIème, au moment de l'établissement la Nouvelle science.

Il faut peut-être rappeler, au delà de toutes ces réserves, qu'il y a à la Renaissance, au XVe et au XVIe, une véritable radicalisation du mouvement scientifique, en particulier dans les sciences de la vie. Une dynamique qui se développe sur des sources préexistantes, mais qui n'en est pas moins profondément originale.

A bien des points de vue, la biologie renaissance est aristotélicienne. Les similitudes entre *l'Histoire des animaux* (347-342) et *Les parties des animaux* et les oeuvres des naturalistes du XVIe sont nombreuses on peut même considérer que Gesner continue Aristote sans changer profondément sa méthode. Que l'anatomo-physiologie de Vésale et même celle de Harvey, malgré leur originalité, soient inspirées par Galien ne fait presque aucun doute (c'est en vertu d'une erreur de perspective qu'on peut l'ignorer). Entendons-nous bien: ce n'est pas parce que Vésale, Fabricius ou Harvey

corrigent quelques erreurs de Galien, mêmes fondamentales, qu'ils s'opposent à sa méthode.

Ces choses sont connues. Cependant, à propos de la scientificité renaissante, bien des malentendus demeurent. Obscurcie par la gloire de la Nouvelle Science de Bacon, Galilée, Descartes au XVIIème et par la l'histoire "orientée" qu'en donne le XIXème, elle est aussi surestimée lorsqu'on oppose ses brillants succès à ceux du Moyen Age soit-disant obscurantiste. Or le Moyen Age est subtil et l'échec de ses percées scientifiques et techniques reste un sujet de controverse.

Ce qui frappe aux XVème, XVIème et XVIIème, ce n'est pas le développement des sciences particulières, mais bien la conjonction de facteurs positifs: philosophiques, politiques, économiques, techniques, culturels etc.

Dans cet article, nous développerons quelques éléments de repérage qui sont autant d'hypothèses utiles pour des recherches futures.

Il est difficile d'échapper à la conclusion que le déterminisme de la renaissance scientifique a été polycasual et qu'aucune des causes particulières (internaliste ou externaliste), envisagée indépendamment, n'est capable, à elle seule, de l'expliquer, ni d'ailleurs la Nouvelle Science et sa dynamique qui s'amplifie au XVIIème.

Plusieurs modèles ont été proposés pour rendre compte de cette effervescence de recherche. Est-elle due à une création *de novo* (Burckhardt, 1860) ou au contraire n'est-elle que l'intensification d'un mouvement préexistant (Taton)? Il faut probablement, pour l'expliquer, évoquer la conjonction de plusieurs causes dont elle n'est que l'effet concourant.

Dans cet article nous proposons deux modèles pour expliquer ce qui a pu contribuer à façonner des aspects fondamentaux de la méthode à cette période (modèle de l'artiste/naturaliste et du philologue/naturaliste).

Ces approches permettent de comparer les attitudes des naturalistes avec celles que l'on peut retrouver dans d'autres disciplines aussi bien littéraires que scientifiques en d'en montrer l'unité. Attitudes qui, nous le verrons, ont des conséquences non seulement sur les contenus de la science ou du discours littéraire mais également sur leurs méthodes.

Une première constatation serait que la société renaissante est centrée sur les problèmes de représentation, qui importent aussi bien pour les humanistes naturalistes que pour les artistes naturalistes. Il en résulte deux types de nécessités qui entrent en synergie: la représentation (art), la connaissance (science).

Le rapport au réel concret est essentiel. La représentation d'après l'objet naturel devient un idéal de société et un but cognitif. On retrouve ce type de nécessité par exemple lorsque les artistes illustrent certains traités, comme Jean de Calcar dans la *Fabrica* de Vésale, Vinci dans ses carnets d'anatomie, ou même Michel Ange dans son projet non réalisé de traité anatomique avec Realdo Colombo.

Les histoires classiques de la biologie sont organisées en chapitres consacrés à l'un ou l'autre des auteurs reconnus et à leur découverte (Guyénot 1941, de Witt, Singer, Carus). Elles restent en général peu sensibles aux problèmes de méthode ou à ceux qui touchent à l'organisation spécifique du discours scientifique, à la représentation

graphique des données scientifiques. L'intérêt des historiens pour les méthodes s'applique au XVIIe siècle mais beaucoup moins au XVe et au XVIe, dont les méthodes sont considérées comme naturelles.

NATURALISTES, ARTISTES ET HUMANISTES

L'homme de la Renaissance n'est plus sous le regard de Dieu seulement, mais il est plongé dans la nature et dans l'histoire. Cette nouvelle "position" influe sur les beaux arts et sur les sciences.

On peut se demander si les déterminations culturelles et cognitives ont précédé ou suivi les changements économiques. L'esprit critique sort-il du politique ou y retourne-t-il? D'une certaine façon tout est vrai et il est préférable de laisser ouverte la question des causes et des conséquences. On peut évidemment essayer d'appliquer les catégories de Burckhardt ou d'autres classiques des études de la Renaissance et cela est certainement profitable, mais il faut toujours bien considérer que tout ce qu'on dira reste un sujet de controverse et que les systèmes explicatifs contradictoires ne sont pas en cette matière exclusifs. Je donnerai comme exemple la controverse ouverte à propos de l'origine et des filiations qui ont présidé à la redécouverte de la circulation du sang au XVIe siècle. Schachst (1957) montre bien qu'il est difficile d'établir définitivement si les textes de Ibn An Nafis (1210-1288) ont, oui ou non, été transmis à Michel Servet (1509-1553) ou à Realdo Colombo (1516-1559) et si, d'autre part, une filiation directe - et dans quel sens - doit être établie entre ces deux derniers et Valverde (1556). L'influence de la petite circulation comme modèle préparatoire de la grande circulation semble couler de source pour les historiens mais elle n'est pas confirmée par les textes de Harvey lui-même, dont on sait pourtant qu'il reconnaissait très élégamment ses dettes intellectuelles.

Face à une telle fragilité explicative, on peut développer deux stratégies: soit s'attacher à une approche globale, inspirante et on espère inspirée, soit montrer des analogies, des séquences récurrentes, montrer également des convergences, des réunions entre matériaux critiques qui vont être généralisés.

Cet article s'attache plutôt à cette deuxième voie. Il utilise des exemples afin d'établir des constantes, des convergences dans les méthodes et les stratégies et pour proposer des modèles qui donnent les raisons spécifiques sur leur formation.

Nous analyserons quelques exemples choisis concernant la zoologie, la botanique, l'anatomo-physiologie et les modalités de leur développement dans le triangle Padoue/Bologne/Ferrare qui joue un rôle central au XVème et au XVIème.

On peut envisager deux types d'attitudes chez les scientifiques face aux sciences de la vie. Toutes deux semblent émerger, d'une certaine façon, de mécanismes semblables. En effet, on peut donner un modèle similaire pour expliquer comment la stratégie naturaliste se forme à partir de l'activité artistique (artiste/naturaliste) ou de l'activité humaniste (philologue/naturaliste). Nous allons analyser les diverses étapes de ce processus.

Dans les deux cas, ce qui importe d'abord c'est la volonté de retrouver les valeurs de l'Antiquité (référence à l'antique) et de reconstruire la civilisation par leur réactivation. Pour l'homme renaissant, il ne faut pas seulement copier l'Antiquité mais il faut dépasser l'antique par une meilleure connaissance de l'antique. Le respect critique de la tradition est donc le fondement de l'innovation.

Plusieurs auteurs ont évidemment reconnu l'importance de l'idéologie et de certaines pratiques humanistes non seulement dans l'histoire du développement intellectuel au XV^{ème} et au XVI^{ème} et même au XVII^{ème}, mais également dans l'élaboration de l'approche scientifique. Ces relations, directes mais aussi indirectes s'expriment à plusieurs niveaux (Burkhardt). D'autres auteurs ont plutôt insisté sur ce qui différencie l'humaniste de l'homme de science, plutôt que sur ce qui les réunit (Mandrou, 1973).

Le rôle général des philosophes humanistes pour promouvoir une approche scientifique de la nature (réalisme, historicisme) a déjà été souligné (Mandrou, 1973). Cependant nous voulons montrer que cet apport n'est pas simple, qu'il peut être distingué des autres conséquences de l'humanisme sur la culture. En bref, qu'il y a des filiations spécifiques que l'on peut essayer de repérer.

Car on ne peut se limiter à proposer ce modèle humaniste de la connaissance, il faut le fonder sur des indices qui lui donnent une plus grande plausibilité.

PERSPECTIVES CRITIQUES

Par méthode dans les sciences de la vie, nous ne voulons pas nous borner à la méthode telle que Descartes la définirait, c'est à dire une méthode générique de la cognitivité, ni nous limiter aux techniques et instruments mais bien plutôt examiner comment la méthode est effectivement mise en oeuvre dans les procédures, les stratégies expérimentales, les modes spécifiques d'observation du vivant, comprendre de quelle façon on l'approche et comment on rapporte les observations le concernant. Ce que nous essayons d'atteindre, c'est précisément la forme du rapport scientifique concret que l'homme renaissant établit avec la nature et la façon dont il veut la représenter. La méthode est aussi bien dans l'élucidation que dans la mise en livre (illustration et rhétorique de conviction).

Nous voulons également montrer quelques exemples de la façon dont ce type d'approche méthodologique a pu se constituer. L'ensemble de ces pratiques est précisément ce qui dans la méthode est spécifique à la biologie et dont l'explicitation et la codification se poursuivront jusqu'au XIX^{ème} siècle (Charles Bonnet, Jean Sénebier, Claude Bernard).

Un ensemble que l'historien peut diviser en ses éléments (stratégies, méthode, attitudes) qui se manifestent dans des fonctionnements privés ou sociaux et qui sont à l'articulation de la logique et du monde concret.

Cette précision peut paraître très restrictive mais elle est nécessaire si l'on veut retrouver dans leur réalité concrète les innovations que la Renaissance apporte aux sciences de la vie.

Il y a aussi des innovations au niveau des théories sur le vivant, également à celui des techniques particulières, mais, dans cet article, nous nous bornons à étudier les méthodes d'approche du vivant, les stratégies, les procédures.

Ce qui compte ici c'est encore de saisir selon quels moyens, selon quels modes scientifiques le vivant est abordé et de quelle manière les découvertes techniques, les méthodes et les théories sont rapportées. Chacune de ces parties étant liées aux autres et formant avec elles un tout épistémologique.

Il ne s'agit bien entendu que d'une partie de l'histoire de la scientificité, qui est abordée ici sous un angle tout à fait particulier, qui est propre aux sciences de la vie. Les grandes synthèses qui ont voulu saisir d'un seul coup dans le domaine de la physique et dans celui des sciences naturelles les grandes modifications intervenues à la Renaissance d'abord, puis au début du XVIIe ensuite, ne font que répéter qu'on assiste de 1580 à 1700 à une véritable révolution scientifique. Notre approche plus spécialisée et spécifique montre d'autres rythmes, d'autres nécessités, d'autres séries évolutives sans pour autant nier l'existence d'un phénomène général.

Des interprétations différentes peuvent être données pour expliquer une série d'événements de la Renaissance ou la rupture du XVIIème dans les sciences de la vie. Ces voies, ces itinéraires sont des façons de rendre vie aux documents. Seul leur arpentage peut donner aux conclusions une vraisemblance acceptable.

Ainsi, pour expliquer, à la fin du XVIe, le passage à la nouvelle science telle que Harvey la conçoit, je crois qu'on peut mettre en évidence la nature des rapports qui se tissent entre les résultats concrets et leur mise en théorie, ainsi que la qualité des théories proposées (proches du concret, dépendant fortement de l'empirie) et je pense qu'il y a suffisamment d'arguments démonstratifs pour fonder cette position. Mais on peut tout aussi bien prétendre qu'il ne s'agit pas d'une évolution interne des sciences de la vie et qu'il en faut trouver les événements fondateurs dans les progrès de la physique (opinion traditionnelle qui est cependant insuffisante).

De même lorsque Grmeck (1990), considérant cette même période, affirme que la révolution biologique consiste en une quantification des variables biologiques et une augmentation de leur mathématisation, il exagère la rupture par rapport au XVIe.

Ce qui compte finalement c'est de reconnaître la spécificité d'une approche et de la formuler en une narration historique fondée sur des documents dont l'authenticité est contrôlée et la signification critiquée.

J'ai choisi de montrer dans cet exposé quelques caractéristiques des sciences de la vie à la Renaissance et de voir comment elles se sont formées autant par le respect de la tradition que par innovation. Une tradition qui est certes réinterprétée, une innovation qui est pénétrée par les thèmes et les méthodes venant de la tradition érudite.

On ne peut nier qu'il y ait à la Renaissance et surtout au XVIIe une nouvelle dynamique qui s'instaure. Elle repose sur des acquis du XIVE comme la mesure automatique du temps, les systèmes de comptabilité, etc.

Elle est corrélée à une série de facteurs socio-économiques, politiques, philosophiques, culturels et institutionnels qui tous concourent à l'établissement d'un nouveau type de rapport à la nature, de lien entre la raison et le concret.

-La méthode permet l'accumulation du savoir.

-la pratique crée une demande technologique.

-le modèle des sciences physiques s'établit.

-de nouvelles institutions scientifiques (cabinets des merveilles, jardins botaniques, collection zoologique, etc) sont créées.

Lorsqu'on considère les sciences de la vie à la Renaissance, on est frappé par l'importance des méthodes purement descriptives, fondées essentiellement sur l'observation, non prédictives et non expérimentales. La différence sur ce point par rapport à la physique est très significative. La biologie naissante tire dans un premier temps ses conclusions par déduction causale à partir d'observations, comme par exemple dans le cas de l'anatomo-physiologie. Les cadres théoriques utilisés sont très éloignés des données concrètes. Les conceptions du vivant qui sont très générales (microcosme/macrocosome) n'ont aucun effet particulier et spécifique sur les stratégies de recherche. Les théories, en retour, ne sont pas modifiées par les observables. Il y a indépendance entre théorie et concret.

Il est vrai que des stratégies expérimentales sont mises au point en anatomo-physiologie et fréquemment utilisées, dans un deuxième temps, vers la fin du XVIème, mais elles ne concernent que des cas particuliers, des segments d'organismes dont elles élucident les fonctionnements sans jamais se préoccuper des fonctions globales (exemples chez Colombo, Aquapendente, Césalpin ou Paré). Ces expériences ne construisent pas une image du vivant mais établissent plutôt un inventaire de fonctions. C'est Harvey qui changera cette pratique dans son *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* de 1628.

On peut rapprocher différentes disciplines culturelles et montrer des similitudes à la Renaissance entre champs différents. Plusieurs auteurs ont tenté de comparer la science du XVème avec l'esprit de la première Renaissance, plutôt optimiste et confiante en ses propres pouvoirs. La science du XVIème, plus instable, insatisfaite et dépassée par la multitude même des données qu'elle a mises en évidence, est comparable au maniérisme (Blount, 1940, Sypher, 1955). La crise du début du XVIIème, qui unifie la recherche scientifique (méthode et théorie comme chez Harvey ou Galilée), trouvant ses correspondances dans les formes baroques où l'unité du projet finalise la multitude des motifs (d'Ors, 1935).

PRÉSENTATION DE DEUX MODÈLES

Cet article ne présente pas une étude exhaustive du champ des méthodes dans les sciences naturelles à la Renaissance mais propose quelques interprétations à propos de ces méthodes et montre des convergences de fonctionnement entre diverses disciplines.

Deux hypothèses sont avancées qui montrent combien la pratique des sciences naturelles a pu dériver d'un champ qui lui était hexogène. Elles postulent que:

1) les artistes et les naturalistes ont uni leurs qualités particulières pour former l'idéal descriptif des sciences naturelles.

2) l'érudition philologique n'a pas seulement encouragé et facilité l'accès aux connaissances antiques, mais elle a modelé la mentalité du naturaliste à son image.

Ces deux thèmes interviennent à différents points de cet article dont ils forment deux pôles explicatifs majeurs.

Qu'on examine la zoologie, la botanique ou l'anatomo-physiologie au XV^{ème} et au XVI^{ème} siècles, on retrouve le même type de fonctionnement méthodologique. Les objets changent mais la méthode reste. Les stratégies de recherches sont semblables et leur évolution suit des étapes similaires. Il s'agit surtout de décrire la réalité du vivant, d'en élucider quelques fonctions et d'en déduire les causalités particulières. Les problèmes plus fondamentaux et l'image du vivant sont alors confiés à de grandes théories philosophiques qui n'ont presque rien à voir avec le concret.

Dans la deuxième moitié du XVI^{ème}, plusieurs craquements épistémologiques préparent le passage de ce type d'approche à celle qui va s'imposer au XVII^{ème} comme la méthode de la nouvelle science (Tartaglia 1543, Bacon 1620, Harvey, 1628, Galilée 1638), c'est à dire une nouvelle pratique du rapport entre réel concret et logique, caractérisée par la mesure, la quantification, une relation plus nécessaire entre théories et résultats et une plus grande instrumentalisation.

On commence très tôt la description des instruments utilisés. Il a été montré combien cela importe pour constituer ce que j'ai appelé le "témoin universel", un personnage potentiel dont le rôle est primordial dans la vérification et la conviction.

a) ARTISTES ET NATURALISTES

L'influence des artistes sur les sciences naturelles naissantes est amplement reconnue (Panofsky, 1927, 1952). En particulier, la conquête des règles de la représentation réaliste (objectivité, respect des règles de la perspective), nécessaire au naturalisme en art, entraîne des conséquences directes dans les sciences naturelles. Les travaux de Panofski (1952, 1960) et d'autres auteurs ont bien montré comment ce sont principalement les artistes comme Ghiberti, Uccello, Brunelleschi qui ont constitué les règles de la perspective, aidés d'ailleurs par le travail de mathématiciens théoriciens comme Viator et Lucca Pacioli.

L'existence d'un espace perspectif dans lequel les organismes vivants sont placés comme des objets permet leur repérage. Le scientifique peut donc s'en emparer et les déplacer afin de les étudier ou d'en faire collection. A ce repérage spatial s'ajoute un repérage temporel. On se souvient que l'une des premières horloges mécaniques a été construite au XIV^{ème} à Padoue, par de Dondi (Thorndik 1941, Gimpel 1975). On ne

peut sous-estimer le fait que les objets et les êtres soient désormais placés dans un espace et puissent être situés par rapport au temps. Ce qui constitue un cadre précis pour l'activité naturaliste.

Divers auteurs ont bien montré l'effort des artistes pour représenter la réalité, soit par l'accumulation des détails comme chez Van Eyck, soit par la compréhension et l'assimilation des lois de la perspective chez les Florentins, ces deux tendances étant issues de la quête générale du réalisme humaniste. Une nécessité qui fait rupture par rapport à la tendance idéaliste et mystique caractéristique au Moyen Age. Ce renouveau, au début du XV^{ème} siècle, touche toutes les règles de la représentation. Il peut être symbolisé par le fameux passage d'une peinture à fond d'or à une peinture à fond réaliste. Cette transformation a eu pour conséquences un intérêt renouvelé pour la nature. Mais elle a aussi montré la nécessité de nouvelles études scientifiques dans le but d'en parfaire la représentation.

Lorsque les architectes et les peintres de la première Renaissance influent sur la conception de l'espace grâce à l'invention de la perspective, c'est à travers les véritables expériences visuelles et constructives qu'ils réalisent (Brunelleschi (1377-1446), Ghiberti (1378-1455), Paolo Uccello (1397-1475) Piero della Francesca 1410-1492)).

Si les peintres de la première Renaissance se sont souvent contentés d'une exactitude de surface qui peut aller jusqu'à la représentation des attitudes des animaux ou de la position des plantes comme chez Pisanello et plus tard chez Dürer, il semble bien que plusieurs d'entre eux, en particulier Léonard de Vinci (1475-1519), Michel Ange (1475-1564) et Raphaël (1483-1520), aient pratiqué sporadiquement des dissections dans le but de connaître l'intérieur des organismes afin de mieux en représenter l'extérieur. Nous reviendrons sur ce passage de la nécessité de figuration à la connaissance anatomique à propos de Léonard de Vinci

Il existe des dessins naturalistes très précoces, bien avant ceux de Pisanello ou Vinci. Quelques carnets de naturalistes du XIV^{ème}, résidant en Lombardie et en Vénétie, contiennent des dessins d'organismes d'une qualité exceptionnelle et très en avance sur leur temps. Simples carnets non publiés, toujours consacrés à des objets isolés (oiseaux, mammifères) qui sont juxtaposés de page en page. Ils ne tentent jamais de présenter une image composée du monde vivant. Comme nous le verrons plus loin, cette propension à présenter des isolats plutôt que des compositions caractérisera les naturalistes renaissants. A ce titre Pisanello est exemplaire et l'on voit bien la filiation qui mène à Vinci et Dürer.

Mais ce qui importe c'est le phénomène du passage qui, de l'art, mène à une véritable maîtrise de la science (Thuillier, 1979). L'exemple de Vinci est à ce point de vue paroxystique et très démonstratif (Baxandall, 1972).

Son oeuvre s'inscrit dans un mouvement plus général visant la réinterprétation de la signification des arts dans un contexte réaliste.

Le travail de Léonard n'est pas isolé, la renaissance anatomique ayant été précédée par les traités arabes (compilation et augmentation des données antiques), par quelques traités européens et par des lois favorisant l'étude de la médecine, comme le *Regimen*



FIG. 1.

Dessins provenant des Carnets d'anatomie de Léonard de Vinci qui montre la figuration abstraite de la musculature (suivant les lignes de force) et rotation de l'objet (face, côté, dos) qui permet une représentation anatomique plus complète (Bibliothèque du château royal de Windsor).

Sanitatis Salernitum, le traité de Mundinus de' Luzzi (1275- 1316), publié entre 1306 et 1318 à Bologne et celui de Berengario da Carpi (1460-1536) qui précède la *Fabrica* de Vésale.

LEON BATISTA ALBERTI (1404-1472) propose le respect de la divine proportion et de la logique fondées sur un type idéal. Il prise la perfection, le professionnalisme et la qualité technique. Sa théorie de l'art unit les valeurs critiques de l'Antiquité à sa propre expérience. LUCA PACIOLI (1445-1514), un mathématicien, publie en 1494 la *Summa de arithmetica Geometria, proportioni et proportionalita* et en 1509 la *Divine proportion* (Blount, 1940, Speziali, 1973).

LEONARD DE VINCI (1452-1519), comme ALBRECHT DÜRER (1471-1528), a donné beaucoup d'attention au réalisme artistique et au naturalisme. Esprit curieux du monde, il voyage en Orient, à Rome, Milan, Padoue et Paris. C'est sa recherche pour parvenir à

un réalisme pictural qui est le moteur de son activité de naturaliste. On peut résumer l'itinéraire qui d'un artiste fait de lui un véritable anatomiste (Huard, 1961). Il passe par les stades successifs suivants:

1/ Pour représenter la nature, il faut la connaître.

2/ Il faut analyser le concret pour le représenter, le comparer avec les règles d'or, avec les *divines proportions* sans le soumettre à ces règles.

3/ L'analyse de la surface des corps doit être suivie d'une analyse interne des organismes (les muscles, les tendons, les os sous la peau), y compris ce qui est hors de la règle (naturalisme).

4/ La constitution d'une oeuvre anatomique (non publiée) fondée sur l'observation directe .

Sa méthode doit être commentée, car Léonard est le meilleur exemple de la Renaissance artistique et scientifique. Lecteur des auteurs de l'Antiquité et du Moyen Age, il connaît les théories néoplatoniciennes de Ficin et de Pic de la Mirandole, mais il est plus proche des idées aristotéliennes. Il fait l'équilibre entre la connaissance des *Proportions divines* (Luca Pacioli, 1445-1510) et l'observation des extrêmes dans la nature. Il prétend qu'il ne faut pas représenter le beau seulement, mais tout ce qui fait la diversité de la nature.

Pour connaître, il lui faut représenter, pour représenter il lui faut connaître. Comme il n'y a pas de type idéal, il faut représenter tout ce qui est, y compris les défauts (portraits monstrueux). Léonard est favorable à l'exactitude naturaliste contre l'idéalisme esthétique. A travers la représentation et la mensuration systématique des parties, il acquiert une connaissance des règles structurales qui régissent les organismes (animaux et végétaux). Il s'oppose à l'esthétisme formel de l'idéalisme néoplatonicien qui règne à Florence vers la fin du XVe. Il veut représenter les défauts de la nature aussi bien que ses perfections. Tous les détails de ses peintures sont exacts. C'est une conquête de la réalité similaire à la tradition de la première Renaissance flamande (Van Eyck 1390-1441). Seul le thème et l'organisation du sujet de ses tableaux est imaginaire. C'est là seulement que:

"La pittura e cosa mentale"

C'est un projet de sculpture qui est à l'origine de son activité d'anatomiste. Pour créer la statue équestre de François Sforza (1473) et le monument à Trivulzio, Vinci commence par étudier la tradition récente des statues équestres (Donatello/Gatamelata, Verrocchio/ Colleoni/ Regisole de Pavie, Statue de Marc-Aurèle sur la place du Capitole à Rome). Il s'engage de plus dans des études extensives de l'anatomie du cheval (études externes et internes): mensurations, analyse minutieuse de la musculature, du squelette et des positions naturelles. Pour lui les structures profondes expliquent et fondent la forme en surface. Il faut les connaître pour être capable de représenter. C'est ainsi que la sculpture et la peinture le mènent à la dissection. Ce sont d'abord ses observations directes, dans les écuries Sforza et San Severino, qui lui permettent de constater des contradictions entre la tradition des proportions divines

(Luca Pacioli 1445-1514) et une description prise directement sur la réalité. Dans ce travail, Léonard s'intéresse surtout à l'animal ou à l'exceptionnel. L'exceptionnel est aussi vrai et même plus vrai que la norme. Pour lui, tout est digne de représentation. Il ne faut ni se limiter à représenter ce qui est parfait selon les canons, ni s'attacher au type médian qui se dégage de l'observation du beau. Il faut représenter "ce qui est". La représentation l'entraîne vers une pratique scientifique empirique et concrète. Cette description minutieuse des organismes l'engage à développer une véritable anatomie détachée du projet de la simple représentation (Forster, 1904, Klebs, 1906, Playfair, 1936, Solmi, 1923, Keele, 1961, 1973).

Ses carnets d'anatomie (Folio A, 1B Winsdor, Carnets I à IV, Codex Atlantico de Milan) reposent sur une collaboration avec l'anatomiste MARC ANTONIO DALLA TORRE (1478-1511). L'amplification de leur projet initial aurait dû aboutir à un véritable *Traité d'Anatomie* qui, comme d'autres oeuvres, ne sera pas publié. Cependant les carnets d'anatomie manuscrits, qui ont été retrouvés, permettent de se faire une idée sur ses contenus:

Il sagit d'une anatomie humaine et comparée, dont les thèmes traités montrent l'ampleur:

- le corps de la mère, le foetus, les différentes parties.
- la charpente et la musculature
- l'oeil, conçu sur le modèle de la *camera oscura*.
- les viscères, reins, coeur, poumons, l'appareil génital.

Sur le plan méthodologique, Leonard observe très minutieusement et selon des procédures originales. Il invente des systèmes de représentation qui resteront longtemps en usage. Par exemple, la rotation de l'objet observé de face, de côté, de trois-quarts et de dos qui donne une compréhension exhaustive (fig.1). Sa représentation des muscles symbolisés abstraitement par leur ligne de force facilite la représentation simultanée des différents niveaux de la musculature. Sur le plan technique, il invente les modèles de cire coulée indispensables à l'étude des cavités du coeur et du cerveau.

Il faut noter qu'on a de lui, en plus de son anatomie, quelques expériences qui sont des répétitions et des modifications des expériences de Claude Galien (131-201) et de nouvelles procédures comme la section de nerfs, la castration, la germination des plantes.

Léonard ne s'est pas limité au dessin anatomique, mais on connaît de lui également des descriptions botaniques qui anticipent sur l'effort descriptif des botanistes du XVIème (Fuchs, Matthiöle). Leur qualité artistique les apparente à celles d'Albert Dürer.

On peut se demander quelle a été son influence réelle, car son oeuvre est restée semi publique, non publiée. On remarque que Harvey (1578-1657) utilisera comme lui des modèles de cire pour l'étude des cavités et Malpighi (1628-1694) sa technique d'injections de substances colorées dans l'étude des vaisseaux (Chauvois, 1957, Adelman, 1966).

ALBRECHT DÜRER (1471-1528) ouvre pour sa part la tradition réaliste de la peinture allemande. L'esthétique subtile et l'exactitude exceptionnelle de ses représentations utilisant des techniques très diverses (dessin, peinture, gravure, aquarelle, etc) le mettent au premier plan de son art. Ses paysages de 1594-1595 révèlent une sensibilité très particulière à l'espace. Mais ce sont ses dessins, peintures à l'eau et gravures zoologiques et botaniques d'après 1505 qui le rapprochent des naturalistes comme Gesner, Fuchs ou Aldrovande. Malheureusement aucun d'entre eux ne saura utiliser son talent pour illustrer leurs ouvrages. Son oeuvre ne s'ouvrira pas explicitement à la dimension scientifique, il restera avant tout un artiste. Son souci du détail dans la représentation des organismes ou des parties d'organismes vivants, sa volonté soit de les isoler dans un espace abstrait, soit de les intégrer dans leur milieu montre une gamme de sensibilité à la nature qui défie l'interprétation.

La gravure de 1538, *Der Zeichner des liegenden Weibes*, montre l'artiste face à son modèle, séparé de lui par l'espace et paradoxalement par le dispositif même de la représentation (un écran quadrillé). Cette représentation renvoie inmanquablement à celle plus tardive montrant l'illustrateur de *l'Historia Stirpium* du botaniste Fuchs en train de dessiner une plante. Cette image montre peut-être mieux que tous les discours la grandeur et les limites du réalisme scientifique renaissant qui, malgré les moyens qu'il s'est donné pour saisir le monde et les objets, en reste séparé (fig. 5).

On retrouve à ce point un schéma général applicable aux deux exemples d'explications présentés dans cet article. Chez l'artiste-naturaliste comme chez l'humaniste-naturaliste le rapport à l'antique précède dans le temps le rapport direct à la nature. Il ne faudrait cependant pas le figer dans une image trop rigide. Les successions et filiations sont moins strictes qu'il n'y paraît et l'on trouverait sans peine des exceptions au scénario qui domine ce travail. En particulier, et à simple titre d'exemple, nous avons vu que l'observation directe de la nature préexiste dans la période médiévale et que les carnets de note du XIV^{ème} par GIOVANNI DE' GRASSI conservés à Bergame (Code Delta 7, 14 Biblioteca civica de Bergame) anticipent de façon troublante sur le dessin naturaliste du XVI^{ème}. Enfin, on trouverait chez les Arabes médiévaux de quoi fonder une thèse continuiste qui stipulerait que l'esprit des naturalistes n'a pas subi de véritable éclipse. Ces exceptions manifestent la complexité du tissu historique et la vanité des explications trop exclusives mais elles n'enlèvent rien aux modèles proposés dans notre article. Les fonctions initiatrices de l'art et ses effets de renforcement paraissent avoir joué un rôle considérable. Il est en tout cas très frappant qu'une même évolution puisse rendre compte d'un glissement vers le naturalisme aussi bien chez les artistes que chez les humanistes philologues. Chez l'artiste comme chez l'humaniste l'examen des objets façonnés légués par l'Antiquité précède l'examen des objets naturels.

On peut donc dire qu'à la Renaissance la représentation fait partie intégrante de la méthode scientifique. D'ailleurs l'importance pédagogique de l'illustration dans les traités de science naturelle était déjà apparue à Aristote dont les planches ont malheureusement disparu.

b) NATURALISTES ET PHILOGUES

Une autre filière peut être établie entre l'activité culturelle des humanistes et les stratégies cognitives des sciences de la vie. L'activité philologique des humanistes qui comparent les différentes leçons des ouvrages antiques entre elles et, lorsque c'est possible, avec l'original, de façon à corriger les erreurs des copistes, précède l'exigence critique des savants. Les savants sont souvent également des érudits.

On sait que le problème de l'établissement des textes corrects par une méthode critique existe déjà dans l'Antiquité et au Moyen Age. Mais c'est à la Renaissance seulement que les problèmes de l'authenticité et de la valeur des textes archétypes (Urtext) deviennent des nécessités suffisamment pressantes pour former les bases d'une science philologique critique qui se préoccupe de l'origine des textes, du signifiant autant que de leur contenu signifié.

La situation du philologue écartelé entre la nécessité de publier à tout prix les textes importants, d'en établir des leçons acceptables et la recherche souvent infructueuse pour trouver les manuscrits d'origine peut être illustrée par la plainte ironique écrite en 1375 par le copiste du *Codex Germanensis* des Poésies de Catulle: *Tu, lector quicumque, ad cuius manus hic libellus obuenerit, scriptori da ueniam si tibi cor(r)uptus uidebitur, quoniam a corruptissimo exemplari transcripsit. Non enim quodpiam aliud extabat unde posset libelli huius habere copiam exemplandi, et ut ex ipso salebroso aliquid tantum sugge(re)ret decreuit potius tamen cor(r)uptum habere quam omnino carere, sperans adhuc ab aliquo alio fortuite emergente hunc posse cor(r)igere. Valebis si ei imprecatus non fueris. 1375, mensis octobris 19°.*

On peut reconstruire une séquence assez convaincante, confirmée par des exemples, du passage de l'érudition philologique à son adaptation pratique dans les sciences naturelles (fig.2). La filière humaniste philologique peut être proposée.

La philologie (établissement, traductions, publications de textes) implique, chez l'humaniste érudit, des qualités d'attention, d'exactitude et d'exhaustivité. Il compare des copies de textes antiques entre elles afin de reconstruire l'original. Les érudits ne se sont pas bornés à établir des textes littéraires et philosophique mais également des textes scientifiques d'histoire naturelle. Ce sont souvent eux qui ont critiqué ces textes et qui ont montré les erreurs qu'ils contenaient. Décidant d'étudier la nature directement dans la nature, ils ont comparé les organismes décrits avec les organismes réels. Pour ce faire, ils étaient préparés par la discipline philologique. Le mouvement était lancé et les naturalistes n'ont fait qu'augmenter les descriptions, passant des faunes et flores méditerranéennes à celles des autres régions du monde. Lors de voyages scientifiques, la constitution des inventaires s'est généralisée dans les pays extraméditerranéens (fig.3).

Il y a donc transfert de stratégie entre l'activité de l'humaniste érudit et celle du naturaliste érudit.

Le naturaliste/philologue passe de la correction des textes par comparaison avec les textes originaux, à la correction de la description des choses en se reportant aux choses

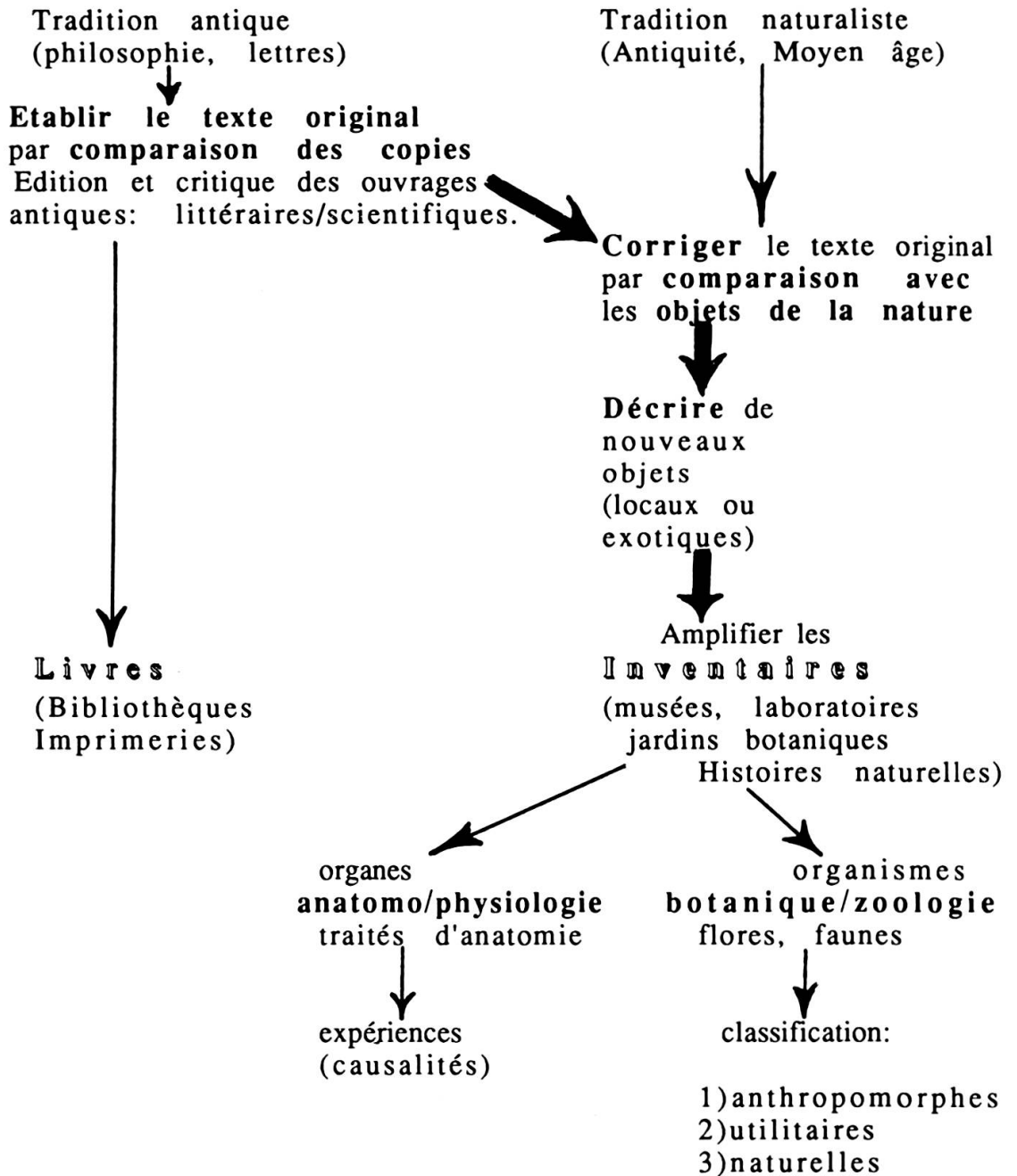
HUMANISTE / PHILOLOGUE**HUMANISTE / NATURALISTE**

FIG. 2.

Illustrant la thèse principale du transfert méthodologique de la philologie humaniste aux sciences naturelles, présentée dans cet article (voir texte p. 313).

elles-mêmes dans la nature. On contrôle et corrige exactement les descriptions antiques en les comparant aux objets réels (nature, organismes, organes). De cette activité comparatrice on passe, par extension, à la description de ce qui n'est pas connu. La correction des inventaires antiques mène à leur extension en de nouveaux inventaires. Pour le naturaliste philologue, le comportement est le même face au texte original et

face à l'objet naturel. Tous deux jouissent du statut du "vrai" qui valide les corrections. Dans le domaine des sciences naturelles, on décrit un plus grand nombre d'espèces provenant de régions de plus en plus étendues.

Les deux démarches (philologique et naturaliste) convergent sur une façon unique de comprendre les sciences naturelles. Elles consistent dans le repérage, la reconnaissance et la description des objets (textes ou organismes), ce qui postule le respect critique des règles de l'exactitude réaliste (répéter et généraliser les observations, différencier clairement ce qui a été vraiment vu de ce qui est seulement rapporté, exhaustivité). Ce type d'approche permet d'établir des **inventaires** suivant la même démarche pour l'anatomie, la botanique et la zoologie bien que les objets concrets soient différents (animal, végétal, organe).

Un mouvement similaire se développe dans le domaine de la géographie (corriger les anciennes cartes et en créer de nouvelles).

Il faut rappeler que dans le domaine des sciences naturelles les structures sont aussi importantes que les fonctions. Il est donc nécessaire de les décrire et de fonder la description de l'échantillonnage décrit. Le XVIème consacre un grand effort à la constitution des faunes et des flores. Les objets de ces inventaires appelés aussi "Histoires" sont encore mal définis, les textes intègrent des données de valeurs différentes ou qui n'ont pas le même statut épistémologique: des mythes, des légendes, à côté d'observations réalistes, directes et exactes. Peu à peu la nécessité de classer, de mettre un ordre systématique dans ces inventaires philologiques et naturalistes se fera jour. Cependant ces classifications restent, au début, fondées sur des critères superficiels, anthropomorphiques, ou strictement utilitaires (ex: classification des plantes selon leurs propriétés curatives).

Le rapport au texte du philologue exerce une grande influence sur la science naissante qui est philologique et érudite. Cette tendance domine le XVème et le XVIème siècles. Le transfert des humanistes aux hommes de science, reconnu sous sa forme générale, n'a jamais jusqu'ici été envisagé dans sa spécificité.

Il n'est pas indifférent dans ce contexte qu'à la Renaissance la connaissance approfondie et directe des textes antiques ne soit pas incompatible avec l'esprit d'entreprise et d'innovation des naturalistes.

L'explication que nous proposons rend compte d'un paradoxe auquel la critique n'a pas prêté suffisamment d'attention. A savoir que ce sont les mêmes philologues érudits qui traduisent les textes antiques et qui en critiquent le mauvais usage. Les philologues les plus acharnés proposent également la critique la plus radicale des textes. Dans cette interprétation, c'est justement leur respect de l'Antiquité comme initiatrice des méthodes de la connaissance qui les engage à critiquer les contenus erronés du discours scientifique antique (Leoniceno, 1428-1524).

En conséquence de quoi ils vont proposer de s'occuper, en plus des contenus descriptifs, des textes méthodologiques de l'antiquité (Vésale).

Ainsi, dans ce modèle, le respect **de l'Antiquité va de pair avec sa critique**. Comme le montrent les exemples suivants, il y a un grand effort pour retrouver l'Antiquité dans son authenticité descriptive et méthodologique:

POGGIO BRACCIOLINI (1380-1459) découvre en 1417 l'unique exemplaire du *De Natura rerum* de Lucrèce (99-55).

GUARINO DA VERONA (1370-1460) découvre en 1426 le *De Medicina* de Celsus.

MARCILE FICINO (1433-1499) traduit en 1460 le *Corpus Hermeticum*

ERMOLAO BARBARO (1454-1493) *Castigationes pliniae*

Ce qui compte c'est que des renforcements interviennent à différents moments et à différents niveaux. Renforcements dont la résultante est une culture qui se préoccupe de ce qu'est la nature et qui se donne les moyens antiques et modernes de cette préoccupation

Le philologue acquiert la méthode de sa discipline et grâce à elle il a accès (érudition) aux méthodes antiques. C'est un double avantage pour les naturalistes-philologues.

Il serait exagéré de négliger la tradition interne des sciences naturelles.

Car il ne fait aucun doute que ce type d'activité trouve aussi son origine chez les naturalistes de l'Antiquité. La similitude avec l'*Histoire des animaux* d'Aristote est frappante. En revanche, un traité aristotélicien comme les *Mouvements des animaux* qui organise des données suivant un raisonnement très rigoureux et systématique est certainement plus proche de la science systématisée de Bacon ou de Galilée.

En plus de l'intérêt pour les textes antiques, littéraires, philosophiques et historiques, la Renaissance montre un intérêt correspondant pour les textes scientifiques et pour leurs **contenus**. On assiste à un effort exceptionnel de traduction à partir des originaux ou de leurs traductions en arabe. Les anciens traités sont réexaminés, réédités, ARISTOTE (384-322), PEDANIUS DIOSCORIDES D'ANAZARBEUS (*materia medica*) en latin (1498), THÉOPHRASTE (380-287) (*Histoire des plantes*), l'*Histoire naturelle* de PLINE en (1469) sont traduits et réédités. Les exemplaires médiévaux de traités de Dioscoride comportent déjà des illustrations, mais les éditions renaissantes de Pierre Mathiole (1572) et de Robert Estienne ne feront que leur donner une qualité exemplaire (Reverdin 1990).

Dès le XV^{ème} siècle, les naturalistes humanistes étendent le champ de leur intérêt. Ils ne se limitent plus aux contenus mais passent aux méthodes de l'Antiquité. Les Traités de l'architecte VITRUVÉ (1^{er} siècle avant J.C.) mais aussi les textes méthodologiques de GALIEN (131-201) retiennent l'attention et sont publiés par D'Andernach et Vésale en 1534.

Parallèlement aux mouvements humanistes, un mouvement hermétiste, mystique (*Corpus hermeticum* 1460) et concret se développe qui avec PARACELSE (1493-1541) rejette précocément toute référence à l'Antiquité et revient à l'observation directe de la nature. Ce mouvement est subtilement lié aux progrès de la chimie (l'alchimie développe les instruments et les balances) et de la physiologie chimique.

En résumé:

L'effort médiéval de traduction des oeuvres de l'Antiquité s'amplifie à la Renaissance. Une société d'humanistes érudits se développe. Les règles de la philologie sont de mieux en mieux respectées. Dans le cadre de cette activité des textes scientifiques inédits sont découverts, traduits et édités. Le *De Natura rerum* de Lucrèce est découvert en 1435. De plus les grands classiques des sciences naturelles comme la flore de Dioscoride sont repris à partir de différentes sources antiques et arabes. Toute cette activité peut être caractérisée comme une activité de correction par comparaison. Le philologue compare plusieurs textes afin d'établir une leçon correcte. Il acquiert des qualités d'observation et un souci d'exactitude. N'est-il pas assez naturel que le philologue qui a comparé diverses descriptions d'une plante ait ensuite passé à la comparaison de la description avec la plante réelle qu'il pouvait avoir sous les yeux? De la comparaison des descriptions entre elles, on passe à la comparaison de la description avec l'objet réel.

Il est évident que ce n'est là que le squelette d'un phénomène dont les modalités sont multiformes et sur lequel des causalités exogènes se sont exercées. En particulier les effets des sciences mathématiques et géométriques, de même que l'activité prégaliléenne de la physique, exercent un effet considérable qui a été relevé par les auteurs. Il est d'ailleurs à remarquer que certains traités biologiques d'Aristote organisent déjà l'analyse du vivant en fonction d'une géométrisation rigoureuse qui respecte cependant les particularités des organismes (Du mouvement des animaux).

Si l'on prend l'exemple des flores, les premières comparaisons concernent les plantes décrites dans l'Antiquité dont la majorité appartiennent aux régions méditerranéennes. De la simple comparaison du réel avec les textes on passe tout naturellement à la description de nouveaux organismes. Les mêmes méthodes sont utilisées pour l'amplification des flores et leur généralisation à d'autres territoires. Les érudits du nord vont, quant à eux, se consacrer à l'établissement de flores locales. Par exemple FUCHS (1501-1566) et GESNER dans les pays germaniques (Allemagne, Suisse).

A la fin de cette période CÉSALPIN (1519-1603) présente l'aboutissement des inventaires botaniques et zoologiques, qui ne doivent pas nous faire négliger son oeuvre expérimentale et ses propositions théoriques sur la circulation du sang, qui précèdent celles de Harvey mais n'ont pas leur caractère de rigueur et ne reposent pas sur l'extraordinaire faisceau de preuves expérimentales coordonnées. Les sciences naturelles ont certes existé avant la Renaissance mais ne se sont jamais radicalisées d'une manière aussi ferme. De plus c'est la première fois que leur démarche s'ouvre sur une véritable révolution, celle du XVII (elle concerne les lois et le rapport à la théorie).

On peut dire que chacune des étapes des sciences naturelles peut être repérée, sous forme isolée, dans l'Antiquité ou chez les Musulmans médiévaux, mais ce qui est nouveau c'est qu'à la Renaissance une société entière peut se reconnaître dans ce type de connaissance et y trouver un intérêt pratique évident. La science naturelle ne s'oppose pas dans un premier temps à l'érudition humaniste, elle en dérive. Le champ culturel n'est pas morcelé, mais au contraire amplifié et raffermi.

TROIS EXEMPLES: LA ZOOLOGIE, LA BOTANIQUE ET L'ANATOMIE

Faunes et flores

On voit bien la qualité des naturalistes de la Renaissance si on examine, par comparaison, le livre de Boaistuau qui, dans ses *Histoires prodigieuses* de 1560, rapporte une série de légendes auxquelles s'adjoignent quelques rares descriptions concrètes correctes. Plus on avance dans le XVIème, plus les descriptions réalistes augmentent en proportion par rapport à celles issues de la tradition ou de l'imaginaire. Ce mouvement culmine en Suisse avec l'oeuvre monumentale de Gesner et avec celle de Césalpin en Italie. Ces auteurs qui enregistrent et relatent également des récits non contrôlés les isolent cependant souvent dans des chapitres particuliers. Les organismes sont souvent décrits sous les espèces de leur structure aussi bien que de leur comportement. Deux dimensions issues de l'application de la méthode d'observation.

Nous envisagerons successivement quelques exemples pris dans l'histoire de la zoologie, de la botanique et de l'anatomie

a) zoologie

CONRAD GESSNER (1516-1565) érudit du milieu réformé de Zurich et Bâle, mêle l'histoire de l'imaginaire zoologique à des descriptions naturalistes très concrètes. Il fait montre d'une grande érudition dans des domaines très différents, comme dans sa *Bibliotheca universalis* et son *Historiae animalium* (1551-1621).

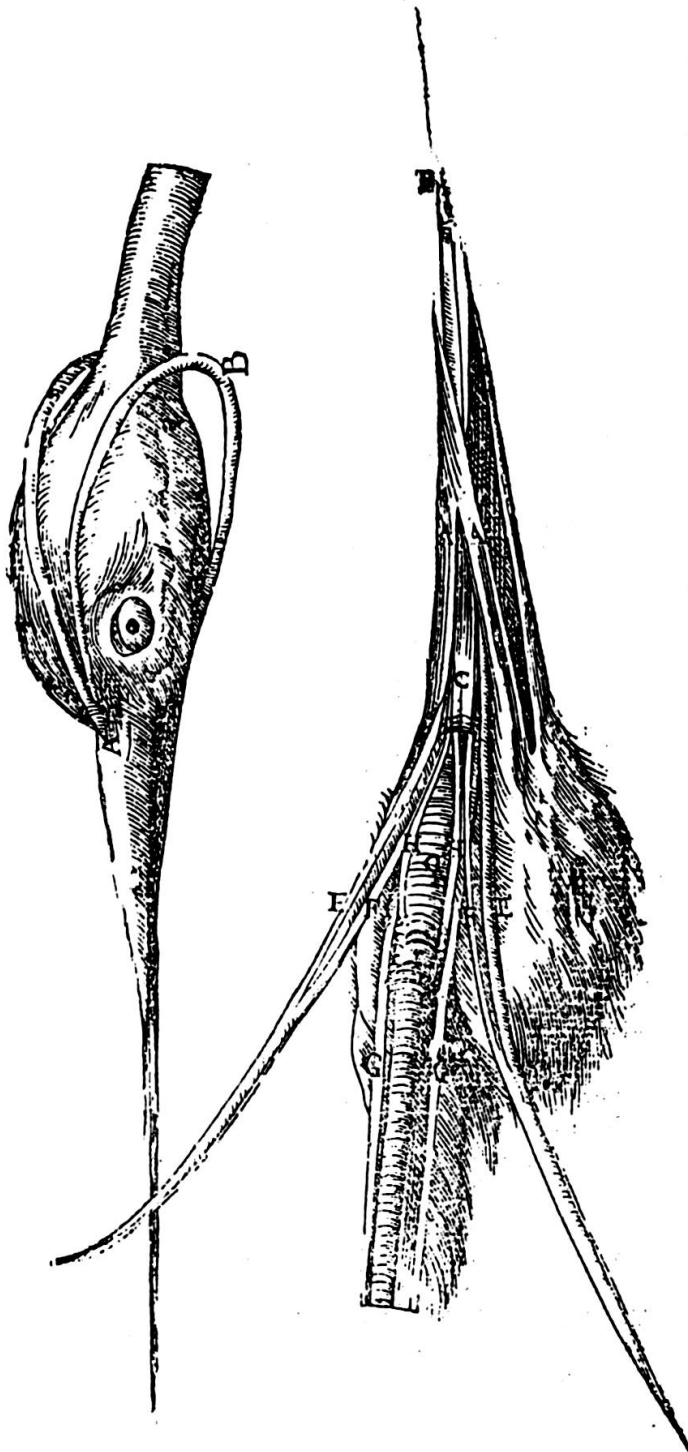
Une simple liste de ses ouvrages illustre bien la double polarité de son oeuvre. De plus l'organisation des matières ainsi que la mise en forme des chapitres est similaire dans les livres humanistes et naturalistes. Toutes ses oeuvres prennent la forme stratifiée des dictionnaires et présentent les savoirs sous forme de fragments non hiérarchisés. Elles sont accompagnées d'index qui favorisent leur utilisation.

- 1537 *Lexicon graecolatinum*
- 1541 *Historia plantarum*
- 1542 *Catalogus plantarum latine graece germanice et gallice*
- 1542 *Moralis interpretatio errorum Ulyssis Homeric*
- 1545 *Bibliotheca universalis*
- 1548 *Naturalis scientiae totius compendium*
- 1551-1558 *Historia animalium*
- 1555 *De raris et admirandis herbis*
- 1555 *Icones avium omnium*
- 1556 *Sanitatis tuendae praecepta*
- 1562 *Galenii opera omnia*

FIG. 3.

Dissection du cou du Pic, planche de l'*Ornithologiae* d'Aldrovande, édition de 1688 (Muséum d'Histoire naturelle de Genève).

longam quidem in omnibus, & in Torquilla etiam, & ad occiput usque extendi, & super totum capitis verticem seu in glomum conuolui obseruauimus, adeo ut cum excirritur, tanquam è multis inuolucris in longum admodum extendatur: latam uero minimè: quinimo contra acutissimam, & in extremitate quodammodo cartilagineam, ad lancinandos vermiculos, in



quos per foramen ro-
stro primò pertebra-
tum immittit, perquã ido-
neam: unde Albertus:
quadam, inquit, aues lin-
guam habent compositã:
posterius ex carne, ante
ex cornu acutissimo, sicut
Picus niger, qui infigit
linguam in lignum, &
pungendo extrahit ver-
mes, sed quod nigro soli
ille attribuit, id cæteris
etiam commune est.
Nos linguæ anatomen
adiicimus, ut res le-
gètib; dilucidior eua-
deret, in qua miram-
quoque musculorum
eam mouentium di-
spositionem habes.



Figura hæc ostendit in-
ternam & inferiorem
furfum uersum capitis
Pici uiridis dispositio-
nem.

- AA. Vniuersum ro-
strum.
- B. Lingua exerta.
- C. Basis linguæ.
- D. Trachea.
- EE. Portiones carnae
in rostrum desin-
entes inferius.
- FF. Portiones duræ si-
dem imitantes.
- GG. Musculi recti ab
interna thoracis
parte enati ad lin-
guam desinentes.
- HH. Musculi tracheæ
arteriæ circumuo-
luti ad basim lin-
guæ uenientes.
- I. Reuolutio ad in-
star falcis.

A. Musculorum linguam mouentium ortus.

B. Monstrat quomodo superius per caput feruntur iidem musculi.

Crura item omnibus breuiuscula sunt teste Philolopho, ac admodum robusta: Digni pedum
biniantè, & totidem retrò, quod solis ipsis, si qualesdam nocturnas, Psittacos, & Iynge accipias,
Albertus

1563 *Fischbuch*

1563 *Ars magirica*

1563 *De anima*

1565 *De curationibus morborum*

1566 *De omni rerum fossilium genere*

Gesner a été décrit comme un naturaliste polygraphe (Petit et Theodorides, 1962). Il cumule plusieurs fonctions que nous avons reconnues chez le naturaliste-humaniste et en montre les diverses étapes. Il est tout à la fois non seulement un théologien, mais ce qui importe pour nous, un érudit. Ses méthodes, son mode d'accumulation des savoirs et les agencements rhétoriques de ses livres sont communs à toutes ses activités. Ses tentatives de classification des espèces et des oeuvres littéraires prennent en particulier des formes graphiques semblables.

Son activité d'érudit et de naturaliste s'est exercée avec le même souci d'exactitude et d'exhaustivité dans le domaine des lettres et dans celui de la médecine, dans la science des animaux, celle des plantes et celle du monde minéral. Sa maison est un véritable petit musée, avec des représentations de poissons par exemple, sur les vitraux de ses fenêtres.

Il faut se souvenir qu'il a d'abord été un philologue, un correcteur de textes antiques, et qu'il a acquis une pratique de l'exactitude applicable aux sciences naturelles.

En plus de l'influence de la philologie, il faudrait pouvoir tenir compte également des influences exercées sur lui par la tradition des naturalistes médiévaux et par celle des agriculteurs. Un type de connaissance qui n'est pas vraiment répertorié et dont il est difficile de rendre compte autrement que par des hypothèses. On peut rappeler qu'il y a chez Aristote des passages entiers qui suggèrent un tel rapport entre les agriculteurs et les savants. Chez Gesner quelques textes (fabrication du fromage) et des passages de l'histoire des animaux suggèrent une telle relation. La médecine et la pharmacie, qui forment deux traditions solides, ont également joué un rôle dans sa formation.

Une autre difficulté de ces histoires naturelles est que leur objet naturaliste n'est pas vraiment limité. L'humaniste a une conception de l'unité des connaissances qui empêche une stricte définition de l'objet. On peut également interpréter ceci en terme de contamination culturelle, l'humaniste ne pouvant complètement abolir son bagage littéraire.

Conrad Gesner est l'exemple d'un érudit connaisseur de la nature dont l'itinéraire entre bien dans la filière philologique et celle de la tradition des naturalistes médiévaux.

Chez lui l'objet de science n'est pas suffisamment défini, il se confond avec la chose naturelle. C'est un conglomérat culturel qui ne se limite pas à des variables spécifiques. Il amalgame "toutes" les connaissances concernant les animaux (*Historia animalium*) ou les plantes (*Historia plantarum*): légendes, mythes, traductions, vocabulaire, qui sont acceptées sur le même plan de validité. Il n'y a pas d'objet limité mais un conglomérat de prédicats dont les valeurs sont pour nous insuffisamment établies. Ce qui est dit ou écrit ne saurait se limiter à une seule langue. Il est donc nécessaire de nommer les choses dans plusieurs langues. Gesner établit des glossaires

polyglottes (jusqu'à 13 langues). Ces différentes faces de l'objet ne peuvent être enregistrées et saisies par des méthodes et protocoles précis. L'homme moderne a peine à comprendre la signification et l'utilité de tels amalgames.

Gesner n'attribue aucun status particulier à ses propres observations par rapport à celles d'autres auteurs. Il en résulte que son corpus des connaissances ne peut qu'augmenter et jamais diminuer. La validité des différentes parties du discours scientifique échappe à l'évaluation. Tout ce qui est dit est vrai et s'empile selon un mode quasi géologique. L'oeuvre ne peut être terminée, l'ouvrage doit être repris, par l'auteur d'abord, puis par les générations de scientifiques à venir. Il faut remarquer que c'est là un caractère que l'ouvrage d'un Boaistuau partage avec ceux des naturalistes plus rigoureux. Entre eux, la ligne de démarcation est difficile à tracer. La notion de la continuité des générations de scientifiques qui continuent l'oeuvre commencée par les générations précédentes (exemple de Moufet) sera reprise et amplifiée notamment par Bacon et par Descartes à propos de la science en général. Mais alors, ce qui sera transmis d'une génération à l'autre, ce sera une méthode discriminant le vrai du faux.

Il ne faudrait pas en déduire que Gesner n'a pas de méthode. Il suit une rhétorique rigoureuse pour isoler dans son texte ce qu'il rapporte à propos des différentes facettes de ses objets. Son discours sur les espèces animales est peut-être trop vaste (les éléments rapportés ont la même validité que les éléments observés directement), mais il est cependant organisé selon des chapitres récurrents. Il procède par stratification des savoirs et non par les hiérarchisations (Braun 1990). A propos de chaque animal il traite successivement de:

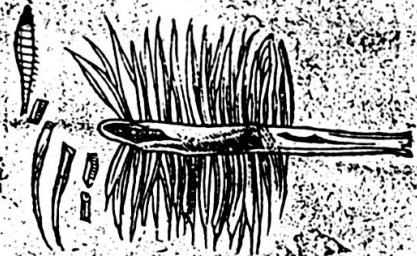
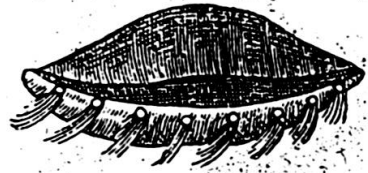
- A. La dénomination (jusqu'à 13 langues).
- B. La répartition géographique et la morphologie.
- C. Le mode de vie et le comportement.
- D. L'instinct (les rapports avec l'homme et les animaux).
- E. L'utilité pour l'homme.
- F. La valeur alimentaire.
- G. Les propriétés curatives.
- H. Les questions philosophiques (étymologie, légendes, mythes).

La même propension à établir des inventaires se poursuit et s'amplifie chez THOMAS MOUFET (1559-1634), un continuateur de Gesner, qui termine l'ouvrage sur les insectes que celui-ci n'avait qu'ébauché. Rédigé en latin à la fin du XVIème son *Théâtre des Insectes, Insectorum sive Minimorum Animalium Theatrum Olim ab Edoardo Wottono, Conrado Gesnero, Thomaque Pennio inchoatum. Tandem Tho. Moufeti Londinâtis operâ sumptibusq: maximis concinnatum, auctum, profectum: Et ad vivum expressis Iconibus suprâ quingentis illustratum*, ne sera publié qu'en 1634 à Londres.

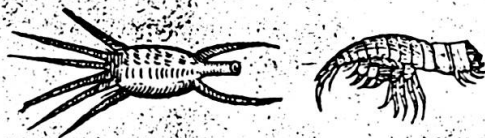
Ce titre, en lui même, montre un grand respect des prédécesseurs (continuité des générations pour parfaire un ouvrage) et l'importance accordée à l'illustration. Les

Vermes in subulis delitantes Rondelery.

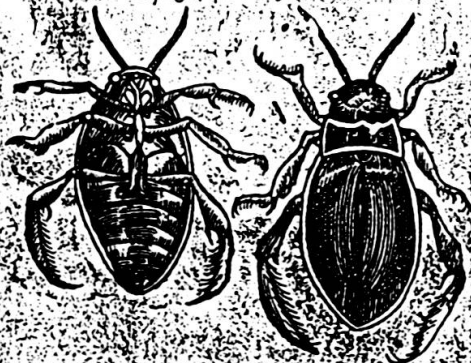
Physalis.



Oestrus sive Asilus aquaticus.



*Hydrocantharus major Anglicus
vs. p. nostras*



*Ad Caput
23. viz. de
Hydrocan-
tharo, lib.
I.*



*Hydrocantharus à D. Iano Antonio Sarra-
ceno missus Geneva, 1578.*



observations de Moufet sont très soignées et ses illustrations en net progrès sur celles de Gesner. Les descriptions réalistes ont pris le pas sur l'accumulation des discours rapportés. Les chapitres sont organisés selon une rhétorique qui en facilite la lecture:

- description générale et divers type
- rôle politique, économique et éthique
- reproduction
- utilité

Détail important pour l'histoire de la génération, c'est dans cet ouvrage que l'on trouve rassemblées pour la première fois, dans quelques figures, les diverses formes de développement chez les lépidoptères (chenille, chrysalide, papillon) qui sont généralement classés dans des chapitres différents.

Le commentaire d'une planche de ce livre nous donne un indice sur les rapports internationaux vers la fin du XVIème siècle. En 1578, le Genevois Jean-Antoine Sarasin a envoyé en Angleterre un spécimen de Dytique (*Hydrocanthus Antoni Sarraseno missus Genavâ*). Nous savons grâce à Reverdin, 1990 qu'il s'agit d'un médecin calviniste rédacteur d'une remarquable édition du Dioscoride (fig.4).

H. SALVI dans son *Aquatilium animalium Historiae* et ULISSE ALDROVANDI (1522-1605) dans ses ouvrages sur les insectes, les quadrupèdes et les oiseaux continuent la même tradition et la portent à son développement le plus complet. Cette tradition trouvera une mise en théorie chez Francis Bacon.

On retrouve dans les chapitres d'Aldrovande le type d'organisation des matières par rubriques récurrentes (Aequivoca, Synonyma, Apologi, Fabulosa, Historica etc...) déjà évoquée à propos de Gesner.

Ces livres et ceux qui suivent contiennent de nombreuses réflexions méthodologiques (ars cogniscendi). Ce ne sont pas de véritables méthodes mais elles justifient l'ordre des investigations et décrivent les techniques. Ces chapitres étaient lus et commentés, comme le montre la pérennité, chez Harvey, des stratégies utilisées par Fabricius d'Aquapendente (1537-1619) dans son *De formatio ovi et pulli* (1621) et leur commentaire critique, toujours chez Harvey, dans le *De generatione animalium* (1651). Ce livre pourrait même être décrit comme un simple commentaire de celui de Fabricius s'il ne proposait pas une conception épigénéiste nouvelle du développement. Plus organisés que les dictionnaires naturalistes, ces deux ouvrages reflètent une logique analytique qui est adaptée aux structures et aux fonctions de leur objet (la poule, sa reproduction, ses organes reproducteurs, l'oeuf, ses propriétés etc...). Ils s'inscrivent évidemment dans la tradition du *De Generatione animalium* d'Aristote mais également dans celle de la *Marche des animaux* (334-330) du même auteur, un texte dont la

FIG. 4.

Détail d'une planche de l'ouvrage *Insectorum sive Minimorum Animalium Theatrum* de Moufet 1634, montrant un insecte envoyé par le Genevois Jean-Antoine Sarasin (Bibliothèque publique et universitaire de Genève).

rhétorique va du simple au complexe selon une logique déductive très rigoureuse qui appartient déjà à la science du XVIIème.

Les citations suivantes, prises dans les ouvrages de PIERRE BELON DU MANS (1517-1574) montrent bien comment le champ philologique peut être intimement mêlé aux sciences de la nature. Belon a été très actif dans le domaine des sciences naturelles. Son *De aquatilibus libri duo cum iconibus ad vivam eorum effigiem quod eius fieri possit expressit de 1553* décrit, par le texte et l'image, les espèces et l'anatomie comparée des animaux aquatiques et particulièrement celle des poissons .

Il publie à Paris en 1555 une *Histoire de la nature des oyseaux, avec leur descriptions et naïfs portraits retirez du naturel: escrite en sept livres*, qui est un bon exemple de science naturelle liée à la philologie (nommer et représenter c'est connaître).

Dans le même ouvrage, Belon montre l'importance des voyages scientifiques et préconise l'usage de la langue vulgaire: il faut écrire "*en nostre langue*". Il reconnaît enfin l'unité des animaux et des plantes, qui ont, dit-il, les mêmes facultés: vivre, inspirer, manger, se déplacer.

L'importance méthodologique de l'observation directe et réaliste des organismes est soulignée comme le montrent les citations suivantes:

"A cet exemple, Sire, m'estant mis en effort de les observer, tant en notre Europe, que Asie, & partië d'Aphrique, ne m'a esté labeur les descrire par le menu, & principalement quand les ai trouvés retenir les mesmes noms anciens, dont lesdit sçavants Philosophes nous les ont signifiéz."

"mis en lumière les choses mémorables observées en mes voyages"

"Vous assurant, Sire, qu'il n'y a description faulse, ne portraict d'oyseaux supposé: ne autre chose qui ne soit en nature"

"ains soit rendu en sa majesté par vertu de l'antique"

"Les portraits portent la forme & façon des choses devant les yeux"

"si est-ce qu'il y a des choses en nature qu'il fault necessairement avoir veuës pour en avoir la sciences"

GUILLAUME RONDELET (1507-1566) reprend dans son Histoire des poissons, *De piscibus libri*, la classification antique (Gudger, 1934, Oppenheimer, 1936, Harant et Jarry 1961).

Cette tradition de naturalistes érudits culmine avec les ouvrages d'André Césalpin et d'Aldrovande.

En conclusion, nous avons vu que les zoologues constituent leurs connaissances sur une base purement observative. Les règles d'exactitude et d'examen rigoureux des objets leur avaient été transmises comme aux autres naturalistes très probablement par la pratique des philologues humanistes. Le passage de l'érudite au naturaliste est

particulièrement bien illustré par le cas de Conrad Gesner. Les inventaires zoologiques, de même que les descriptions d'organes, se constituent comme des collections d'objets isolés les uns des autres mais dont les limites propres sont assez floues puisqu'elles incluent des données mythiques, historiques et sémantiques. Le rapport entre les artistes et les scientifiques est très évident dans ces travaux, il s'établit à deux niveaux: d'abord les ouvrages sont illustrés et nous savons que l'observation et l'illustration sont liées dans l'esprit des zoologues. De plus, l'illustration chez Leonard de Vinci est même un moyen de connaître la réalité qui favorise également la transmission du savoir (effet pédagogique). Il semble donc que la filiation que nous avons faite entre artistes et naturalistes d'une part et philologues et naturalistes d'autre part soit fondée. La science renaissante construit un savoir sous forme d'objets juxtaposés, de fonctionnements juxtaposés et ne les intègre pas, dans un premier temps, en un système plus général. Les dictionnaires, les répertoires sont le mode normal de l'exposition. Seul peut-être le domaine de l'anatomie a tendance à s'organiser assez précocement en suivant l'ordre de l'investigation ou éventuellement la structure d'organisation des individus. Ce ne sont pas tant les raisonnements qui importent dans ce discours mais bien plutôt les pratiques qui fondent la qualité de l'observation. Ainsi, les techniques d'observation, les outillages, les instruments de dissection sont décrits de façon assez complète. C'est là une tendance qui se renforcera dans le discours scientifique et qui correspond à la rubrique "matériel et méthode" des publications modernes. Décrire son approche et donner un inventaire de ses instruments, c'est tout à la fois permettre de reproduire l'observation (ce qui est un contrôle) et stimuler la poursuite des inventaires par des recherches subséquentes. On a là une méthodologie qui génère une dynamique des inventaires un peu comme les voyages permettent d'amplifier les inventaires zoologiques et botaniques. En augmentant les faunes et flores locales par des faunes et flores qui sont exotiques.

Enfin les index et glossaires facilitent l'utilisation de ces sommes.

b) botanique

L'étude des végétaux se développe selon deux stratégies: l'une fondamentale (connaissance) et l'autre utilitaire (pharmacie, médecine et gastronomie). La région padouane joue ici également un rôle essentiel.

La première chaire de botanique est créée à Padoue en 1533 (*cathedra dei simplici* 1530). Apparaissent également des jardins botaniques, (Florence, Bologne, Paris, Montpellier) et des herbiers (les plus anciens herbiers connus datent du XIVE).

Comme la zoologie, la botanique reprend et corrige les inventaires antiques et arabes qui portent surtout sur les flores méditerranéennes, elle les amplifie et les étend aux régions non méditerranéennes (Allemagne, Suisse, France, Angleterre) ainsi qu'aux territoires révélés par les Grandes découvertes (Orient, Amériques). On peut juger de l'intensité de l'activité des botanistes par cet exemple de l'amplification quantitative des inventaires:

1542 FUCHS décrit 500 espèces
 1552 DODONUS (1517-1588), 840 espèces
 1571 LOBELIUS, *Stirpium adversaria nova*: plus de 2000 espèces
 1576 CLUSIUS, Charles de l'Ecluse, 1300 espèces
 Gaspard BAUHIN (1550-1624), 6000 espèces
 John RAY 18000 espèces

O. BRUNFELDS (1489-1534) écrit en 1485 l'*Herbarius*, le premier ouvrage allemand de botanique.

En 1542 LEONARD FUCHS (1501-1566) publie son *De Historia stirpium commentarii insignes, maximis impensis et vigiliis elaborati adjectis aerundem vivis plusquam quingentis imaginibus, nunquam antea ad naturae imitationem artificiosius effictis et expressis, Leonharto Fuchsio medico hac nostra aetate longè clarissimo, autore. Basileae, Isingriniana.*

Comme chez Gesner, c'est l'ordre des différents thèmes traités qui tient lieu d'organisation du savoir. Une rhétorique remplace la théorie. Les rubriques et thèmes sont repris à propos de chaque plante décrite. Ils incluent des dimensions socio-culturelles qui rendent difficile une définition précise et limitée de l'objet. Cette imprécision a indéniablement nui, dans un premier temps, à la reconnaissance des règles strictes de la scientificité.

Il s'agit de dire ce qui est utile pour la médecine à travers une description totale (absolutissimae) des plantes.

Chaque rubrique comprend les titres suivants: *Nominal/formal/Locus/tempus/temperamentum/vires ex dioscoride/ex galeno/ex Plinio.*

Le discours vise à la totalité (totalisant tous les aspects de la culture passée et présente) sur le végétal. Il ne distingue que très imparfaitement son objet dans la complexité des choses.

Le rapport à l'Antiquité est souvent le point de départ de nouvelles études. Pierre Mattioli (1510-1577), par exemple, reprend et amplifie en 1544 le traité de Dioscorides.

En 1541 CONRAD GESSNER publie ses ouvrages principaux l' *Historia plantarum* puis entre 1555 et 1569 son *Thesaurus Evonymi*. On peut distinguer plusieurs aspects dans son activité de botaniste, qui va devenir dominante à partir de 1560. Il s'est beaucoup intéressé au monde végétal. Pendant sa période lausannoise, il a herborisé dans les Alpes. A ses propres observations, il ajoute la publication et le commentaire de plusieurs ouvrages botaniques antiques ou récents (Théophraste, Dioscorides, Pline). Il organise, de plus, deux jardins botaniques à Zurich et publie un répertoire des jardins botaniques européens.

Les efforts descriptifs des botanistes et des zoologues génèrent une masse considérable de données que quelques auteurs essaient d'ordonner en des classifications inspirées de celles d'Aristote et qui sont encore souvent fondées sur des critères anthropomorphiques. Cependant la classification systématique reste peu développée, malgré les efforts d'ADAM ZALUZIANSKY VON ZALUZIAN (1558-1613) dans son *Methodi*



FIG. 5.

Planche de l'ouvrage de Fuchs *De Historia Stirpium* de 1542, montrant un naturaliste observateur et son assistant et, à titre de comparaison la gravure de Dürer qui montre l'artiste et son modèle, 1538.

herbariae (1592) et ceux d'ANDRÉ CÉSALPIN (1519-1603). Andrea Aretini propose en 1583 une classification fondée sur les fleurs, dans le *De plantis libri XVI*. Les collections d'organismes, d'ailleurs parfois hétéroclites, étaient naturellement difficiles à maîtriser. Si la nécessité d'établir des classifications s'est imposée, il faut reconnaître que mettre de l'ordre ne signifie pas forcément introduire un ordre naturel. La plupart des classifications systématiques de la Renaissance sont anthropomorphiques, utilitaires, reposant éventuellement sur des conceptions extra-scientifiques (Giambattista Porta *Phytognomia* 1588). Quelques tentatives de fonder les classifications sur des caractères propres aux objets naturels se font jour, en particulier chez Gesner, mais elles ne seront vraiment mises en train qu'avec le travail de Bauhin. Le problème de la classification ne trouvera sa première solution complètement acceptable qu'au XVIIIème, avec le travail de Linné.

En botanique la présentation des connaissances validées (par les règles de l'observation et de l'expérience) augmente peu à peu par rapport aux connaissances issues principalement de l'imaginaire. La situation méthodologique dans le domaine de la botanique est très semblable à celle que nous avons rencontrée en zoologie. L'observation est la méthode dominante et le principal souci des botanistes est d'obtenir une description exacte et complète des espèces végétales. Ce souci d'exactitude nous reporte une fois de plus à la relation que nous avons décrite entre les naturalistes, les philologues et les artistes de la Renaissance. Une très bonne illustration de ce rapprochement est évidemment l'image des collaborateurs de Fuchs, représentée au début de son grand ouvrage *Historia Stirpium*, où l'on voit un naturaliste observer un végétal en compagnie d'un assistant prenant des notes, qui décrit et dessine l'objet directement selon la réalité. Cette figure (fig. 5) nous reporte directement à une gravure célèbre de Dürer qui montre le peintre en train de dessiner le corps d'une jeune femme allongée à travers un système de quadrillage qui permet une représentation très exacte. Les naturalistes, chez Fuchs, ont la tête inclinée de façon à augmenter la rigueur de leur observation, leur attention n'étant plus dédiée, comme dans le cas du philologue humaniste, à l'étude d'un livre mais à celle de la réalité. Même si l'observation directe de l'objet est spécialement illustrée dans l'ouvrage de Fuchs, il faut se souvenir qu'elle n'est pas la seule source du savoir botanique à la Renaissance. Une critique un peu plus approfondie de ces images et du contenu même des traités de botanique de Fuchs et de ses contemporains montre que l'activité d'observation produit un type de savoir dans lequel les objets sont isolés les uns des autres et n'ont pas intégré une théorie plus générale. C'est en effet le cas puisque, comme les traités de zoologie, les traités de botanique sont organisés, à la façon des dictionnaires, en répertoires. Les théories organisatrices et le sens de l'ensemble étant réservés à la théologie ou à la philosophie qui n'ont, comme nous l'avons déjà montré, que peu de rapports avec les données concrètes et qui dominent encore le champ interprétatif.

Le contrôle par comparaison des inventaires antiques -centrés sur la Méditerranée-, ainsi que de leur extension au reste de l'Europe et au Nouveau Monde après 1492, est systématiquement poursuivi. Les anciennes descriptions sont contrôlées, de nouvelles espèces animales, végétales et minérales sont ajoutées. Ce processus concerne aussi bien les espèces animales et végétales que l'inventaire des structures (organes) internes (anatomie). La systématique reste insuffisante. Ce n'est qu'à la fin du XVIe que les éléments épars vont être rassemblés et que l'étude des structures va céder le pas à l'étude des fonctions. Au même moment, on voit augmenter la fréquence de l'expérimentation sporadique et portant sur des mécanismes de détail.

c) Anatomie

Comme les autres disciplines, l'anatomie est surtout issue de la réinterprétation de sources antiques (Galien et Aristote) et médiévales. Très tôt l'anatomie et ses institutions (théâtre d'anatomie, chaires universitaires) se développent dans la région padouane, choisie comme exemple dans notre article.

MONDINO DE' LUZZI (1275-1316) publie à Bologne un traité d'anatomie, suivi par BERENGARIO DA CARPI (1460-1530), qui commente Mundinus et améliore ses planches à Bologne.

L'École de Ferrare est dominée par NICCOLO LEONICENI (1428-1524), qui publie des relectures critiques d'Aristote et de Pline (*De Plinii erroribus*, 1492) et qui exerce son influence sur le développement d'une anatomie concrète par GIAN BATTISTA CANANO (1515-1579) (*Musculorum humani corporis picturata dissectio*, 1541).

L'École de Padoue, dans un environnement néo-aristotélien, développe un mouvement cosmopolite qui domine la discipline jusqu'au XVII^{ème} siècle. Parmi les professeurs et élèves célèbres de cette école on trouve les plus grands naturalistes et anatomistes du temps: ANDREAS VESALIUS (1515-1564), REALDO COLOMBO (1510-1559) (*De re anatomica*, 1553), GABRIELE FALLOPPPIO (1523-1562) (*Opera omnia*, 1584). HIERONYMUS FABRICIUS D'AQUAPENDENTE (1533-1619) (*De venarum ostioliis*, 1603), WILLIAM HARVEY (1578-1657).

Ces anatomistes ne se bornent pas à observer passivement les organes mais ils abordent les organismes suivant les stratégies complexes d'une véritable anatomophysiologie expérimentale. Si leurs observations et expériences sont souvent remarquables et très bien conduites, en revanche les conclusions qu'ils en tirent sont trop limitées. Car il ne s'agit pas pour eux de comprendre la nature des organismes mais de résoudre des problèmes très limités. Par exemple, la découverte du rôle des valvules veineuses qui empêchent le reflux sanguin dans les vaisseaux ne porte pas Aquapendente à une réflexion sur la circulation du sang, la discipline n'ayant pas encore trouvé ses théories unificatrices. On sait que William Harvey a précisément eu l'intuition de celle-ci en suivant une leçon d'Aquapendente. Chez le maître, la fonction reste limitée, alors qu'elle a des conséquences générales chez l'élève.

L'École de Paris est très active mais d'orientation plus classique.

GUINTER D'ANDERNACH (1505-1574) publie en 1531 les oeuvres méthodologiques de Galien et les siennes propres, en 1636, dans ses *Institutionem anatomicarum secundum Galeni sententiam ad condidatos mediciniae, libri quatuor*, Bâle, une édition augmentée par ANDREAS VESALIUS en 1538. Il pratique la dissection et l'observation directe sur le cadavre.

ANDRÉ VÉSALE (1515-1564) fait imprimer en 1543 un véritable best seller: le *De Humani corporis Fabrica libri septem*. Il a étudié au collège trilingue (grec, arabe, hébreu) de Louvain. Il reçoit son Doctorat de Médecine à Paris en 1456. Il est médecin de Charles Quint dès 1544. Chez Vésale, l'anatomie n'est pas statique: il s'agit d'une anatomo-physiologie fondée sur la tradition de Galien et sur ses observations propres. Les illustrations anatomiques de sa *Fabrica*, qui sont de Jean Stephen van Calcar (1499-1550 ou 1546), figurent l'homme comme une personne véhémement, résidant dans le paysage réaliste de la campagne padouane.

Vésale ne relativise pas l'homme (comme le fait Copernic), mais le centre, au contraire, sur lui-même et l'isole du monde animal. Notons qu'il ne pratique que rarement l'anatomie comparée.

Fabricius, Césalpin, Santorio, Colombo préparent l'avènement du *De motu cordis et sanguinis* (1628). Sans entrer dans les détails, on peut brièvement caractériser cette oeuvre remarquable de façon à bien faire comprendre la différence avec l'approche renaissante. Alors que la Renaissance juxtapose des découvertes (observations et expériences) Harvey (1578-1657) élabore une stratégie qui finalise les observations, les expériences et les raisonnements qualitatifs et quantitatifs en un ensemble coordonné qui fonde la théorie. Ce faisceau de moyens lui permet d'élucider la circulation du sang et de confirmer la circulation pulmonaire, déjà comprise par IBN AN NAFIS (1210-1288), MICHEL SERVET (1511-1553) et REALDO COLOMBO (1510-1559).

Si les inventaires anatomiques sont précocement mieux organisés que les inventaires botaniques et zoologiques, c'est qu'ils analysent des objets qui font partie d'une structure plus générale, l'organisme, dans lequel ils sont hiérarchisés. Deux formes de hiérarchie sont établies, soit en fonction de la structure, soit en fonction du phénomène. Leonard de Vinci, par exemple, organise son traité d'anatomie non publié selon un ordre génétique (le développement, la mère, les organes reproducteurs précédant la description du squelette, de la musculature et des organes particuliers). Cependant à aucun moment cette organisation du savoir anatomique ne correspond à une vision nouvelle du vivant mais bien plutôt à une collection organisée de structure organique. Chez Vésale, l'homme est dépecé, disséqué, ce qui pourrait donner l'illusion d'un décentrement est en fait réintégré en une personne centrale et expressive comme le remarque Canguilhem (1964). Une autre théorie générale, celle du microcosme et de ses correspondances avec le macrocosme, n'entraîne aucune subordination des structures décrites à son modèle. En revanche, les auteurs éprouvent le besoin de s'exprimer sur leur technique d'approche et les méthodes descriptives utilisées, éventuellement aussi sur leurs instruments (fig. 6), de façon à faciliter la reproduction de leurs expériences. Les instruments de la dissection sont décrits d'une manière précise. La planche présentant les instruments de Vésale dans la *Fabrica* correspond en quelque sorte à l'organisation de son anatomie puisque les instruments sont simplement juxtaposés sur une planche et non pas organisés en fonction de leur utilité particulière.

La filiation entre le philologue et la pratique de l'anatomo-physiologie est également attestée dans les miniatures qui illustrent l'enseignement médical au XVe et au XVIème siècles. L'anatomiste, d'abord représenté trônant solitairement sur sa chaire, commentant les livres antiques (l'enseignement se bornait à un commentaire de Galien et d'autres auteurs), se voit adjoindre ensuite un préparateur d'anatomie qui dissèque un cadavre réel, en fonction du commentaire du professeur. Les deux fonctions de l'anatomiste sont encore dissociées. Le commentaire savant et érudit est sous la

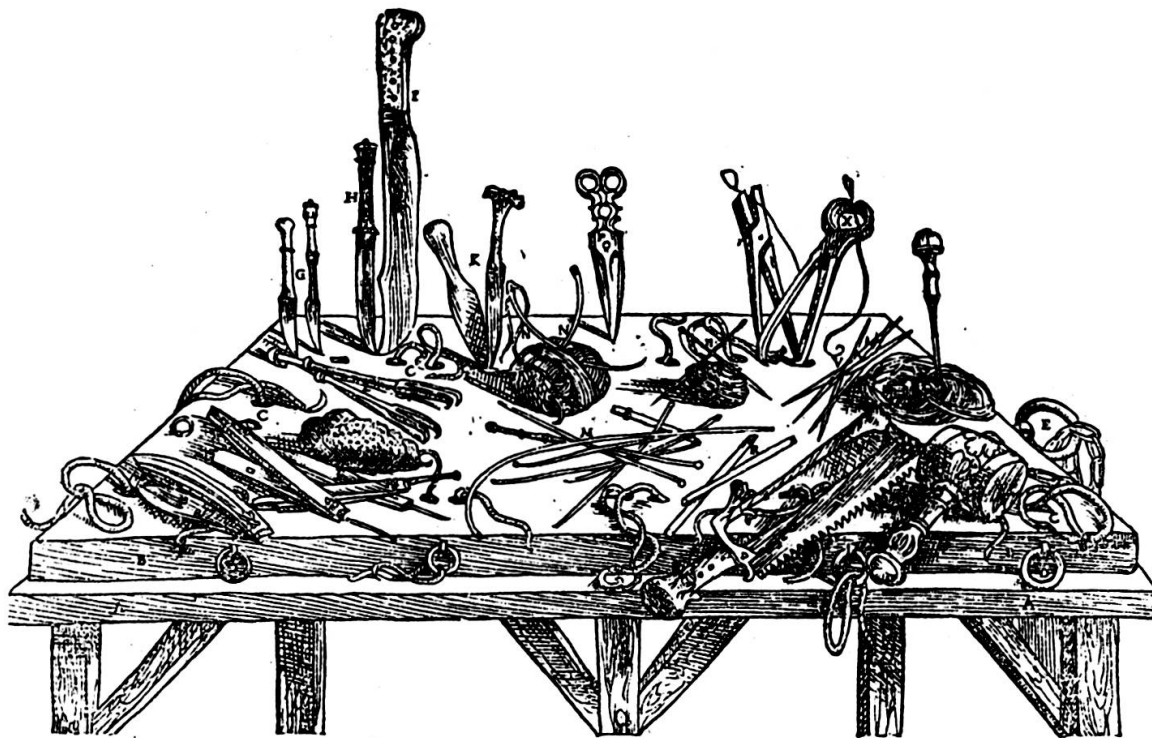
FIG. 6.

Planche de la *Fabrica* de Vésale (1543) montrant l'inventaire des instruments de dissection.

200

AND. VESALII DE CORPORIS
DE INSTRUMENTIS, QVAE ANATOMES
studio debent esse ad manum. Caput xli.

ANATOMICORUM INSTRUMENTORUM
Delineatio.



QVADRAGESIMPRIMI CAPITIS FIGV-
rarum, eiusdemq; characterum Index.

PRÆSENTI figura, mensa cuidam incumbente fiximus asserem, quo in uiuorum sectionibus utimur: dein huic asseri omnia propemodum accommodauimus, quibus in dissectionum administrationibus, adeoque tota Anatome quis uti possit.

- A, A* Mensa, cui reliqua omnia modo seriatim indicanda supersternuntur.
B, B Asser, uiuis sectionibus administrandis idoneus.
C, C Varia foramina, quibus laqueos pro animalis mole adhibemus, quum femora & brachia uiuimus.
D, D Eiusmodi anuli manibus pedibusq; ligandis adaptantur.
E Huic anulo maxilla superior, libera inferiori, catenua alligatur, ut caput immotum seruetur, ac interim neq; uox, neq; respiratio uinculorum alia occasione praepediantur.
F, F Diuersa nouaculorum genera, quibus spongia accumbit.
G Culcelli, ad earum speciem formati, quibus calami adaptantur.
H Uulgaris qui mensae adhibetur culter.
I Grandis ac ualidus culter.
K Cultri è buxo parati.
L Hamuli.
M Varij styli, unà cum siphone.
N, N Obliquatae acies cum filo crassiore, quibus literarum fasciculos colligamus.
n Minores acies, quas uulneribus suendis accommodamus.
O Serra.
P Forficula.
Q Malleus ligneus.
R Arundines, inflando pulmomi & alijs quibusdam partibus idoneae.

S Filum

responsabilité du professeur, le travail de démonstration pratique entre les mains d'un assistant-chirurgien, mais ces deux fonctions sont rassemblées dans le même lieu. Enfin, les deux fonctions convergent sur le même personnage, comme dans le frontispice de la *Fabrica* de Vésale en 1543 (fig 7). La fonction érudite et la fonction pratique sont désormais assumées par la même personne, au niveau des illustrations du moins.

Cette trajectoire de la figuration montre bien combien l'anatomo-physiologiste, qui est d'abord un érudit humaniste, dérive peu à peu vers une fonction plus complète théorico/pratique qui est précisément celle qui caractérise le naturaliste à la Renaissance. On remarquera ici, que les contenus de la *Fabrica* sont eux-mêmes des indices de cette double fonction de l'anatomiste naturaliste. En effet, le texte est simultanément un commentaire et une réfutation de l'anatomie antique, et particulièrement de celle de Galien, mais aussi un discours qui s'est construit en rapport avec une expérience concrète, directe, de la dissection anatomique et de l'expérimentation limitée.

Métropoles scientifiques. (Fiorentino, 1868, Randall, 1940, 1961)

On peut essayer de saisir en quoi les cultures locales à Padoue, Ferrare, Bologne ou à Londres peuvent avoir facilité l'émergence de la recherche naturaliste. Pourquoi Padoue en particulier s'est-elle transformée en une métropole cosmopolite de l'anatomo-physiologie et des sciences naturelles aux XV^{ème} et XVI^{ème} siècles? Des conditions semblables ont préexisté en d'autres lieux, mais elles prennent à Padoue un essor jusque là inédit. Deux causes principales peuvent être invoquées: 1) Les contacts de Venise avec l'orient et avec la Grèce). 2) Le développement de la philosophie aristotélicienne pragmatique.

L'importance de Padoue a attiré élèves et professeurs fameux comme VÉSALE, FABRICIUS, FALLOPPE, HARVEY, ANDRÉ CÉSALPIN (1519-1609), COLOMBO, FABRICIUS D'AQUAPENDENTE. A quoi s'ajoutent les séjours de Copernic (1473-1543) et de Galilée.

La même connection entre la pensée humaniste et la pratique de la science, anatomique et médicale cette fois, se retrouve à Ferrare, Bologne et Montpellier, une autre ville méditerranéenne en contact avec la pensée arabe. L'exemple de Rabelais, (1494-1553) écrivain et médecin est exemplaire.

On pourrait naturellement remonter plus haut, mais sans grand avantage, et avec le risque de perdre la spécificité de détermination. Plus on s'éloigne du XVI^{ème}, plus on risque de ne décrire que les conditions générales du progrès, non pas les causes particulières qui nous intéressent.

La philosophie favorise les sciences naturelles (Namer 1979, Nardi 1958)

L'activité naturaliste de la Renaissance s'est d'abord déroulée dans un contexte philosophique favorable de type réaliste, contexte pour lequel le monde concret existe. Des philosophies cognitives développent des idées favorisant l'étude de la nature et l'empirisme. Ce sont là des éléments significatifs mais parfois disparates et en tout cas

jamais coordonnés en une philosophie sensualiste cohérente comme chez les Anglais (Locke 1632-1704, Hume 1711-1776).

Cependant, il ne s'agit pas du seul courant favorable. Des pensées très différentes ont également favorisé les sciences de la nature. Ainsi l'Hermétisme (Trismégiste) exerce-t-il une influence très subtile mais cependant très pénétrante. La nature y est considérée comme un miroir obscur dont le dévoilement a une grande importance idéologique.

L'influence du Trismégiste, à travers la réputation de Paracelse (1493-1541), a certainement favorisé l'émergence de technologies nouvelles, utiles à la recherche. Notons que Paracelse (Debus 1965, 1978, 1990) était lié à Gesner.

Du XV^{ème} au XVII^{ème} siècles, des philosophies compatibles avec l'étude de la nature, avec la *tabula rasa*, la critique des connaissances, sont enseignées tant en milieu catholique qu'en milieu protestant.

Le contexte de ces doctrines est parfois inattendu et mériterait d'être analysé avec soin, cas par cas. Pour donner un exemple: c'est en vertu de ses opinions mystiques que Paracelse revendique une étude directe de la nature ainsi que le rejet radical des livres légués par l'Antiquité, à l'exception de la Bible! On comprend, par cet exemple, la subtilité des relations possibles entre éléments archaïques et modernistes.

Cet article n'est pas le lieu pour traiter de l'ensemble du problème, mais nous pourrions montrer comment le renouveau des sciences, naturelles principalement, a été précédé dans le nord de l'Italie par le développement de philosophies compatibles avec ce type de recherche.

En Europe, ce n'est pas dans les grands centres intellectuels traditionnels (Paris, Oxford) que les sciences de la vie et la théorie médicale prennent un nouvel essor, mais bien plutôt d'abord dans quelques centres (Cordoue, Palerme, Amalfi) qui sont en contact avec la culture musulmane et avec le judaïsme méditerranéen.

L'exemple le plus marquant, pour nous, est formé par le triangle Padoue, Bologne, Ferrare qui devient aux XV^{ème} et XVI^{ème} siècles un centre international de recherche intellectuelle et scientifique. Cette région est le lieu principal du réveil des sciences de la vie. Le cas de Padoue est particulièrement exemplaire. A partir de 1405, Venise s'en empare et y organise une université très bien structurée où s'enseignent la philosophie pratique, l'Avérroïsme (qui sépare l'étude de la nature de celle des textes sacrés) et l'aristotélisme. C'est sur ce fond intellectuel qu'à partir de 1453, à la prise de Byzance, plusieurs savants grecs migrant vers Venise et emportant avec eux des manuscrits antiques vont enrichir la culture locale et favoriser le développement des études. (Omont 1968)

Les écoles philosophiques se mêlent dans le creuset padouan qui, dès le XI^{ème} siècle, ouvre une tradition originale avec Albinus, qui introduit une interprétation averroïste. Suivra au XIII^{ème} un intense développement aristotélicien local (auquel d'autres écoles s'opposeront vivement, en particulier celle de Pétrarque). Ces deux écoles entretiennent d'intenses controverses sur les fondements de la connaissance, controverses qui vont former l'arrière-plan de tout le développement intellectuel dans la

région et qui vont indéniablement façonner un humanisme réaliste local qui favorisera l'acceptation des nouvelles sciences naturelles. Venant du nord, une tendance occamiste de type nominaliste va se mêler à ces deux mouvements et en rendre la nature plus subtile.

La simple énumération des personnalités marquantes de la philosophie dans cette région montre combien la convergence d'intérêt avec le naturalisme renaissant y est marquée. POMPONACE (1467-1524) et JÉROME CARDAN (1507-1571), par exemple, tous deux de l'école néo-aristotélicienne de Padoue, développent une philosophie favorable à l'observation directe de la nature.

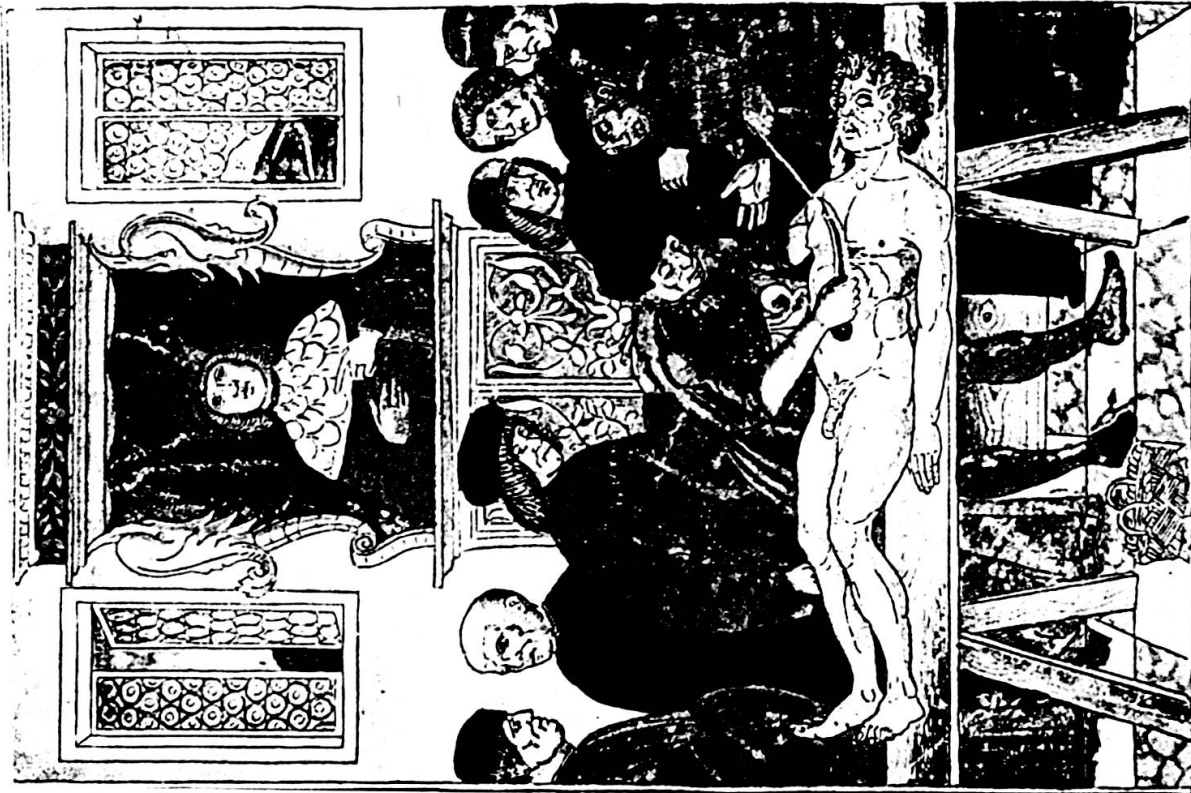
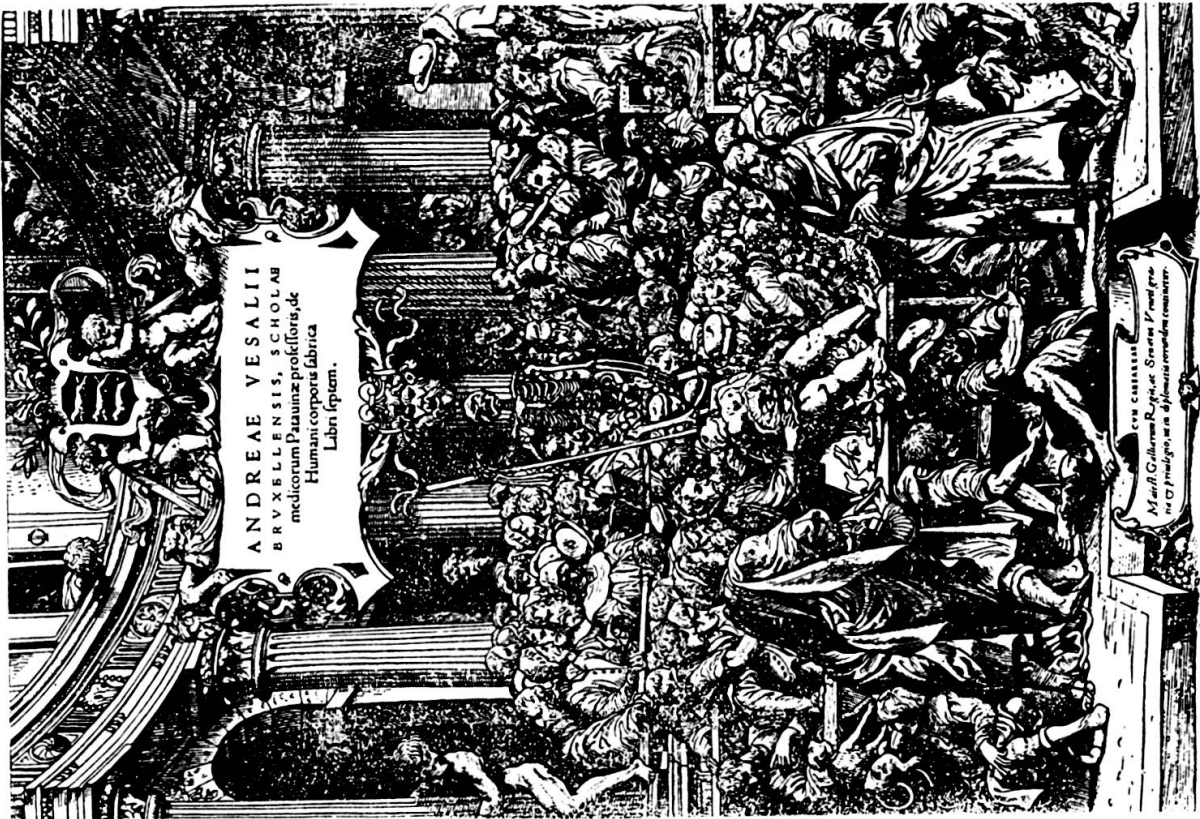
Quelques-uns de ces philosophes occupent une position intermédiaire entre philosophie et science. L'itinéraire du Ferrarais NICCOLO LEONICENO (1428-1524) est exemplaire. Il est avec Gesner un excellent exemple des transferts entre les méthodes du philologue et celles du naturaliste. Cet homme de lettres, philosophe et philologue, anime une réflexion critique philologique appliquée non seulement à l'établissement de textes antiques de science et de philosophie (il édite Aristote), mais également à leurs contenus. Sa critique des ouvrages de Pline (*De Plinii et plurimus aliorum in medicina erroribus* de 1492) est à l'origine d'une recherche renouvelée dans le milieu ferrarais. En effet, constatant les erreurs qui encombrant les ouvrages antiques, il en tire la conclusion qu'il faut étudier la nature directement dans la réalité. Il est à l'origine d'une lignée d'observateurs qui aboutit à l'anatomiste Canano, un rival malheureux de Vésale (Muratori et Bishi 1963).

BERNARDO TELESIO (1509-1588), de Cosenza, enseigne à Padoue où il propose d'étudier la nature directement dans la nature et d'en élucider les mystères par des causes strictement naturelles. (*De rerum natura juxta propria principia*, 1565). Son effort pour différencier les niveaux de connaissance contribue à clarifier les débats.

PARACELSE, à Zurich, repousse comme nous l'avons vu tous les textes antiques qui ne sont pas selon la religion -et surtout Aristote-. Il propose une *Tabula rasa*. Pour lui, seule l'expérience naturelle directe avec les choses construit une connaissance acceptable. Tous ces philosophes ont contribué à entretenir un climat local favorable à la recherche scientifique et au développement d'un art réaliste. Il est à remarquer que l'inquisition n'était pas tolérée sur le territoire vénitien. Il n'est donc pas étonnant que l'étude de la nature et la dissection de cadavres humains apparaissent très tôt dans cette région. Mais nous avons vu que nous ne pouvons nous contenter d'une explication générale, postulant un rapport flou entre l'humanisme réaliste et les sciences naturelles. Nous savons également que ce rapport a pris des formes très spécifiques et déterminantes (naturaliste-artiste, naturaliste-philologue).

FIG. 7.

Deux états de l'enseignement de l'anatomie. Mundinus commente les textes antiques alors qu'un barbier-chirurgien dissèque (*Fasciculo de Medicina*, 1494). Vésale commente sa propre dissection dans le Frontispice de la *Fabrica* de 1543.



A bien des points de vue, les sciences naturelles ont également été facilitées par d'autres traditions. Ainsi le cursus médiéval a exercé ses effets directement, mais également par opposition.

C'est la logique médiévale: une logique verbale (propositions, concepts, syllogismes) qui devient au cours de la Renaissance un outil majeur dans la construction de savoirs concrets. L'influence des technologies médiévales, enfin, n'est pas à négliger (Gille, 1964, Gimpel, 1975).

Au début du XVIIe, à la fin de la Renaissance, Bacon énonce ce qui est devenu une évidence nécessaire, à savoir le lien entre la logique et le concret et celui qui se tisse entre le savoir et l'action. C'est une nouvelle forme de science qui unit logique, rapport au concret et maîtrise de la nature.

INSTITUTIONS

Le succès des jardins botaniques, des herbiers, des cabinets des merveilles et cabinets d'histoire naturelle est une conséquence institutionnelle de l'unité des sciences (Findlen 1989, 1990, 1991).

La science procède non seulement à une "mise en livre", à une mise en discours des résultats récoltés par son activité, mais également à des collections, (végétaux, animaux vivants ou morts, préparations anatomiques permanentes). Ces collections doivent être considérées comme le miroir, au niveau institutionnel, des inventaires de la nature, rapportés par le discours. Le monde savant ne veut pas seulement décrire des objets vivants mais aussi les reconstituer dans des espaces clos et accessibles. Ces collections d'objets, souvent hétéroclites et simplement juxtaposés, constituent une image du savoir semblable à celle présentée dans les livres. Ce ne sont plus les discours qui sont juxtaposés mais les objets concrets eux-mêmes.

Le mouvement naturaliste se transmet et se stabilise grâce à des enseignements spécialisés (par exemple la première chaire de botanique à Padoue).

A partir du XVIIème siècle, l'usage des loupes et du microscope ouvre des champs nouveaux à l'investigation. En changeant de niveaux, les inventaires s'étendent. Il faut cependant relever que le premier usage d'un appareil grossissant dans le domaine de la biologie est très précoce. Les travaux de Stelluti et ceux de Rucellai appartiennent encore à la Renaissance (Singer 1934).

Il y a de multiples influences qui aboutissent à ce développement exceptionnel. L'Antiquité et les contributions médiévales, chrétiennes, arabes, judaïques et leur transmission à l'Occident par des voies multiples forment un phénomène si complexe que je ne le traiterai pas ici.

Quelques exemples choisis dans l'histoire des disciplines biologiques (zoologie, botanique, anatomie), nous permettront d'illustrer ces réflexions.

La société de la Renaissance crée les nouveaux moyens nécessaires pour affermir sa culture scientifique et améliore ceux qui existent déjà:

1/ Les outils intellectuels

- L'érudition philologique et les traductions (du grec, de l'arabe, de l'hébreu et du latin) donnent accès à l'ensemble du corpus antique (contenus et méthodes).

- La philosophie rationnelle se rapproche des sciences de la nature, les inspire et s'en inspire.

- L'imaginaire collectif rêve de connaître le monde par les voyages scientifiques et plusieurs nations les entreprennent.

2/ Les outils techniques

A partir de 1452 l'imprimerie multiplie la diffusion des ouvrages qui deviennent accessibles à un public élargi.

3/ Les outils institutionnels

Dans les universités de Padoue, Montpellier, Bologne, des **cours** de botanique, de zoologie et d'anatomie sont dispensés. Ce qui implique la construction de **théâtres d'anatomie** (d'abord mobiles, puis permanents). Plusieurs amateurs fondent des Cabinets des merveilles qui sont les ancêtres des musées d'Histoire naturelle modernes. Des **herbiers** sont constitués. Les jardins botaniques apparaissent dans divers pays. Ils sont les héritiers des jardins antiques (utilité: pharmacie, ornementation, cuisine). Des **Académies** se créent, mais jusqu'au XVIIème siècle l'étude de la nature n'est pas leur activité majeure.

ESSAI D'INTERPRÉTATION GÉNÉRALE

Cet article montre que les historiens comme Copenhaven, 1992, ont peut-être conclu un peu prématurément que le concept de Renaissance était caduc. Certes moins isolée, moins héroïque que ne le propose Burckhardt (1860), cette culture n'en existe pas moins et elle s'est reconnue elle-même en son identité. Qui nierait d'ailleurs l'originalité exceptionnelle de cette époque dans le domaine des beaux-arts, de l'architecture et de la littérature! Or notre thèse montre précisément que le renouveau scientifique dans le domaine des sciences naturelles est profondément et spécifiquement lié avec les autres dimensions de la culture renaissante.

Une des leçons que nous pouvons tirer de notre approche spécifique est que dans le domaine de l'histoire de la biologie des XVème, XVIème et XVIIème siècles, il ne faut peut-être faire confiance à personne, ni dans les petites choses, ni d'ailleurs dans les grandes. Influencé par une histoire des sciences positivistes, plusieurs historiens ont négligé l'extraordinaire foisonnement d'observations exactes et d'expériences bien conduites qui se développent du XVème à la fin du XVIème siècle. Aveuglés par l'importance de la nouvelle méthode (Galilée, Bacon, Descartes), ils se sont laissés aller à sous-estimer ce qui la précédait. Cette courte étude montre d'évidence que l'histoire de la première science à la Renaissance ne peut être négligée de la sorte et que son rôle fondateur a été considérable.

Il ne faut pas sous-estimer les apports méthodologiques du XV^e et du XVII^e siècles puisque ce sont eux qui ont radicalisé les concepts d'exactitude, de rigueur, d'exhaustivité de l'échantillonnage qui jouent un rôle très important dans l'histoire de la scientificité. C'est aussi à la Renaissance qu'apparaissent les premières descriptions des méthodes et des instruments (chez Vésale et Paré, par exemple), un moment essentiel de la validation du discours scientifique appliqué à des objets concrets.

L'organisation du savoir à propos de la nature des êtres vivants (structure et fonction) reste liée à un modèle plutôt archaïque qui juxtapose simplement les organismes et les organes par ordre alphabétique. Les inventaires de la Renaissance aboutissent à l'établissement de dictionnaires de la nature. Les données concrètes sont juxtaposées et non pas présentées de façon coordonnée et hiérarchisée.

Ces inventaires en forme de dictionnaires peuvent être augmentés indéfiniment (du moins potentiellement) sans que leur signification ne soit modifiée. Lorsque Gesner, par exemple, prépare des rééditions de son *Histoire des animaux*, il procède par simple adjonction de parties mais jamais par remaniement des parties préexistantes. Il est ainsi engagé dans un commentaire sans fin de son propre discours ainsi que l'attestent les innombrables notes manuscrites qui envahissent les marges de ses exemplaires personnels. Chez lui le commentaire s'ajoute aux commentaires un peu comme se sédimentent des couches géologiques. Les fragments se corrigent, se complètent. Dans tous les cas ce type de culture se fait par amoncellement, par accumulation de couches et jamais par construction d'un système cohérent, elle n'aboutit à l'énonciation d'aucune philosophie définitive. Très rapidement les naturalistes comprennent que ce type d'accumulation du savoir ne peut être terminé par le travail d'un seul. On voit apparaître dans les textes théoriques du XVII^e siècle, par exemple chez Francis Bacon, chez Descartes dans le *Discours de la Méthode* et même dans les textes utopistes (*the New Atlantis* etc) l'idée que l'accomplissement du programme de la science ne sera réalisé que par le travail de plusieurs générations. D'où la nécessité de créer des enseignements universitaires et des institutions qui assurent la permanence de l'activité scientifique (musées, jardins botaniques, académies).

Une telle science, qui ne fait qu'amplifier ses contenus sans jamais en remanier l'organisation, ne mène en réalité qu'à elle-même. Elle ne sait que voir ce qui n'a pas encore été vu, amplifier les séries descriptives, ajouter les organes aux organes, les espèces aux espèces (exotiques et européennes). En bref cette science croît et s'affine sans évoluer vraiment. Les sciences naturelles à la Renaissance sont essentiellement auto-reproductives et il faudra la révolution scientifique du début du XVII^e siècle pour qu'un autre type de stratégie s'impose. Celle où tout nouvel élément, issu d'observations ou d'expériences, contribue à l'établissement des théories et où chaque nouvelle découverte peut remettre en question l'ensemble des significations.

La façon dont la connaissance du vivant est rapportée dans les manuscrits et dans les livres des naturalistes de la Renaissance est un bon indice de l'organisation du savoir des naturalistes. En effet, les modes de transmission du savoir, les rhétoriques utilisées et les nœuds d'illustration nous informent sur la façon dont le naturaliste approche son

objet. Les textes de la Renaissance donnent une large place à l'illustration et rapportent les méthodes, les techniques et les instruments utilisés. On ne peut pas dire que c'est là une rupture radicale avec les ouvrages médiévaux, mais, à la Renaissance, le souci d'exactitude, la qualité des représentations et la description des méthodes deviennent une des formes obligées de la scientificité.

N'est-ce là qu'un prolongement de l'approche d'Aristote? On peut se le demander car les similitudes structurales sont, en effet, nombreuses entre l'*Histoire des animaux* (347-342) d'Aristote et les livres de Gesner. Il faut cependant noter que les interventions expérimentales sont de plus en plus fréquentes à partir de la deuxième moitié du XVI^{ème} siècle. Ces expériences préparent la crise méthodologique du XVII^{ème} siècle.

La scientificité de la Renaissance implique certaines règles dont la plupart ont persisté dans le répertoire des comportements scientifiques. A partir du XVII^{ème} siècle, ces différentes règles seront reconnues de plus en plus explicitement et de mieux en mieux maîtrisées. C'est leur coordination et leur finalisation sur des problématiques de preuve et de conviction qui forment la scientificité contemporaine. A la Renaissance, un certain nombre d'entre elles sont déjà en fonction, même si elles ne sont pas toujours reconnues. Ainsi la référence au témoin des observations, qui s'imposera plus tard n'est-elle pas fréquente la règle de répétition des observations pas encore généralisée. En revanche, l'effort d'exactitude dans la représentation et la nécessité de l'observation directe dans la nature s'imposent à la fin du XVI^{ème}. Pendant le XVI^{ème}, la proportion des contenus contrôlés a tendance à augmenter par rapport à ceux qui sont le produit de l'imaginaire (mythes, légendes) ou qui ont peu de scientificité (vocabulaire etc.). Il devient de plus en plus explicitement urgent de faire la différence entre les "Histoires prodigieuses" et les observations réalistes directes. Mais la séparation n'est pas encore consommée.

Le discours renaissant organisé par stratification des connaissances se retrouve à différents niveaux de la culture. On peut repérer des stratégies semblables chez MONTAIGNE (1533-1592), un écrivain dont l'oeuvre a quelque chose à faire avec l'histoire, avec la description de la nature, avec l'épistémologie et la philologie, au point que ses liens avec plusieurs aspects de la pensée de Descartes et celle de Pascal (1623-1662) ont été relevés (Brunschvigg 1942).

Il y a de grandes similitudes entre l'organisation du discours des naturalistes et l'organisation du discours littéraire de Montaigne. Si l'on envisage ses *Essais*, 1595, on constate qu'il juxtapose des histoires rapportées, des expériences, des faits rapportés et des faits observés. Ces fragments sont de taille différente, mais tous égaux en dignité. Aucun n'est subordonné à une hiérarchie qui organiserait le livre. L'oeuvre va s'augmenter par adjonction, par fragments correctifs, mais jamais par remaniement. On connaît les effets de collage de certains chapitres des *Essais*. Une oeuvre, donc, qui peut indéfiniment s'augmenter et dont le sens est à trouver dans les questionnements subjectifs de l'auteur. Aucune tentative pour donner un autre message que celui de cet amoncellement de questions, d'opinions, de réponses, d'objets culturels disparates, toujours à reprendre, à recommencer, et qui se corrigent l'un l'autre. La différence entre

Gesner et Montaigne serait que le premier croit construire un savoir, alors que le second fonde par sa méthode l'idée d'un doute fondamental. Reste que les rhétoriques sont très semblables.

Quelques remarques s'imposent à propos du rapport entre les théories et les faits. A la Renaissance, les théories explicatives et causales sont trop philosophiques et trop éloignées des données concrètes pour en favoriser la compréhension (les analogies entre microcosme et macrocosme, la théorie présocratique des éléments constitutifs et celle de l'âme organisatrice sont peu éclairantes). Elle ne favorisent pas l'organisation du savoir, ni d'ailleurs ne stimulent la dynamique de recherche. Trop axiomatiques, elles adhèrent insuffisamment à la réalité. Quant aux explications particulières avancées pour expliquer l'une ou l'autre fonction, elles sont, au contraire, trop particulières, trop limitées, trop attachées à des données partielles et non pas généralisantes.

Les explications s'exercent à deux niveaux distincts: il y a la face concrète, limitée, réaliste des structures et des phénomènes et leur face spéculative et rationnelle, qui est liée aux systèmes philosophiques dominants. L'objet est comme écartelé entre sa nature scientifique au sens strict et sa participation à un système qui le dépasse. Ainsi les concepts de cause première, de principe des choses continuent-ils à fournir les instruments conceptuels de la compréhension du vivant sans nuire à l'exactitude des observations. En conséquence, la science augmente par adjonction plutôt que par remaniement. L'anatomie n'a jamais été autre chose qu'une anatomo-physiologie (structure des organes suivie de déduction sur leur fonction). Ce n'est qu'au début du XVII^{ème} que de véritables théories du vivant, assez limitées pour correspondre aux faits, mais suffisamment amples pour être utiles, vont commencer à organiser les divers champs d'une biologie future (terme créé à la fin du XVIII^{ème} siècle).

La démarche scientifique ne se modifie presque pas, en revanche les contenus du discours scientifique se diversifient et augmentent. Au XVII^{ème} siècle on assistera, au contraire, à la différenciation des disciplines et à leur séparation. Le progrès de la scientificité passe également par la définition de l'objet, l'abandon de certaines ambitions et le respect conscient des règles.

Certains historiens négligent trop les progrès qui sont intervenus dans la pratique aristotélicienne et son renouvellement au XV^{ème} et au XVI^{ème} siècles. Il défendent l'opinion selon laquelle il n'y aurait pas de méthode active avant l'établissement définitif, au XVII^{ème}, de la méthode expérimentale. On aurait tort de sous-estimer les descriptions systématiques des techniques d'observation utilisées et des descriptions d'instruments qui sont une partie importante de la stabilité de la méthode naturaliste naissante. Plusieurs auteurs, d'ailleurs, vont jusqu'à ne pas voir l'intérêt d'une telle pratique scientifique qui nous mène à de simples inventaires par juxtaposition des objets (Guyénot, 1941). Or, considérer la description du monde vivant et la constitution d'inventaires de ces objets comme une pratique passive et quasiment "naturelle", participant à peine à l'effort de scientificité, c'est faire peu de cas de toute une activité préparatrice qui consiste dans l'affûtage des méthodes et la reconnaissance des nécessités, des témoins, des descriptions méthodologiques et des instruments scien-

tifiques. En effet, c'est sur ce fond naturaliste que les sciences de la vie se construiront au XVII^{ème} et au XVIII^{ème} siècles lorsqu'elles auront assimilé les apports de la révolution scientifique et les acquis de la révolution scientifique (Galilée, Bacon, Descartes). Bacon sera en particulier très sensible à la nécessité de bien savoir maîtriser le rapport au concret dans la pratique scientifique des sciences naturelles. Il ne se limite pas à la construction de modèles et à l'utilisation de la raison et de la logique mais doit se soumettre au verdict du concret. Les mêmes auteurs sous-estiment également l'activité expérimentale qui caractérise un certain nombre d'anatomo-physiologistes de la fin du XVI^{ème} siècle, comme Colombo ou Aquapendente. Bien que les résultats de leurs expériences ne soient jamais unifiés en une image nouvelle du vivant et qu'ils se préoccupent seulement des causes locales de ce phénomène, on ne peut nier qu'ils participent à l'élaboration de pratiques expérimentales qui trouvent tout leur sens entre les mains de William Harvey par exemple. Il est cependant certain qu'aucun des auteurs du XVI^{ème} siècle n'organise sa narration scientifique de façon aussi coordonnée et systématique que celle qu'on trouve dans le *De motu cordis*. De plus ce traité échappe très nettement à la science renaissante dans la mesure où l'ensemble des expériences et des observations qu'il réunit sont considérées comme les stratégies particulières pour la constitution d'un nouveau modèle de la circulation.

Dans cet article nous avons donné quelques repères à propos des méthodes dans les sciences de la vie à la Renaissance et nous avons proposé deux types de filière pour en expliquer l'origine. Celle qui des beaux-arts mène aux disciplines scientifiques (zoologie, botanique, anatomie) et celle qui part des exigences de la philologie humaniste pour arriver à celle qui fonde l'observation naturaliste du monde vivant. Notre approche nous a permis de repérer des constantes dans les sciences de la vie au XV^{ème} et au XVI^{ème} siècles.

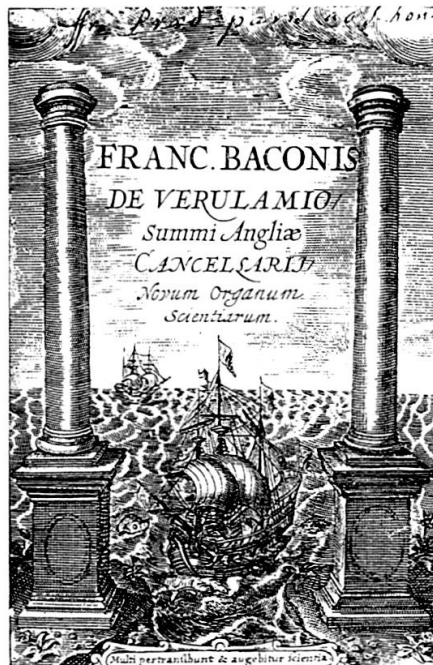
Ces deux filières (passage de l'art à la biologie, passage de la philologie à la biologie) doivent être ajoutées aux nombreuses causes qui ont été avancées pour expliquer le renouveau des sciences naturelles à la Renaissance et le fait qu'elles sont fondées principalement sur l'observation. Le discours scientifique qu'elles génèrent entretient précisément des relations intimes avec des stratégies d'ordre artistique et philologique. En effet, il juxtapose les objets (organisme et organes), les décrit et les représente, sans jamais les organiser en une théorie générale du vivant. Les interactions entre théorie et concret n'interviendront vraiment dans la scientificité qu'après la révolution galiléenne du début du XVII^{ème} siècle. La mise en théorie de cette nouvelle relation sera donnée par Bacon, Galilée et Descartes dont les conceptions sont cependant enracinées dans la Renaissance.

Les sciences naturelles ont un développement propre qui doit peu aux autres sciences. Contrairement à ce qu'on a souvent dit, elles ne sont pas dépendantes des progrès de la physique. Au contraire, elles sont plutôt l'un des modèles avancés de la scientificité (Bacon). L'influence de la physique et des mathématiques ne se fera sentir vraiment qu'avec Galilée et sera évidemment prépondérante après Newton.

Au XVIIème l'histoire des sciences de la vie peut être décrite comme l'interaction entre la mentalité des naturalistes renaissants et celle des mathématiciens/ géomètres et des physiciens. Quelques auteurs, comme Harvey et Santorio, vivent cette dualité dès le début du XVIIème, alors qu'elle s'imposera définitivement dans la deuxième moitié du XVIIème siècle (mécanisme cartésien, Borelli).

On peut considérer que la proposition du *Novum Organum* par Bacon est finalement la voûte faîtière théorique -mais simultanément le dépassement- de toute une tendance de la Renaissance qui visait à établir des inventaires de la réalité (inventaire des fonctions, des organes, des organismes zoologiques ou botaniques, des fonctions). Avec Aldrovande, Mouffet, Césalpin, la tradition des sciences naturelles de la Renaissance s'accomplit au moment même où Francis Bacon, se fondant sur elle, propose des règles qui vont permettre de la dépasser.

La science renaissante trouve son chemin subtil entre la tradition et l'innovation. Au début du XVIIème, ces deux tendances seront en apparence séparées et même opposées bien que leur double influence continue à s'exercer. La Nouvelle Science devient la figure majeure (Oldroyd 1986), dont la métaphore augurale, sur le frontispice du *Novum Organum* de 1620, est la belle caravelle qui prend le large entre les Colonnes d'Hercule de la sagesse pour voguer vers l'océan infini des connaissances.



BIBLIOGRAPHIE (indicative)

- ACTES du XIIe Congrès international de philosophie, vol. IX, (1960) Aristotelismo padovano, Florence.
- ADELMANN H.B. (1966) Marcello Malpighi and the Evolution of Embryology. Cornell Univ. press, Ithaca, New-York
- ALBERTI Battista (1435) De Pictura, Bari, Laterza, 1975.
- ARTELT W. (1950) Das Titelbild zur "Fabrica" Vesals und seine kunstgeschichtlichen Voraussetzungen. Centarus I, pp. 66-67.
- BACON F. (1620) Novum Organum.
- BAUHIN C. (1590) De humani corporis fabrica libri III, Bâle.
- BAUHIN C. (1605) Theatrum anatomicum, Francfort.
- BAXANDALL (1972) Painting and Experience in fifteen century Italy, Clarendon University Press.
- BELON P. (1555) L'histoire de la nature des oyseaux, avec leurs descriptions et naïfs portraits retirez du naturel, escrite en sept livres, Paris.
- BLAKE R., DUCASSE C. ET MADDEN E.H. (1960) Theories of Scientific Method: the Renaissance through the Nineteenth Century, Seattle, Univ. of Washington.
- BLOUNT A. (1940) Artistic Theory in Italy 1450-1600. The Clarendon Press Oxford.
- BOAISTUAU (1560) Histoires prodigieuses, Paris, Club français du Livre. 1961.
- BODENHEIMER F.S. (1958) The History of Biology: an Introduction, 1 vol. Dawson, Londres.
- BORKELIUS J. (1588) Anatome vel descriptio partium humani corporis, Helmstedt.
- BOURGEY L. (1953) Observation et expérience chez les médecins de la Collection hippocratique, Paris, Vrin.
- BRAUN L. (1990) Conrad Gessner, Genève, Slatkine.
- BROCAS J. (1935) Contribution à l'étude de la vie et de l'oeuvre d'André Vésale. Thèse Méd. Paris.
- BRUNET et MIELI (1935) Histoire des Sciences, Antiquité.
- BRUNET P. (1957) La science dans l'Antiquité et le Moyen âge, in Histoire de la Science, dirigé par Maurice Dumas, La Pléiade, Paris, NRF, pp 292-366.
- BRUNSVIGG L. (1942) Descartes et Pascal lecteurs de Montaigne, Boudry, Neuchâtel, La Baconnière.
- BURCKHARDT J. (1860) Civilisation de la Renaissance en Italie, Ed française, Librairie Plon, 1958.
- BURKE P. (1972) Culture and Society in Renaissance Italy. Batsford Ed, Tradition and Innovation in Renaissance Italy, Fontana Ed, 1974.
- BUSCAGLIA M. (1992) L'histoire de la méthode expérimentale dans les sciences de la vie comme exemple de versatilité dans l'interprétation, 12e cours avancé de la Fondation Archives Jean Piaget, 31 août - 4 septembre.
- CALLOT E. (1951) La Renaissance des sciences de la vie au XVIe siècle, Paris.
- CANGUILLEM (1964) L'homme de Vésale dans le monde de Copernic, Commémoration solennelle du quatrième Centenaire de la mort d'André Vésale, in Etudes d'Histoire et de Philosophie des Sciences, Paris, Vrin, 1989.
- CARUS V. (1880) Histoire de la zoologie depuis l'Antiquité jusqu'au XIXe siècle, Paris, Baillière.
- CASSIRER E. (1964) The individual and the Cosmos in Renaissance Philosophy, N.Y. Harper & Row.
- CASTIGLIONI A. (1920) La vita e l'opera di Santorio Santorio Capodistriano, Bologna-Trieste, Cappelli.
- CAULLERY (1957) Les grandes étapes des sciences biologiques. Renaissance et les débuts du XVIIe siècle, in Histoire de la Science, dirigé par Maurice Dumas, La Pléiade, Paris, NRF, pp. 1175-1177.
- CESALPINO A. (1929) Questions péripatéticiennes, Paris, Alcan.
- CHAIGNEAU G. (1909) L'illustration anatomique dans l'oeuvre d'André Vésale. Thèse Doct. Méd. no 41, Paris, 92 p.
- CHARBONNEL J.-R. (1919) La pensée italienne au XVIe siècle et le courant libertin, Paris, Champion.

- CHAUVOIS L. (1957) William Harvey, sa vie et son temps, ses découvertes, sa méthode, Paris, Sedes.
- CHEHADE A.K. (1955) Ibn An-Nafis et la découverte de la circulation pulmonaire, Damas, Institut Français.
- CIARDI R.P. (1984) Immagini anatomiche e naturalistiche nei disegni degli Uffizi, Secc. XVI e XVII, éd. Roberto Paolo Ciardi e Lucia Tongiorgi Tomasi, Firenze, Olschki.
- COHEN I.B. (1959) The New World as a source of science for Europe, Actes IX Congr. Int. Hist. Scienc., Barcelone-Madrid, p. 95-130.
- COHEN I.B. (1985) Revolution in Science, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- COLE F.J. (1944) A History of comparative Anatomy, London.
- COLOMBO R. (1559) De re anatomica, Venezia, Bevilacqua.
- COPENHAVER B.P. (1992) Did Science Have a Renaissance? *Isis*, 83: 387-407.
- CREYX M. (1960) Place et signification des coquilles dans l'oeuvre de Bernard Palissy, *J. Méd. Bordeaux*, 137e année, No 12, p. 1502-1520.
- CROMBIE (1962) Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, Oxford, Clarendon Press.
- CROMBIE (1959) Histoire des sciences de saint Augustin à Galilée, I, Paris, P.U.F.
- CUSHING H. (1943) A Bio-bibliography of Andreas Vesalius, N.Y.
- DAHL S. (1967) Histoire du livre de l'Antiquité à nos jours, Paris, 3e éd.
- DAUMAS M. (1957) Esquisse d'une histoire de la vie scientifique, in *Histoire de la Science*, dirigé par Maurice Dumas, La Pléiade, Paris, NRF, pp. 3-186.
- DEBUS A. G. (1965) The English paracelsians, Franklin Watt, New York.
- DEBUS A. G. (1978) Man and Nature in the Renaissance, Cambridge University Press.
- DEBUS A. G. (1991) The French paracelsians, Cambridge University press.
- DELAUNAY P. (1926a) L'aventureuse existence de Pierre Belon, Paris, Champion.
- DELAUNAY P. (1926b) Pierre Belon naturaliste, Le Mans.
- DELAUNAY P. (1926c) Ambroise Paré naturaliste, Laval.
- DELAUNAY P. (1958) La zoologie au XVIe siècle, in *Histoire Générale des Sciences*, Paris, Presses univ.
- DELAUNAY P. (1962) La zoologie au XVIe siècle, Paris, Hermann.
- DEL GAIZO M. (1889) Ricerche storiche intorno a Santorio Santorio ed alla medicina statica, Napoli, Tocco.
- DIELS H. ET KRANZ W. (1951) Die Fragmente der Vorsokratiker, 6e éd. Berlin, Akademie.
- EDELSTEIN L. (1943) Andreas Vesalius, the Humanist, *Bull. Hist. Med.* 14, pp. 547-61.
- ERHARD H. (1941) Alkmaion, der erste Experimentalbiologie, *Sudhoffs Arch. Gesch. Med.*, 34, 77-89.
- EVELYN J. (1985) The Diary of John Evelyn, éd. by John Bowle, Oxford University Press.
- FARMITALIA (1987) Il farmaco nei tempi, dalle origini al laboratori, éd. Farmitalia Carlo Erba
- FARMITALIA (1990) Pharmacy through the Ages, Ancient Drugs, éd. Farmitalia Carlo Erba
- FARRINGTON B. (1931-2) The Preface of Andreas Vesalius to *De Fabrica Corporis Humani* 1543. Translated *Proced. R. Soc. Med.*, 25, p. 1357-66.
- FARRINGTON B. (1957) The Greeks and the Experimental Method, *Discovery*, 18, 68-69.
- FEBVRE L. ET MARTIN H.-J. L'apparition du livre, Paris, Albin Michel.
- FERGUSON W.K. (1948) The Renaissance in Historical Thought: Five Centuries of Interpretation, Cambridge, Mass. Riverside.
- FERNEL J. (1542) De naturali parti medicinae libri septem, Paris, Simon de Colines.
- FINDLEN P. (1989-1990) Collecting and Scientific Culture in Early Modern Italy, Ph. D. Dissertation, Berkeley, University of California. *Dissertation Abstracts International*, 51, 1731 A.
- FINDLEN P. (1990) Jokes and Nature and Jokes of Knowledge, *Renaissance Quarterly*, 43, 292-331.
- FINDLEN P. (1991) Patronage and Institutions: Science, Technology and Medicine at the European Court, 1500-1750, Rochester: Boydell Press.

- FIorentino F. (1868) *Pietro Pomponazzi: Studi storici su la scuola bolognese e padovana del secolo XVI con molti documenti inediti*, Florence, Le Monnier.
- FISCHMAN A, RICHARDS P. ET DICKINSON W. (1964) *Circulation of the Blood, Men and Ideas*, New-York, Oxford Univ. Press.
- FLOURENS M.J.P. (1857) *Histoire de la découverte de la circulation du sang*, 2e éd. Paris, Garnier.
- FORSTER A. (1904) *Einiges über die Beziehungen Vesal's zu Leonardo da Vinci und zu Marc' Antonio della Torre*. *Archiv. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt.* 28, pp. 372-84.
- FOSTER M. (1901) *Lectures on the History of Physiology during the 16th, 17th and 18th Centuries*, Cambridge, At the University Press.
- FOUCAULT Michel (1966) *Les mots et les choses: Une archéologie des sciences humaines*, Paris, Gallimard.
- FUCHS L. (1542) *De Historia stirpium commentarii insignes, maximis impensis et vigiliis elaborati adjectis aerundem vivis plusquam quingentis imaginibus, nunquam antea ad naturae imitationem artificiosius effectis et expressis*, Leonharto Fuchsio medico hac nostra aetate longè clarissimo, autore. Basileae, Isingriniana, 897 p.
- FULTON J.F. (1538) *Institutionum anatomicarum secundum Galeni sententiam ad candidatos medicinae libri quatuor...* Ab Andrea Vesalio Bruxellensi auctiores & emendatores redditi, Venetiis.
- FULTON J.F. (1931) *The Rise of Experimental Method: Bacon and the Royal Society of London*, *Yale J. Biol. Med.* 3 vol., 299-320.
- FULTON J.F. (1952) *André Vésale, fondateur de l'anatomie moderne*. *Rev. des questions scientif.* 123: 161-70.
- GARIN E. (1970) *La Renaissance, histoire d'une révolution culturelle*, Marabout Université.
- GILLE B. (1964) *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Hermann.
- GIMPEL J. (1975) *La révolution industrielle du Moyen Age*, Paris, éd. du Seuil.
- GIORDAN A. (1987) *Histoire de la biologie, tome 1 et 2*, Paris, Technique et Documentation.
- GODWIN J. (1979) *Athanasius Kircher: A renaissance Man and the quest for lost Knowledge*. London, Thames and Hudson.
- GOUHIER H. (1958) *Les premières pensées de Descartes: Contributions à l'histoire de l'anti-rennaissance*, Paris, Vrin.
- GRANT E. (1971) *Physical Science in the middle Age*, Cambridge University press.
- GRANT E. (1971-1977) *Physical Science in the Middle Ages*, Cambridge University Press, John Wiley & Sons.
- GRMEK M.D. (1973) *Vidius et les illustrations anatomiques et chirurgicales de la Renaissance*, in *les Sciences de la Renaissance*, C.R. VIII Congr. international de Tours, Paris, Vrin.
- GRMEK M.D. (1988) *La sperimentazione biologica quantitativa nell'Antichità*, *Biologica I*, 11-33.
- GRMECK M. D. (1990) *La première révolution biologique*. Payot, Paris.
- GUDGER E.W. (1934) *The 5 great Naturalists of the 16th century: Belon, Rondelet, Salviati, Gesner and Aldrovandi: a chapter in the history of ichthyology*, *Isis*, 22, p. 21-40.
- GUENARD F. ET LELIEVRE G. (1982) *Penser les mathématiques, Séminaire de philosophie et mathématiques de l'École normale supérieure*, Paris, Le Seuil.
- GUYENOT E. (1941) *Les sciences de la vie au XVIIe et XVIIIe siècles. L'idée d'évolution*. Paris, Albin Michel.
- HALL R. (1954) *The Revolution in Science*, Ruppert Hall (1954), Longman, N. Y.(1962).
- HALL T. (1969) *Ideas of Life and Matter. Studies in the History of General Physiology*, vol. I, Chicago, University of Chicago Press.
- HANSON, NORWOOD R. (1969) *Perception and Discovery. An Introduction to Scientific Inquiry*, San Francisco.
- HARANT H. ET JARRY D. (1961) *L'oeuvre zoologique de Guillaume Rondelet*, *Monspell. Hippocr.*, 12, p. 5-10.

- HARVEY W. (1628) *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, Francfort, Fitzer.
- HEINRICHS H. (1914) *Die Ueberwindung der Autorität Galens durch die Denker der Renaissancezeit*, Bonn.
- HARVEY W. (1651) *Exercitationes de Generatio animalium. Quibus accedunt quaedam, De partu: de Membranis ac humoribus Uteri et de Conceptione.*, Londres.
- HESELER B. (1540) *Andreas Vesalius' first public Anatomy at Bologna, 1540, An Eyewitness report*. Ed by Ruben Eriksson, Almqvist, Uppsala (1959).
- HILL A. W. (1915) *The History and Function of Botanic gardens*, *Annals of Missouri botanical garden*.
- HOFF HEBBEL E. (1964) *Nicolaus of Cusa, Van Helmont and Boyle: the First Experiment of the Renaissance in Quantitative Biology and Medicine*, *J. Hist. Med.* 19: 99-117.
- HUARD P. (1961) *Leonard de Vinci. Dessins anatomiques*, Paris, R. Dacosta.
- HYRTL J. (1879) *Das Arabische und Hebräische in der Anatomie*, Wien, Cited Hyrtl, *Das Arab. u. Hebr. in d. Anat.*
- JACKSCHATH E. (1902) *Die Begründung der modernen Anatomie durch Leonardo da Vinci und die Wiederauffindung zweier Schriften desselben*. *Med. Blätter*, 25, pp. 770-72.
- JEVONS F.R. (1962) *Harvey's Quantitative Method*, *Bull. Hist. Med.* 36, 462-467.
- KEELE K.D. (1973) *Leonardo da Vinci: Life, scientific Methods, and anatomical Works*. in *Dictionary of Scientific Biography*, C. H. Gillispie (Ed), vol. VIII, pp 193-206.
- KELLE K.D. (1961) *Three Early Masters of Experimental Medicine: Erasistratus, Galen and Leonardo da Vinci*, *Proc. Roy. Soc. Med. Sect. Hist. Med.* 54, 577-588.
- KELLER A. C. (1950) *The Artisans, and the Idea of Progress in the Renaissance*, *Journal of the History of Ideas*, XII: 235.
- KILGOUR F.G. (1954) *William Harvey's Use of the Quantitative Method*, *Yale J. Biol. Med.*, 26, 410-241.
- KLEBS A. C. (1916) *Leonardo da Vinci and his anatomical Studies*. *Bull. Soc. Med. History of Chicago*, Jan. 1916, pp 66-83.
- KOYRE A. (1955) *Galilée et la révolution scientifique du XVIIe siècle*, Paris, Palais de la Découverte.
- KOYRE A. (1966) *L'apport scientifique de la Renaissance in Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, P.U.F.
- KUHN T. (1962-1983) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago, traduction française: *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion.
- LAUDAN L. (1981) *Science and Hypothesis, Historical Essays on Scientific Methodology*, Dordrecht, Reidel.
- LAURENTIUS A. (1595) *Opera anatomica*, Hanau, in *La science au seizième siècle, Colloque de Royaumont*, Hermann, Paris.
- LE DOMBLE A. F. (1889) *Rabelais anatomiste et physiologiste*. E. Levaux, Paris.
- LEHOUX F. (1976) *Le cadre de vie des médecins parisiens aux XVIe et XVIIe siècles*, Paris, Picard.
- LENOBLE R. (1943a) *Essai sur la notion d'expérience*, Paris, Vrin.
- LENOBLE R. (1943b) *Mersenne ou la naissance du Mécanisme*, Paris.
- LENOBLE R. (1957) *Origines de la pensée scientifique moderne*, in *Histoire de la Science*, dirigé par Maurice Dumas, La Pléiade, Paris, NRF, pp. 367-530.
- LENOBLE R. (1969) *Esquisse d'une histoire de l'idée de Nature*, Paris, Albin Michel.
- LEONARDO DA VINCI (1911) *Quaderni d'anatomia. Fogli della Royal Library di Windsor*. Publ. da C.L. Vangensten, A. Fonahn, H. Hopstock, 1-5, Christiania, 13.
- LEONICENO N. (1492) *De Plinii et plurimum aliorum in medicina erroribus*. Ferrara, éd. L. de Valentia et A. de Castronovo.
- LEY W. (1929) *Konrad Gesner*, Munich.
- LLOYD G. E. R. (1979) *Magic, reason and experience. Studies in the origin and development of greek Science*, Cambridge University Press.

- LONIE I.M. (1985) *The Paris Hippocratics; Teaching and Research in Paris in the Second Half of the Sixteenth Century. The Medical Renaissance of the Sixteenth Century*, Cambridge, Cambridge Univ. Press. pp. 155-174.
- LYGAEUS J. (1555) *De corporis humani Harmonia libri III*, Paris.
- MALEBRANCHE N. (de) (1678) *De la recherche de la vérité*, tome III, Paris.
- MALHERBE M. ET POUSSEUR J.M. (1985) *Francis Bacon, science et méthode*, Paris, Vrin.
- MANDRUN R. (1973) *Histoire de la pensée européenne, III Des humanistes aux hommes de science (XVI et XVIIIème siècles)*. Le Seuil, Paris.
- MANGET J. I. (1717) *Theatrum anatomicum*, Genève.
- MARTINOTTI G. (1927) *L'Anfiteatro anatomico dell' Archiginnasio di Bologna*, Bologna.
- MATHIEU-CASTELLANI G. *Montaigne, l'écriture de l'Essai*, Paris, P.U.F.
- MEYERHOF M. (1934) *La découverte de la circulation pulmonaire par Ibn an-Nafis, médecin arabe au Caire*, Bull. Inst. Egypte, 16, 33-46.
- MONTAIGNE (1595) *Essais*, Paris, la Pléiade, NRF, 1950.
- MOSCOVICI S. (1968) *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Flammarion, Paris.
- MOUFET T. (1634) *Insectorum sive Minimorum Animalium Theatrum*, à Londres Olim ab Edoardo Wottono, Conrado Gesnero, Thomaque Pennio inchoatum. Tandem Tho. Moufeti Londinâti operâ sumptibusq; maximis concinnatum, auctum, profectum: Et ad vivum expressis Iconibus suprâ quingentis illustratum, Londres Thomas Cotes.
- MOWRY B. (1985) *From Galen's Theory to William Harvey's Theory: A Case Study in the Rationality of Scientific Theory Change*. Stud. Hist. Phil. Sci, 16, 49-82.
- MUNDINUS (1930) *Mondino de' Liucci, Anatomia, riprodotta da un codice bolognese del secolo XIVe volgarizzata nel secolo XV*. A cura di Lino Sighinolfi, Bologna
- MURATORI G. ET D. BIGHI (1963) *Andrea Vesalio, G.B. Canano e la rivoluzione rinascimentale dell'anatomia e delle medicina*. Acta Mediceae Historia Patavina, X, 51-95, 1963-1964.
- NAMER E. (1970) *La philosophie italienne*, Paris, éd. Seghers.
- NARDI B. (1958) *Saggi sull'aristotelismo padovano dal secolo XIV al XVI*, Florence, Sansoni.
- NORDENSKILD E. (1927-1928) *The History of Biology*, New-York, Tudor.
- OLDROYD D. (1986) *The Arch of Knowledge. An Introductory Study of the History of the Philosophy and Methodology of Science*, New York, Methuen.
- OMONT H. (1468) *Inventaire des manuscrits grecs et latins donnés à Saint-Marc de Venise par le Cardinal Bessarion*. Revue des bibliothèques, 4, pp. 129-87.
- ONGARO G. (1971) *La scoperta della circolazione polmonare et la diffusione della Christinismi Restitutio di Michele Serveto nel XVI secolo in Italia e nel Veneto*, Episteme, 3-44.
- OPPENHEIMER J.M. (1936) *Guillaume Rondelet (1507-1566)* Bull. Int. Hist. Med. 4, p. 817-834
- ORS (d') E. (1935) *Lo Barroco, Du Baroque*, trad. française Gallimard
- PANOVSKY E. (1927) *Die Perspektive als " Symbolische Form"*, Vorträge der Bibliothek Warburg (1924-1925), Berlin, *La perspective comme forme symbolique*, Ed. française, 1975, Ed de Minuit, Paris.
- PANOVSKY E. (1944) *Renaissance and Renascences*, Kenyon Review, Spring.
- PANOVSKY E. (1952) *Renaissance Science and Art*, New England Conference on Renaissance Studies, Harvard University.
- PANOVSKY E. (1960) *La Renaissance et ses avant-courriers dans l'art d'Occident*, Paris 1976, première éd. 1960
- PAP A. (1967) *An Introduction to the Philosophy of Science*, 4e éd. New York, Free Press.
- PELLER S. (1949) *Harvey's and Cesalpino's role in the History of medicine*. Bull. Hist. Med., 23, pp. 213-35.
- PETIT G. ET THEODORIDES J. (1962) *Histoire de la zoologie des origines à Linné*, Hermann, Paris.

- PILET P.E. (1963) L'expérience en biologie, dans l'Expérience, Paris, Centre de Synthèse.
- PLAYFAIR Mac Murray (1930) Leonardo da Vinci the Anatomist. Baltimore.
- PONT J-C. (1982) Peinture et géométrie au XIXe siècle, in Penser les mathématiques, Paris, Le Seuil, pp. 211-225
- POPPER K.R. (1959-1973) Logic of Scientific Discovery, London Hutchinson, trad. française: La logique de la découverte scientifique, Paris, Payot.
- POUSSEUR J.M. (1988) Bacon, inventer la science, Paris, Belin.
- PRICE D., DE SOLLA J. (1964) Automata and the Origin of Mechanism and Mechanical Philosophy, Technology and Culture, 5, 9-42.
- RANDALL J.H. jr. (1940) The Development of Scientific Method in the School of Padua, J. Hist. Ideas, 1, 177-206.
- RANDALL J.H. jr. (1961) The School of Padua and the Emergence of Modern Science, Padoue.
- RENAN E. (1861) Averroès et l'averroïsme: Essai historique, Paris, Michel Levy.
- REVERDIN O. (1990) Le Dioscoride de Jean-Antoine Sarasin. Contribution à l'Histoire de la Médecine à Genève, Les Cahiers de la Fondation Louis-Jeantet de Médecine, no 5.
- RICHTER G. (1936) Das anatomisches Theater, Berlin.
- RIGHINI, BONELLI M.L. et SHEA W. (1975) Reason, Experiment and Mysticism in the Scientific Revolution, New York, Science History Publication.
- RIGOLOT F. Métamorphoses de Montaigne, Paris, P.U.F.
- ROSSI P. (1989) Cose prima mai viste, in Storia della Scienza moderna e contemporanea, éd. Paolo Rossi, Turin, UTET vol.1, pp 167.
- ROSTAND J. (1956) L'atomisme en biologie, Paris, Gallimard.
- ROSTAND J. (1958) Aux sources de la biologie, Paris, Gallimard.
- ROSTAND J. (1959) Les origines de la biologie expérimentale, Paris, Palais de la Découverte.
- ROTHSCHUH K.E.(1953) Geschichte der Physiologie, Berlin, Springer.
- SALOMON-BAYET C. (1978) L'institution de la science et l'expérimentation du vivant. Méthode et l'expérience à l'Académie royale des sciences, 1666-1793, Paris, Flammarion.
- SANTORIO S. (1602) Methodi vitandorum errorum omnium qui in arte medica contingunt, Venise, apus Societatem.
- SANTORIO S. (1630) Commentaria in artem medicinalem Galeni, Venise, Somasco.
- SANTORIO S. (1625) Commentaria in primam fen primi libri Canonis Avicennae, Venise, Sarcina.
- SANTORIO S. (1660) Opera omnia, Venise, Brogiolo.
- SARTON G. (1954) Death and Burial of Vesalius, Isis, 45, pp. 131-137.
- SARTON G.(1927) Introduction to the history of science. Vol. 1-3, Washington, 1927-1948. .
- SAUNDERS J.B. et O'MALLEY C.D. (1950) The Illustrations from the works of Andreas Vesalius of Brussels. Cleveland & N.Y.
- SCHACHT J. (1957) Ibn Al-Nafis, Servetus and Colombo, Al-Andalus, Revista de la escuelas de estudios Arabes de Madrid y Granada, vol. 22, fasc. 2: 317-336.
- SCHMITT C.B. (1983) Aristote and the Renaissance, Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press.
- SCHONE H. (1907) Markellinos Pulslehre, in Festschrift zur 49, Versam. Dtsch. Philol, Basel.
- SINGER C. (1926) Evolution of Anatomy, N.Y.
- SINGER C. (1934) Histoire de la biologie, Paris, Payot
- SINGER C. et RABIN C.A. (1946) Prelude to Modern Science. Being a discussion of the history, sources and circumstances of the "Tabulae Anatomicae sex" of Vesalius, Cambridge
- SOLMI (1923) Per gli studi anatomici di Leonardo de Vinci. Florence.
- SPEZIALI P. (1973) Luca Pacioli et son oeuvre, VIIIe Congrès international de Tours, Sciences de la Renaissance, Paris, J. Vrin Librairie philosophique.

- STADEN H. von (1972) Experiment and Experience in Hellenistic Medicine, Bull. Inst. Class. Stud. No 22, 178-199.
- STAROBINSKI J. (1982) Montaigne en mouvement, Paris, Gallimard.
- SUNDERS C. H. (1925) The Evolution of Anatomy, London Kegan.
- SYPHER W. (1955) Four Stages of Renaissance Style, Sypher éd., Trad.ital. Rinascimento Manierismo Barocco, Marsilia, Bologne, 1968.
- TAFURI M. (1969) L'architettura dell'umanesimo, Bari, Laterza.
- TATON R. (1969) La science moderne, Paris, P.U.F.
- THORNDIKE L. (1941) A History of Magic and Experimental Science, 8 vol. vol 5: The Sixteenth Century, N.Y. Columbia Univ. Press.
- THUILLIER P. (1979) Léonard de Vinci et la naissance de la science moderne. La Recherche 105, vol 10 1100-1109.
- THUILLIER P. (1984) Espace et perspective au Quattrocento. La Recherche. 160, Vol 15: 1384-1398.
- VALVERDE J. (1556) Historia de la composicion del cuerpo humano, Rome.
- VAN DE VELDE A.J.J. (1950) Les livres des sciences de la nature de Conrad Gesner et Ulysse Aldrovandi, Biol. Jahrb., 17e année, p. 195-199, (1952) Le liber I Historiae animalium de 1551 de Conrad Gesner, Rev. Hist. Sci., 5, p. 265-269
- VESALIUS A. (1543) De humani corporis fabrica libri septem, Basileae
- VESALIUS A. (1564) Anatomicarum Gabrielis Falloppii observationum examen. Venetiis
- VINCI L. (1888) Dell'Anatomia. Manuscrit B 10U. Traduit et annoté par G. Piumati, Ed. T. Sabachnikoff, Paris, Rouveyre.
- VINCI L. (1921) Traité du paysage. Traduction française, Librairie Delgrave, Paris.
- VINCI L. (1953) Léonard de Vinci et l'expérience scientifique au seizième siècle. Ouvrage collectif PUF, Paris.
- VINCI L. (1970) The notebooks Ed J. P. Richter, 2 vol. Dover, 1970.
- VIRIEUX-REYMOND A. (1986) Les grandes étapes de l'épistémologie jusqu'à Kant, Genève, Patino.
- WALZER R. (1949) Galen on Jews Christians, London
- WHEWELL W. (1976) History of the inductive Sciences, N.Y. George Holm.
- WHIGHTMAN W.P.D. (1972) Science in a renaissance society. Hutchinson.
- WICKERSHEIMER E. (1926) Anatomies de Mondino dei Luzzi et de Guido de Vigevano, Paris
- WITT H. DE (1992) Histoire du développement de la biologie, vol. I, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires romandes
- WOLFFLIN H. (1888) Renaissance und Barock.

Note

Le rédacteur n'est pas responsable des imperfections qui pourraient subsister dans le texte, les dernières épreuves corrigées ne lui étant pas parvenues à temps.

