

SARTONIANA

Volume 11

1998

**Sarton Chair of the History of Sciences
University of Ghent, Belgium**

ISBN 90-70963-37-X
D/1998/2249/4

**© Communication and Cognition, Blandijnberg 2, B-9000 Ghent
Belgium**

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm, or any other means without prior written permission from the publishers.

Subscription to SARTONIANA becomes effective upon payment of BEF 650,- (incl. postage) on banking account No. 001-1969611-05 of SARTONIANA, Ghent, Belgium or by sending a check of USD 22.00 to SARTONIANA, Blandijnberg 2, B-9000 Ghent, Belgium, with clear mention of subscriber's name and address.

Contents

Sarton Chair Lectures

G. Van de Vijver : <i>Laudatio</i> Lambros Couloubaritsis	9
L. COULOUBARITSIS : Le statut du mythe dans l'histoire de la philosophie	15
L. COULOUBARITSIS : L'avènement de la science dans l'Antiquité et la Modernité	43

Sarton Medal Lectures

M. Thiery : <i>Laudatio</i> Ernst Künzl	67
E. KÜNZL : Instrumentenfunde und Artzhäuser in Pompeji : die medizinische Versorgung einer Römischen Stadt des I. Jahrhunderts N. Chr.	71
H. Balthazar : <i>Laudatio</i> Karel Velle	153
K. VELLE : Pour une histoire sociale et culturelle de la médecine	157
K. Heyde : <i>Laudatio</i> Maurice Dorikens	193
M.F. DORIKENS : 100 years of radium : the complex history of an element	197
P. De Baets : <i>Laudatio</i> Duncan Dowson	249
D. DOWSON : Tribology from Leonardo to the third millenium millimetres to nanometres	253
M. SOLMS : An introduction to the neuroscientific works of Sigmund Freud	283

Authors

Prof. Dr. G. VAN DE VIJVER. Lamoraal van Egmontstraat 18, B-9000 Gent, België

Prof. Dr. L. COULOUBARITSIS. Rue des Echevins 16, B-1050 Bruxelles, Belgique

Em. Prof. Dr. M. THIERY. Aan de Bocht 6. B-9000 Gent, België

Dr. E. KÜNZL. Römisch-Germanisches Zentralmuseum und Forschungsinstitut für Vor- und Frühgeschichte. Ernst-Ludwig-Platz 2, D-55116 Mainz, Deutschland

Prof. Dr. H. BALTHAZAR. Universiteit Gent. Vakgroep Nieuwste Geschiedenis. Blandijnberg 2, B-9000 Gent, België

Dr. K. VELLE. Grote Steenweg 61, B-9840 De Pinte, België

Prof. Dr. K. HEYDE. Universiteit Gent. Vakgroep Subatomair en Stralingsfysica. Proeftuinstraat 86, B-9000 Gent, België

Prof. Dr. M.F. DORIKENS. Universiteit Gent. Museum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen. Krijgslaan 281, S30, B-9000 Gent, België

Prof. Dr. P. DE BAETS. Universiteit Gent. Vakgroep Werktuigkunde en Warmtetechniek. Sint-Pietersnieuwstraat 41, B-9000 Gent, België

Em. Prof. Dr. D. DOWSON

Prof. Dr. M. DE GIER SOLMS. 2 Chlorane Gardens, London NW3 7PR, England

GEORGE SARTON CHAIR
of the
HISTORY OF SCIENCES
1997-1998

SARTON CHAIR LECTURES

LAUDATIO LAMBROS COULOUBARITSIS

Gertrudis Van de Vijver

Un jour d'hiver, entre chien et loup, Lambros Couloubaritsis me confiait, après son cours sur la métaphysique chez Heidegger, que tous les grands philosophes sont ennuyeux. Il pensait notamment à Aristote, auquel il a consacré une bonne partie de son travail philosophique, et dont traite, entre autres, sa thèse de doctorat. J'avoue que j'étais prise de court par ce jugement, et ceci pour diverses raisons. Non seulement, Couloubaritsis m'avait donné les clés pour lire précisément certains textes d'Aristote — et je ne vous cache pas le plaisir qu'a provoqué en moi la lecture des textes concernés — il m'avait aussi appris comment la philosophie, loin d'être ennuyeuse et cloisonnée, loin d'être signe de mort, peut être une pratique de vie, une pratique qui ouvre aux rapports multiples et passionnants entre l'homme et le monde, une pratique qui, à chaque époque, élucide, épuise et reconstruit ces rapports. La philosophie de Couloubaritsis est une philosophie qui est plein d'appels, qui vous entraîne sur les multiples chemins de la vie et vous éloigne de l'ennui, de la mort. En tant que philosophie "engagée", elle chemine à chaque fois, comme Couloubaritsis le dit très bien, "entre l'homme *et* le monde qu'il édifie".

Alors, les grands philosophes sont-ils toujours ennuyeux ?

Vous vous imaginez la situation hasardeuse dans laquelle je me trouve: je suis devant la tâche honorifique de mettre au défi le jugement de Couloubaritsis. Ce que je me propose donc de faire ici, est de relever la moitié du défi, en vous présentant le parcours authentique et exceptionnel d'un éminent spécialiste de la philosophie antique et médiévale, d'un penseur, d'un grand philosophe, donc, et de vous laisser le soin de découvrir tout à l'heure, ou à la lecture de ses nombreuses publications, la part de vérité dans l'autre partie du jugement, c'est-à-dire, celle concernant l'ennui mortel des grands philosophes.

Lambros Couloubaritsis est né en 1941 dans l'ex-Congo Belge. Après avoir fait des études secondaires en Grèce, il retournera au Congo, pour y travailler dans le commerce. La connexion avec la Belgique semble

s'être faite à travers le Congo, puisqu'après ce séjour, il décide, en 1962, de commencer des études universitaires chez nous. Il obtient une candidature en chimie à Liège et une licence en philosophie à l'Université Libre de Bruxelles. Puis, en tant qu'assistant à l'Université de Mons, il prépare sa dissertation doctorale en philosophie, sur la "Métaphysique d'Aristote". Nous sommes en 1976. Après cette date, Couloubaritsis accumule, d'abord comme assistant, puis comme professeur à l'U.L.B., les enseignements en philosophie ancienne et médiévale, en métaphysique et en anthropologie culturelle. Il sera professeur visiteur dans diverses universités étrangères, dont l'Université de Bourgogne, et l'Istituto Italiano per gli Studi Filosofici de Naples. Il publiera plusieurs livres, traductions et collections, et établira ainsi sa renommée internationale. Je peux mentionner ici son premier livre sur Aristote, *L'avènement de la science physique* (Bruxelles, Ousia, 1980), celui sur Parménide, *Mythe et philosophie chez Parménide* (Bruxelles, Ousia, 1986), et puis, le livre pour lequel il a reçu le Prix Gegner de l'Académie des Sciences morale et politiques de France, *Aux origines de la philosophie européenne. De la pensée archaïque jusqu'au néoplatonisme* (Bruxelles, De Boeck, 1994). Mais il nous attend encore avec une *Histoire de la philosophie ancienne et médiévale*, importante publication préparée pour Grasset, qui paraîtra au courant de 1998. Couloubaritsis est de plus rédacteur en chef de la *Revue de Philosophie ancienne*, ainsi que de la collection *Cahiers de philosophie ancienne*. Il a organisé et participé à de nombreux congrès sur des thèmes issus de la philosophie ancienne et contemporaine.

Mais qu'est-ce qui fait, dans cette vie productive et foisonnante, la grandeur et l'originalité du philosophe Couloubaritsis ? En situant brièvement quelques-unes de ses publications, je veux essayer de montrer les points forts et la cohérence de sa philosophie.

L'étude sur la métaphysique d'Aristote mène à un premier livre, intitulé *L'avènement de la science physique*. Loin de s'y limiter à l'analyse d'une oeuvre et d'une époque — approche sans doute plus traditionnelle en histoire —, l'auteur entend élucider, à travers le statut de la science chez Aristote, les racines *métaphysiques et ontologiques* de la science moderne elle-même. Il se propose de montrer la proximité profonde entre la physique d'Aristote et la métaphysique occidentale, et de mettre en lumière ainsi

la possibilité d'une science moderne. En montrant que la science moderne s'est développée de manière proportionnellement inverse à la physique d'Aristote, Couloubaritsis sera mené à se poser des questions autour du destin de la pensée occidentale. Il soulignera à cet égard que "la proximité et l'éloignement entre physique d'Aristote et physique moderne devient un problème fondamental de l'histoire de notre civilisation, de notre propre historicité".

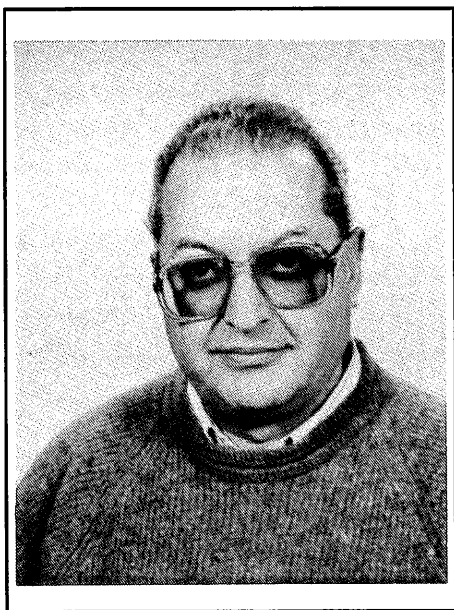
Il apparaît donc, à travers cette étude historique, que Couloubaritsis vise à comprendre les rapports possibles entre l'homme et le monde, rapports anciens, modernes, actuels. Il porte toujours un double regard sur l'Antiquité et le monde Contemporain. Aussi, il devient clair que l'histoire de la science fait pour lui partie de cette large histoire philosophique. Il s'agit de montrer quels accents métaphysiques et ontologiques ont été déterminants dans ces histoires entrelacées.

Tout en gardant la même option sur l'histoire, l'étude sur Aristote ouvrira pour Couloubaritsis d'autres horizons. Elle aboutira à l'analyse du *mythe*. Dans son livre sur Parménide (*Mythe et Philosophie chez Parménide*), dans plusieurs études consacrées à ce sujet, et surtout dans le livre passionnant que je vous conseille avec empressement, *Aux origines de la philosophie européenne*, il développe une nouvelle conception du mythe, ainsi qu'une nouvelle façon de voir le passage du mythe à la raison. Loin de la miraculeuse naissance de la philosophie à travers l'installation d'un type de réflexivité qui lui serait propre, loin du dépassement pur et simple du mythe par la raison, son analyse vise à montrer comment le mythe a toujours unifié, à partir de schèmes régulateurs, l'expérience humaine. En cela, le mythe est une pratique, caractérisé par un type de rationalité. Le mythe donne sens à l'expérience humaine, il est "de l'ordre du sens". Par conséquent, il s'agit de comprendre les pratiques du mythe, qui n'ont pas cessé dans la philosophie ancienne, médiévale et même moderne. Il s'agit également de comprendre comment la transmutation du mythe s'accomplit à travers les schèmes régulateurs. Il s'agit de comprendre la naissance de la philosophie et la réflexivité qui lui est propre à travers les pratiques du mythe. Pour ce genre d'analyse, Couloubaritsis se caractérise comme un "structuraliste dissident", cherchant à éclairer les méthodes de déchiffrement et de décodage du mythe.

Ces analyses mèneront l'auteur à reprendre les questions métaphysiques et ontologiques dont il était parti. Il observera que le mythe échappe aux données propres de l'ontologie, telle qu'elle a été établie par la pensée européenne, comme étude de l'Etre. Le mythe suppose d'autres structures, telles l'unité, la multiplicité, la différence, ... que Couloubaritsis décrit comme appartenant à une autre métaphysique, celle de l'Un et du Multiple, ou en d'autres mots, celle de l'hénologie. D'où sa thèse que la métaphysique occidentale ne se limite pas à l'ontologie (en tant qu'étude de l'Etre), mais concerne également l'étude de l'Un et du Multiple. Le texte qui illustre le mieux cette idée est "La métaphysique s'identifie-t-elle à l'ontologie", publié dans *Herméneutique et ontologie. Hommage à Pierre Aubenque* (R. Brague et J.P. Courtine (eds.), Paris, PUF, pp. 297-322).

Retour à Aristote, ou élargissement de la façon traditionnelle de prendre ce philosophe comme point de référence pour l'ontologie ? Dépassement de la métaphysique, ou élargissement de la métaphysique ? Telles sont les questions que l'auteur aborde aujourd'hui, en trouvant sur son chemin des penseurs actuels — tels Heidegger et Axelos, philosophes du dépassement de la métaphysique, ou Derrida et Deleuze, philosophes de la différence.

Vous voyez, je l'espère, comment se joue, à travers l'oeuvre historique de Couloubaritsis, le sens de la philosophie. C'est une philosophie qui ouvre des mondes, qui cherche dans les interstices de la pensée la multiplicité des rapports entre l'homme et le monde. C'est une philosophie qui ne recule pas devant l'expérience humaine, telle qu'elle s'est manifestée à travers les siècles, avec ses visages multiples, familiers et étrangers. C'est une philosophie qui, structurellement, réserve une place à de nouvelles interprétations. Dans ce sens, c'est une philosophie généreuse et vivante.



LE STATUT DU MYTHE DANS L'HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE

Lambros Couloubaritsis

1. Introduction

Dans ses cours consacrés à la *Philosophie de la mythologie* (1828/1846)¹, F.W. Schelling indique que le titre “philosophie de la mythologie” avait fait scandale à l’époque. Or, dit-il, le genre mythologique existe bien et il est étudié d’une façon empirique à son époque. Il observe même, non sans quelque perspicacité, que ce n’est pas “nous” qui avons installé la mythologie, mais c’est la mythologie qui “nous” a installé dans la perspective dans laquelle nous l’appréhendons. C’est pourquoi il se propose comme objet de réflexion l’étude philosophique de la mythologie. Mais pour éviter une analyse fondée sur des “faits isolés”, interprétés d’une façon arbitraire, il propose de l’étudier comme s’auto-expliquant selon une *historicité* véritable qui se confond avec la *scientificité* historique. D’après Schelling, cette “historicité véritable” consiste à découvrir la cause génétique inscrite dans l’objet même et qui serait, de ce fait, “objective”. Une fois cette cause établie, “il faut en quelque sorte renier ses idées propres, préconçues ; il ne faut plus que suivre alors l’objet dans sa genèse”.²

Partant de telles prémisses et fidèle à l’esprit romantique de l’idéalisme allemand, Schelling propose une grande “théogonie”, une théogonie qu’il qualifie d’“effectivement réelle”, c’est-à-dire qui consiste en une “histoire des dieux”. Dans un langage qui n’est décryptable que par les philosophes initiés aux secrets de l’idéalisme allemand, consignés dans une conception qui met en œuvre une puissance immanente aux choses mais toujours en rapport avec la conscience humaine (c’est-à-dire notre subjectivité), il précise : “cependant, comme les dieux effectivement réels ne sont que ceux au fondement desquels se trouve Dieu, le contenu ultime de l’Histoire des dieux est l’engendrement, un devenir effectivement réel de Dieu dans la conscience, auquel les dieux se rapportent seulement comme les moments individuels qui l’engendrent”.³ Pour décoder ce langage énig-

matique, il convient de comprendre ici que pour l'idéalisme schellingien, d'une façon proche de celui de Hegel, quand on parle d'histoire de Dieu, il s'agit pour ainsi dire d'une histoire d'un principe objectif mais en tant qu'il est lié à la conscience humaine, non pas dans l'ordre d'une pure subjectivité (qui porterait à un enfermement sur soi, à un solipisme ou à un narcissisme), mais dans son rapport à cet *autre* qui la transcende (Esprit ou Nature), une transcendance qui n'est cependant rien sans la conscience humaine. Rassemblée dans une Entité, dans un Un, qualifié précisément de Dieu, Unité organique se déployant à travers la conscience humaine, cette auto-genèse est un périple conjoint de la conscience et de la Nature; elle doit être comprise comme étant pour ainsi dire une autobiographie de Dieu accomplie par une conscience humaine qui l'appréhende dans sa genèse. En ce sens, Schelling peut supposer que la mythologie archaïque n'est rien d'autre qu'une expression symbolique de cette destinée de la Nature, qu'on peut suivre dans sa genèse. Le devenir de la Nature apparaît ainsi comme le devenir de Dieu, son auto-engendrement par des figures individuelles (symbolisées par les dieux), lesquelles, en s'engendrant, engendrent Dieu lui-même. Tout se passe comme si toutes les choses de la Nature qui s'engendraient selon un ordre temporel, une histoire, ne manifestent qu'un seul Dieu immanent et polymorphe. Partant de là, Schelling peut composer ses *Âges du monde*, mais également parler de *polythéisme* dans son rapport au *monothéisme*. Derrière cette approche *théogonique* se profile en fait la théologie chrétienne de l'Incarnation du fils de Dieu, du Christ mondanisé par les théo-philosophes de l'idéalisme allemand, lesquels, dans le sillage des romantiques, cherchent à surmonter la coupure produite en Dieu, essentiellement transcendant, par l'Incarnation, qui rend ce même Dieu, dédoublé en Père et en Fils, puis en Fils et en Esprit-Saint, comme immanent au Monde. De ce point de vue, genèse du monde, mythologie archaïque et histoire de l'homme se rencontrent dans la Nature comme divine, éveillée par la conscience philosophique.

Bref, on découvre au cœur de la philosophie occidentale du 19^e siècle, non seulement que le mythe intègre la philosophie, mais que la philosophie aussi se déploie pour ainsi dire d'une façon mythique. À telle enseigne que Schelling évite de parler ici d'*allégorie*, laquelle constitue, à ses yeux, un discours qui illustre quelque chose selon un écart, une altérité irréductible, quoique rapprochée par des rapports sémantiques; il préfère parler de *tautégorie*, car, dit-il, les dieux sont pour la mythologie "des êtres

(Wesen) existant effectivement, qui ne sont pas quelque chose d'autre, qui ne signifient pas quelque chose d'autre, mais ne signifient que ce qu'ils sont".⁴ Leur seule référence commune est la Nature dont l'unité régit l'historicité.

Cette rencontre entre philosophie et mythe selon un mode où le mythe manifeste un type d'identification avec la genèse de la conscience du monde, exprimée par la théogonie, ne peut que troubler un lecteur habitué au discours philosophique argumentatif, lequel exclut le plus possible de références mythiques. Mais elle trouble aussi les exégètes des textes archaïques, antiques et médiévaux, nourris par d'autres références, et plus spécialement par celles que l'anthropologie contemporaine a établi au fil du temps. Il est vrai que Schelling meurt en 1854, c'est-à-dire plus de quinze ans avant les travaux de Tylor, qui amorcent les études ethnologiques contemporaines. Cela explique pourquoi sa façon de penser aura des répercussions directes ou indirectes dans le cours de la philosophie européenne. Même ceux qui ne sauraient s'accorder à une telle systématité, comme Nietzsche, en sont profondément marqués ou influencés.

Nietzsche, on le sait, fait état de "généalogique de la morale" et institue des mythes tels que celui de Zarathoustra. Son intérêt pour la tragédie grecque explique cette connivence profonde entre pratique du mythe et théorie du mythe. Pour tirer l'homme moderne de sa médiocrité, de son impitoyable contentement, Nietzsche cherche, par un exposé mythique, de lui ouvrir les voies de l'avenir. Déstabilisant la christianisation de la philosophie que l'idéalisme allemand semblait porter à son achèvement à travers l'immanentisme de Dieu, il propose, dans *Ainsi parlait Zarathoustra*, un poème philosophique, un mythe post-chrétien en revalorisant à une figure mythique pré-chrétienne et extérieure à la tradition judéo-hellénique, celle de Zarathoustra, à qui revient le rôle d'annoncer la mort de Dieu. Cette annonce "mythique" signifie aussi la mort de l'homme lié à Dieu, de cet homme soumis à l'idéalisme sous toutes ses formes, en vue de glorifier un homme nouveau, qualifié, on le sait, de surhomme.

Cette présence d'une pratique du mythe au moment de l'émergence de la philosophie contemporaine doit nous interpeller, car elle fait voir que la philosophie peut associer à sa pratique le mythe, comme cela ressort de son histoire depuis ses origines, et elle indique également que le christianisme a été envisagé, du moins à partir de la Renaissance, comme reflétant lui-même un discours mythique, même s'il est envisagé par les institutions

ecclésiastiques comme relevant d'une vérité révélée. Or, cette prise de position réfléchie, qui parvient à considérer désormais le mythe comme constitutif de la pensée et de la parole humaines, n'est pas le propre de la philosophie contemporaine, puisqu'on l'a trouvée déjà chez les penseurs néoplatoniciens païens, et plus spécialement chez l'empereur Julien dit l'Apostat, qui, dans son *Contre les Galiléens*, cherche à situer l'Ancien et le nouveau Testaments dans le champ du discours mythique, d'une façon analogue à celle que les penseurs chrétiens avaient envisagé la mythologie gréco-romaine, c'est-à-dire comme discours comportant des données mensongères et monstrueuses, illustrées surtout par toutes la sémantique de la violence.⁵ D'après Julien, tant les mythes gréco-romains que la mythologie judaïque recèlent, à travers les distorsions, une vérité cachée, issue du fond des temps (de la pensée chaldéenne ancienne), que le philosophe doit décoder et redresser. Ces constatations, auxquelles on pourrait en ajouter beaucoup d'autres, m'autorisent à amorcer ici une esquisse d'un thème extrêmement vaste qui atteste la présence du mythe dans l'histoire de la philosophie. L'ampleur du sujet rend impossible son traitement exhaustif et approfondi du sujet. Aussi mon seul but, dans cette communication, est d'éveiller l'intérêt pour cette question, en attendant des études plus appropriées.

Pour éclairer ce projet, je commencerai par une mise au point concernant la thèse du passage du mythe à la raison, qui domine notre vision de la philosophie, ce qui me conduira à éclairer le statut du mythe avant la naissance de la philosophie, en posant d'abord la question préliminaire pourquoi une pratique généalogique du mythe? Une fois ces questions préliminaires élucidées, je traiterai de la transmutation du mythe que les philosophes grecs ont accomplie, en relevant en même temps que la pratique archaïque du mythe n'a pas disparue, mais qu'elle s'est perpétuée dans le judéo-christianisme et dans le néoplatonisme païen. Je poursuivrai mon exposé par la question de l'éclatement du mythe chez Platon et son enfermement par Aristote dans sa *Poétique*. Je montrerai que cet enfermement n'a pas empêché une pratique du mythe dans la suite de l'histoire de la philosophie. J'illustrerai ce point en relevant la pratique du mythe dans le christianisme et dans la pensée gréco-romaine. Puis j'indiquerai le resurgissement du mythe au seuil de la Renaissance chez Pléthon, avant d'aborder des philosophes modernes qui pratiquent le mythe alors que leur pensée paraît échapper à cette forme de pensée. Je retiendrai les noms de Descar-

tes, Leibniz, Hegel, Quine et Rawls. Je finirai mon expose en abordant le retour au mythe chez Heidegger, à travers la question du Jeu du monde, pour montrer que ce retour s'accorde d'une certaine façon à la pratique traditionnelle du mythe, avec un changement profond, qui atteste une nouvelle pratique du mythe à l'époque de la technique, de la mytho-technique.

2. La question du passage du mythe à la raison

Aussitôt que nous introduisons le thème du mythe dans l'histoire de la philosophie, une première question surgit concernant le statut même de la démarche philosophique.⁶ D'autant plus qu'on s'est habitué à déclarer, un peu partout, que la philosophie est née en se détachant du mythe. On a même parlé de miracle grec et de passage du mythe à la raison — du *mythos* au *logos*.

Cette thèse justifie en fait une pratique qui situe les problèmes philosophiques dans le cadre d'une argumentation, en dehors de toute référence au mythe. De ce point de vue, l'histoire de la philosophie est l'histoire des problèmes et des notions philosophiques. Et c'est pourquoi, quand bien même ils traitent du Moyen Âge, les philosophes s'intéressent principalement aux problèmes et aux arguments, et mettent le plus souvent entre parenthèses l'arrière-fond mythique qui les régit et surtout la religiosité qui les détermine. Ils évitent ainsi, le plus souvent, à se référer d'une façon réfléchie à la question de la Trinité divine et à sa structure interne, ou encore à la hiérarchie angélique et à sa parenté avec la hiérarchie des dieux et des démons défendue par les penseurs néoplatoniciens, ainsi qu'au statut de l'Incarnation ou du Saint-Esprit. Ces problèmes sont souvent renvoyés à la théologie, comme si celle-ci n'était pas l'émanation de la philosophie, voire de la rencontre entre philosophie et mythologie traditionnelle. Ils sont envisagés comme s'ils n'avaient aucun intérêt philosophique. Pour beaucoup de philosophes, la question du mythe en tant que mythe est de l'ordre du religieux, et certains d'entre eux la considèrent comme une question appartenant davantage au domaine de l'anthropologie culturelle ou de l'histoire des religions qu'à celui de la philosophie.

D'autre part, certains penseurs, qualifiés souvent d'anthropologues ou d'historiens de la religion (tels Cassirer, Lévi-Strauss ou Vernant) ont une formation philosophique, ce qui se ressent fortement dans leur façon

d'interpréter les faits. Paradoxalement, certains d'entre eux (Claude Lévi-Strauss et Jean-Pierre Vernant) ne se réclament pas de leur formation philosophique, comme si celle-ci pouvait disqualifier leurs propos. En revanche, parmi ceux qui étudient les mythes en dehors de la philosophie, certains auteurs sont arrivés à des conclusions philosophiques majeures qu'ils assument indirectement, comme c'est le cas, par exemple, de Pierre Smith (un africaniste) et de Marcel Détienné (un helléniste) qui prétendent que le mythe n'existe pas comme genre, du fait qu'ils constatent, non sans quelque pertinence, que les multiples formes narratives témoignent d'une confusion permanente. Leurs réflexions sont d'un intérêt incontestable, ne serait-ce que parce qu'elles ont permis un renouvellement de la réflexion sur le mythe.

Toutes ces données, auxquelles on peut ajouter beaucoup d'autres, révèlent que le débat concernant la méthode philosophique et ses rapports à l'étude des mythes demeure en retrait et attend encore le moment d'une prise en charge plus décisive par les philosophes. Pour ma part, dans l'effort que je déploie depuis un peu plus de quinze ans pour valoriser ce domaine de la recherche, je crois avoir montré que les malentendus résident, avant tout, dans l'usage que nous faisons de la thèse du passage du *mythos* au *logos*. Sans revenir à ce travail, je retiendrai néanmoins les axes principaux des conclusions auxquelles je suis arrivé à la suite d'approches qui cherchent à circonscrire davantage la pratique du mythe que sa théorisation abstraite.⁷

Il apparaît d'abord que le terme de "mythe" est fort confus, car en grec *mythos* signifiait, au début, la parole dans un dialogue et nullement un récit. Au point que lorsque ce terme commence à prendre un sens plus technique, par exemple chez Hérodoté et Pindare, les quelques références que ceux-ci retiennent lui confèrent le sens de "fable". Paradoxalement, le terme utilisé pour faire état de "récit" est le terme *logos*, de sorte que Hérodoté se permet d'indiquer que même Ésope, le producteur de fables, est un producteur de *logoi*, un *logopoios*. Il apparaît ainsi clairement qu'il ne s'est jamais produit un passage du *mythos* au *logos* mais il s'est accompli un passage d'une pratique du *logos* à une autre pratique du *logos*, d'un type de parole et de raison à un autre type de parole et de raison. Partant de là, j'ai pu montrer que la façon archaïque de déployer le *logos* se produit à travers l'usage du *katalegein*, lequel met en œuvre un discours selon une succession et dont le mode le plus manifeste est celui des catalogues (*ka-*

talogoï). Nous avons ainsi des catalogues de bateaux chez Homère, mais nous avons surtout un type de discours catalogique universel, à savoir la pratique généalogique sous diverses formes : théogonies, cosmogonies, anthropogonies, zoogonies....

Le genre généalogique, comme d'ailleurs le catalogue homérique des bateaux, met en jeu deux types de discours parallèles : la topologie et la mythologie. Le premier de ces discours renvoie aux lieux, tandis que le second se rapporte aux différents types de narration qui interviennent pour promouvoir une figure lors du déploiement généalogique. C'est ainsi que le catalogue des bateaux chez Homère fait état des différents lieux de la Grèce d'où sont originaires les matelots et leurs chefs, mais renvoie aussi aux généalogies des rois et aux narrations dont ils font l'objet. Les épopées d'Homère amplifient l'axe topologique et l'axe mythologique au détriment de l'axe généalogique, tandis que la théogonie et le mythe des races chez Hésiode appuient davantage le développement généalogique, sans négliger pour autant les références topologiques et mythologiques. En d'autres termes, tout discours généalogique s'associe à des lieux et, pour chaque figure ou race généalogiques, il se lie à un type de narration (paroles, récits, légendes, contes, proverbes, hymnes, etc.). Il s'ensuit que l'on peut qualifier de mythe la conjonction de ces trois types de discours généalogie, topologie et mythologie. Cette rencontre est d'autant plus riche qu'elle ne fait pas état seulement de choses visibles mais également de choses invisibles (dieux, démons, morts...). Il y a d'ailleurs mythe lorsque le discours exprime cet enchevêtrement entre visible et invisible.

Dans ce contexte, une ordonnance de l'invisible devient aussi possible, ce qui paraît fécond lorsqu'on étend le schème de la parenté aux dieux, aux puissances infernales, mais aussi à l'univers. Un redressement de l'ordre généalogique permet d'établir une hiérarchie dans le réel, hiérarchie exprimée par la narration mythique en tant qu'elle manifeste le partage du pouvoir et des fonctions du monde. C'est ainsi que chez Hésiode, le premier dans l'ordre hiérarchique est le dernier-né dans une famille de dieux fondamentaux (Ouranos, Cronos, Zeus), tandis que clans l'Orphisme, chez Platon, dans le néoplatonisme et dans le christianisme, le même rôle est joué par le premier-né. Nous découvrons là une clé de décodage importante qui, nous le verrons, permet d'éclairer des textes où les références généalogiques sont présentes, sans qu'il soit question nécessairement d'une genèse réelle.

3. Le statut du mythe généalogique

En partant de telles constatations, j'ai autrefois défini le mythe comme un discours complexe concernant une réalité complexe où s'enchevêtrent le visible et l'invisible, et se déployant selon un schème régulateur (la parenté) et en fonction d'une logique particulière — dominée non pas par les principes d'identité et de non-contradiction, mais par le principe d'ambivalence qui relie des termes opposés en vertu d'une complémentarité. L'explicitation de cette logique et la problématique d'un possible redressement du mythe pour le décoder, m'ont conduit, dans la suite, à réfléchir davantage le statut de la narration et son degré de vérité. Or, Hésiode nous apprend, au début de sa *Théogonie*, que les Muses qui inspirent le poète reconnaissent qu'elles mentent, qu'elles disent des mensonges conformes aux choses expérimentées et s'accordent à la vérité seulement lorsqu'elles le souhaitent. Par "choses expérimentées", il faut entendre, par exemple, la parenté, la violence, le cheminement, l'amour et d'autres expériences humaines de ce type qu'on rapporte non seulement aux hommes, mais aussi aux dieux, sans que cela corresponde nécessairement à la réalité. Dire que les dieux sont nés n'est pas nécessairement exact lorsqu'on constate qu'aussi bien Homère qu'Hésiode, quand ils parlent de leur naissance, les considèrent en même temps comme des choses qui sont perpétuellement (éternellement) dans le présent. Que le mythe situe au cœur de son déploiement la distorsion et le mensonge, cela est confirmé par plusieurs textes anciens ultérieurs, et plus spécialement par des textes de Platon, par exemple le *Phédon*⁸ où, après avoir décrit les pégrinations de l'âme après la mort, il y est dit que seul un insensé peut croire à la littéralité d'un tel récit, la seule vérité étant celle de l'intention qui régit la narration, en l'occurrence la pertinence d'une thèse qui défend l'immortalité, voire l'éternité de l'âme. Ce type de discours se tient aux antipodes de celui de Schelling. Sa manifestation la plus spectaculaire, on la trouve dans le célèbre passage du livre VI de la *République* où Platon. Se référant en effet au schème de la parenté, Platon qualifie le Soleil de fils, rejeton ou progéniture (*ekgonon*) du Bien⁹, alors même qu'il considère, un peu plus loin, que le Soleil est inengendré en tant qu'il est un dieu.¹⁰ Cette apparente contradiction, qui dénote une logique de l'ambivalence, peut être décodée dès lors qu'on discerne le caractère invisible du Bien et le caractère visible du Soleil. Le schème de la parenté rend en fait, d'une part, ce lien entre visible

et invisible et, d'autre part, le rapport hiérarchique entre le Bien (père) supérieur et puissant et le Soleil (fils). Cette structure du premier-né que Platon découvre dans l'Orphisme, qui s'oppose à la tradition hésiodique, se tient également au cœur de la tradition judéo-chrétienne. L'*Exode* fait état de premier-né sur plusieurs plans (animaux, les enfants égyptiens, le fils du pharaon, etc.), ce qu'on retrouve autrement, d'abord, chez un penseur juif hellénisé, Philon d'Alexandrie, qui considère le Logos comme étant l'image visible de Dieu invisible et en même temps son premier-né, et, ensuite, dans le christianisme paulinien à propos du Christ, image et premier-né de Dieu, origine de la création et en même temps premier-né parmi les morts.¹¹ Ces différentes pratiques de la parenté reflètent une autre approche du rapport entre visible et invisible, avec dans le cas du judaïsme traditionnel et du christianisme, la possibilité d'un rapport avec la mort, sur lequel j'aurai l'occasion de revenir. Cette rencontre entre différentes pratiques généalogiques trouve son point culminant dans un texte de Plotin.

En effet, Plotin nous a légué une formulation du mythe qui rassemble à la fois la nécessaire implication de la distorsion dans la pratique du mythe et le sens du mythe comme partage et hiérarchisation des étants, grâce auxquels nous pouvons établir les voies de son possible redressement. "Il faut, dit-il, que les mythes, s'ils sont vraiment des mythes, fractionnent dans le temps ce qu'ils portent au discours, et séparent les uns des autres beaucoup d'êtres qui sont ensembles mais se distinguent par leur rang et leur pouvoir, là où les récits expriment par des naissances successives des êtres inengendrés, et séparent les êtres qui sont ensembles. Et une fois qu'ils nous ont instruits comme ils le peuvent, ils consentent que celui qui a réfléchi rassemble aussitôt les éléments séparés".¹²

Ce texte nous révèle donc que le mythe fractionne et temporalise selon un ordre de succession qui dit d'une façon engendrée des choses qui sont inengendrées (dieux et démons), et lesquelles sont ensembles dans le réel, réparties selon un ordre et des fonctions. Cela signifie que le mythe fait voir la partage du monde, et notamment le partage des pouvoirs et des fonctions des étants invisibles et visibles. À quoi Plotin ajoute qu'une fois qu'il a éclairé cette réalité complexe, grâce au fractionnement des divers éléments et leur temporalisation, on peut redresser les choses qui sont mise en ordre sur un axe généalogique, et reconstituer les choses selon l'ordre réel. Comme je l'ai montré dans plusieurs de mes études, nous découvrons ici un témoignage le plus extraordinaire qui nous permet de décoder tous

les discours généalogiques, y compris ceux du judaïsme et du christianisme. Même le schème de la violence, que l'on rencontre dans la plupart des mythes, présente une fonction importante, car les divers modes de la violence, y compris la ruse et l'ironie, en tant que puissances du faible, éclairent le partage du monde. Les schèmes de cette sorte, et plus spécialement la parenté, apparaissent ainsi comme des schèmes régulateurs, qui forment une unité transcendante, unificatrice de l'expérience humaine. Cela montre que la question de l'Un et du Multiple est ancrée au cœur du mythe, comme si l'hénologie régissait, non seulement l'ontologie, mais aussi la pratique du mythe, lui assurant des assises métaphysiques.¹³

Face à cette question, je ne peux résister au plaisir de citer ici un texte de Sigmund Freud qui entrevoit quelque chose d'analogue, lorsqu'il traite de la notion de "conception du monde" (*Weltanschauung*). "Je crois, dit-il, qu'une conception du monde est une construction intellectuelle capable de résoudre d'après un unique principe tous les problèmes que pose notre existence. Elle répond ainsi à toutes les questions possibles et permet de ranger à une place déterminée tout ce qui peut nous intéresser. Il est bien naturel que les hommes tentent de se faire une semblable représentation du monde et que ce soit là un de leurs idées. La foi qu'ils y ajoutent leur permet de se sentir plus à l'aise dans la vie, de savoir vers quoi ils tendent et de quelle façon ils peuvent le plus utilement placer leurs affects et leurs intérêts".¹⁴

Le texte est remarquable, car il met en évidence non seulement la nécessité d'une unité régulatrice (d'ordre transcendantal), mais aussi l'adhésion à ce qui est déployé par le discours. Ce dernier point, que je laisse ici entre parenthèses, est essentiel pour comprendre le rapport de l'homme au monde sur le plan de l'affectivité et des certitudes. En revanche, je retiendrai l'idée selon laquelle une conception du monde est "une construction intellectuelle", car elle rencontre l'intention de mon analyse du mythe depuis quinze ans, et peut expliquer pourquoi les philosophes, comme nous le verrons, font usage du mythe, même lorsqu'ils l'écartent comme objet pertinent de réflexion. S'il est vrai que, chez Freud, la question du rapport de l'homme au monde n'est pas indépendante de l'action de la jouissance et des situations s'organisant autour des rapports *généalogiques* (parents - enfants), elle n'est pas moins tributaire de l'intelligibilité que l'homme consent à accorder à ce rapport. Cela montre que la psychanalyse a bien discerné le statut d'une pratique du mythe autour du schème

de la parenté, qu'ell a le plus souvent intériorisé. Mais quoi qu'il en soit, l'important est de retenir cette constatation de Freud, selon laquelle l'homme tend à rapporter ses expériences à un principe régulateur de sa vision du monde.

Or, nous avons vu qu'au cœur de la philosophie du 19^e siècle, à l'époque où les philosophies des Lumières et de la Raison avaient fait leur chemin, au moment aussi où le monde de la technique, sous sa forme industrielle, se développe, Schelling et Nietzsche n'ont pas hésité à revenir à la question du mythe, voire à une pratique du mythe. Or, les deux thèmes que j'ai retenus a leur sujet, la pratique *généalogique* du mythe (pour l'un, sous le mode théogonique et, pour l'autre, sue le plan moral) et le problème de Dieu, c'est-à-dire l'*identification* de Dieu à la Nature (Schelling) et la *mort* de Dieu (Nietzsche), ne sont pas innocents, car ils constituent peut-être l'*horizon* qui éclaire la question du mythe en tant que mythe. Ce qui me paraît étrange dans cette rencontre entre l'usage d'un schème et la mort, c'est qu'on rencontre, dans l'histoire de la pensée, une étrange mise en valeur de la mort, par exemple, avec Achille, Socrate et Jésus, sans oublier notre époque, où Heidegger réinstaure une pratique du mythe à travers la poésie, alors même qu'il comprend l'homme en fonction de la question de la mort comme sa suprême possibilité.

4. Transmutation et éclatement du mythe

Depuis longtemps j'ai lié, dans mes travaux, l'origine de la pratique généalogique et la question de La mort. Ce lien me paraît décisif, car il reflète le fait que la mort est comprise par les peuples archaïques comme le passage du vivant dans l'invisible. Or, l'accumulation des morts dans l'invisible oblige le narrateur d'en rendre compte en les situant selon leur histoire, leur succession généalogique (un catalogue), en leur associant, par surcroît, leur lieu d'origine, leurs fonctions et leurs exploits. À ce titre, la question de la mort n'est pas indépendante de celle de la glorification dans cette vie ou par la mort. Pour se glorifier, Achille doit mourir, tout comme Ulysse doit tuer les prétendants pour réaliser sa propre gloire, après une éclipse de plusieurs années à travers des chemins qui l'ont sans cesse porté aux confins de l'oubli ou de l'anéantissement. Cette glorification des figures culturelles intègre même le discours philosophique, à travers

l'ambivalence du terme grec *doxa*, qui signifie à la fois "opinion" et "gloire". Une opinion peut en effet glorifier celui qui l'énonce.¹⁵ C'est dans un contexte de cet ordre qu'il faut situer la critique des sophistes, lesquels visent, à travers un débat et une joute oratoire, la victoire par la mort symbolique de l'adversaire. Cette victoire permet de réaliser la gloire (*doxa*) de l'agent du discours, par l'entremise de l'opinion (*doxa*). Le cas de Socrate, ce sophiste qui trahit la sophistique, est plus intéressant encore, puisqu'il affirme ne rien savoir et ne cesse d'ironiser, alors même qu'il est, par une sorte d'ironie, glorifié par Platon au nom d'une philosophie du savoir. Or, cette glorification de Socrate, Platon la réalise en exploitant admirablement sa condamnation et sa mort, d'ailleurs relattées aussi bien l'une que l'autre, d'une façon réaliste, dans l'*Apologie*, le *Criton* et le *Phédon*. En situant Socrate au cœur de ses dialogues, Platon réussit un coup de maître qui porte sa propre opinion à l'ordre d'une promotion dont nous constatons encore aujourd'hui l'ampleur et l'effet psychologique qu'elle produit. Toutefois, le cas sans doute le plus impressionnant, dans l'histoire de la philosophie, est celui du Christ dont la mort sur la croix pour racheter l'homme du péché originel, réussit à accomplir la gloire de Dieu, — ce qui intègre le Christ dans l'historicité.

Dans tous ces cas, comme dans beaucoup d'autres, on doit relever l'importance de la violence, réelle ou verbale, qui s'accompagne d'une mort et qui suscite aussitôt la glorification par la mort. L'intérêt, à mes yeux, de la dialectique du maître et de l'esclave chez Hegel (dont le caractère mythique ne doit pas être dissimulé)¹⁶ tient dans le fait que le philosophe allemand refuse qu'au terme de la lutte entre deux figures, deux mois, le perdant subisse la mort. Il préfère lui conférer le statut d'esclave, grâce auquel il peut, à travers le travail, réaliser sa promotion. Cette autre façon d'envisager la mort rend possible une forme d'historicité et fait voir, par contraste, que la mise en valeur de la mort porte le mort au premier plan, du moins symboliquement, intégrant la mémoire collective, comme cela peut arriver aussi dans le cas des martyrs. Le sens philosophique de ces différentes options reste encore à penser, alors que son importance pour le statut de la mythification politico-culturelle est centrale encore dans notre civilisation.¹⁷ Chez Nietzsche, le registre d'analyse est encore plus abstrait, car c'est la mort de Dieu qui est annoncée mythiquement, avec comme visée la glorification, non plus de l'homme, mais plutôt celle d'un homme nouveau, à travers la figure du surhomme. En revanche, Heidegger situe la

mort comme le projet propre de l'homme exprimant son essence même, et donc ses multiples rapports au monde. Ce que Foucault s'approprie lorsqu'il situe la mort de l'homme comme reflétant l'anéantissement et l'effacement du "sujet".

Nous découvrons ainsi, à travers l'usage que la philosophie fait de la mort, une historicité étrange, mais aussi fascinante, qui marque une différence de traitement entre, d'une part, l'Antiquité et le Moyen Âge et, d'autre part, la modernité et le monde contemporain qui prend le relais. Mais nous découvrons, en même temps, derrière cette question, des ouvertures vers une découverte d'une pratique du mythe également dans la pensée moderne et contemporaine. Ces indices prendront un visage plus concret dans le paragraphe suivant, lorsque j'affronterai directement la pratique du mythe par les philosophes modernes et contemporains. Mais pour arriver mieux préparés à ce point du parcours où la pratique du mythe se perpétue, il nous faut commencer par le début et suivre rapidement l'itinéraire suivi par la pensée grecque dans les multiples transmutations du mythe généalogique. Car, si au fil de cet itinéraire historique où plusieurs chemins s'entrecroisent, l'on peut repérer la perpétuation de la pratique du schème de la parenté tant dans le platonisme que dans le judéo-christianisme, il faut reconnaître que la question de la mort ne se tient pas toujours au premier plan. Dans sa prolifération, la pratique du mythe crée d'autres références, la plus importante étant celle du savoir, avec comme point de départ, la soumission que Parménide accomplit du schème de la parenté à celui du chemin.

En effet, comme je l'ai établi dans une étude circonstanciée¹⁸, l'originalité de Parménide réside dans le fait qu'il prend le savoir comme objet de sa réflexion philosophique, en mettant en œuvre un mythe fondé sur le voyage d'un jeune homme vers une divinité qui lui apprend le tout du savoir, y compris les opinions (*doxai*) des adversaires et le chemin du non-savoir. Pour exprimer cette destination et les multiples chemins (ceux qui mènent à destination et ceux qui n'y arrivent pas), il introduit le schème du chemin (*hodos*). Nous découvrons là l'origine de la notion de "méthode" — le terme *met-hodos* étant introduit par Platon et Aristote pour préciser les modes de cheminements en vue de réaliser le savoir. Cette première transmutation du mythe généalogique est suivie à la même époque environ, par d'autres, notamment par celle accomplie par Empédocle, lequel, pour expliquer la genèse et la mort à partir du mélange et la séparation de quatre

entités (terre, eau, air, feu) constitutives des quatre éléments de la physique traditionnelle jusqu'à l'époque moderne, introduit les schèmes de l'amour et de la discorde. Platon va plus loin encore, puisque dans le mythe cosmogonique du *Timée*, il introduit le schème de l'artisan (*démourgos*), dans la mesure où il conçoit le monde à partir d'un Bien suprême et par la présence d'une Providence divine. Le schème de l'artisan permet d'explicitement cette option philosophique, car il représente l'artisan comme contemplant la Bien, grâce auquel il peut réaliser les choses selon ce principe, tout en confrontant son action à une réalité peu maîtrisable (la *chôra*), opposée au *logos*. Ailleurs, dans le *Politique*, il varie l'usage des schèmes, en introduisant le schème du tissage, dont le rôle technique et politique lui permet d'ébranler la pratique politique traditionnelle, du type pastoral, au profit d'un système politique fondé sur la division du travail.¹⁹

Cette succession de pratiques des schèmes, exprimant la transmutation du mythe, ne doit pas dissimuler le fait qu'avec Platon, qui ne cesse d'appliquer le mythe selon plusieurs schèmes et plusieurs pratiques différentes (allégories, tautologies, mythes eschatologiques...), se réalise en même temps l'éclatement du mythe. Avec lui le mythe devient fonctionnel, comme élément d'une argumentation produite au fil d'un dialogue, et toujours adapté à ce qui est recherché, à ce dont il est question. Cette fonctionnalité du mythe n'aménage cependant pas son lien à une intention philosophique, voire idéologique. Observons que Platon n'utilise plus, comme le font encore Parménide et Empédocle, le genre poétique pour exprimer sa pensée; il propose un genre nouveau, le dialogue, qui présente l'avantage de pouvoir intégrer plusieurs genres narratifs en même temps, y compris le mythe et l'argumentation. S'il est vrai que le dialogue lui-même est institué d'une façon en quelque sorte mythique, il forme néanmoins une structure qui s'écarte de la narration mythique, souvent succincte et limitée, que Platon utilise avec une maîtrise incomparable. Comme les mythes qu'il façonne s'accordent à ce dont il est question, pour faire voir quelque chose de précis, le plus souvent l'usage du mythe permet de mettre en rapport des choses qui, à première vue, sont séparées, voire incompatibles. Par exemple, le célèbre mythe de la caverne parvient à réunir, dans un seul récit, la réalité totale, l'éducation et l'action politique. La réalité totale est représentée par le monde sensible avec le Soleil (la caverne et le feu interne qui éclaire les choses), le monde intelligible (la réalité extérieure à la caverne) et le Bien (le Soleil) ; l'éducation est exprimée à travers les prisonniers

qu'on libère et qu'on conduit péniblement hors de la caverne ; et l'action politique est introduite grâce au retour dans la caverne des prisonniers, devenus libres, pour libérer leurs anciens compagnons de captivité. Seule une narration mythique est capable de réunir autant de plans et de structures différents dans un seul récit. C'est sans doute par cette qualité que s'impose le mythe avec tant de succès chez certains philosophes du passé. Mais il y a une autre raison également qui confirme sa valeur : le fait qu'il fait voir l'invisible et met aussi en évidence, quand il le faut, des questions concernant l'origine ou les situations limites — domaines où l'argumentation ne trouve pas toujours les éléments suffisants pour s'articuler. Cette richesse de la pratique du mythe permet d'apercevoir que les philosophes anciens ne se sont pas toujours contentés de la mythologie ambiante pour se l'approprier, comme l'ont fait le plus souvent les tragédiens ; ils se sont appliqués le plus souvent à produire eux-mêmes des mythes.

C'est sans doute cette rencontre (ou si l'on veut, cette confusion) qui a poussé Aristote à repenser les différents types de discours et à intégrer le mythe dans un lieu bien circonscrit, qui est celui de la *Poétique*, au point de renoncer définitivement à écrire des dialogues, comme l'a fait son maître. Que les dialogues d'Aristote n'aient pas eu la même destinée que ceux de Platon doit avoir un sens philosophique, qui n'est pas étranger à ce tournant de sa pensée. Cette prise de conscience de la nécessité de fonctionnaliser les différentes formes narratives, afin de rendre possible un discours qui soit le plus adéquat à exprimer les choses telles qu'elles sont, les étants, constitue un événement majeur de notre culture, puisqu'elle a permis l'instauration d'une science de la nature.²⁰ Par ce nouveau type de discours, que l'on qualifie de discours apophantique parce qu'il fait voir les choses selon le mode de leur vérité, Aristote a ouvert une voie à la pensée et un témoignage d'historialité pour l'histoire de la pensée européenne et occidentale, qui fonde sa capacité d'instaurer les sciences. En même temps, par cette démarche et la confiance qu'il accorde à d'autres types de discours, tels la rhétorique et la poétique, le Stagiritique fait aussi voir que le discours mythique peut être utilisé en fonction d'autres visées. La tragédie, par exemple, apparaît ainsi comme un discours qui vise à réaliser deux types de passion parmi toutes les passions possibles : la crainte et la pitié.²¹ Cette selectivité peut être assumée par d'autres arts, comme la comédie, l'épopée, le dithyrambe, etc.

La clarification du langage entreprise par Aristote, reprise et réa-

ménagée par les stoïciens qui pratiquent l'allégorie, et par les épicuriens qui l'évitent, n'empêchera pas la philosophie de retrouver, en chemin, des multiples pratiques du mythe. Même des penseurs aussi hostiles à la tradition mythico-religieuse que Lucrèce, se permettent d'utiliser le genre poétique et de faire usage de multiples figures mythiques.²² Cela explique une résurgence, à l'époque romaine, des enchevêtrements entre discours philosophiques et discours mythiques, théorisés par des philosophes, comme Cicéron, Plutarque, Apulée ou Varron.

On s'en doute, aujourd'hui où la question du mythe est encore occultée par la philosophie, toutes ces pratiques du mythe peuvent paraître mineures une fois qu'on les compare avec le judéo-christianisme, dont la pensée se réfère sans cesse aux récits mythiques de l'Ancien et du Nouveau Testaments. Or, une fois intégrés à la question du mythe, les textes qui en font état, mais aussi les analyses théologiques qui les fondent, prennent un tout autre relief, qui éclaire mieux qu'auparavant l'histoire du christianisme et les conflits christologiques, pneumatologiques et trinitaires qui ont marqué son destin. Par exemple, la conjonction dans la Trinité du schème de la parenté, concernant le Verbe (Fils), et du processus de la procession du Saint Esprit, réunit, au point de vue de l'histoire du mythe, le judéo-hellénisme au néoplatonisme, dont le caractère principal se résume autour de la notion même de procession. Bien plus, la procession, en l'occurrence du Saint-Esprit, est considérée comme procédant uniquement du Père ou du Père et du Fils (*filioque*) selon les traditions chrétiennes qui s'y opposent (orthodoxie et catholicisme), tout en conduisant l'homme chrétien à deux formes de rapport de l'homme au monde, l'un plus spirituel, l'autre plus mondain, dont les conséquences historiques sont encore peu évaluées par les philosophes.²³ Mais par ce biais, nous sommes une fois encore conduit au platonisme et à son histoire, en tant que source de la question de la "procession".

La pratique du mythe dans le néoplatonisme doit être, me semble-t-il, envisagée à partir du texte de Plotin que j'ai cité ci-dessus, où il apparaît que la narration généalogique doit être redressée en un système hiérarchique. C'est ainsi que déjà dans la pensée de Plotin, la succession généalogique entre Ouranos, Cronos et Zeus se rapporte à la hiérarchie des trois hypostases régies par la procession et la conversion : l'Un, l'Intelligence et l'Âme. Dans la suite, depuis Porphyre, Jamblique, l'empereur Julien et Saloustios, jusqu'à Damascius et au-delà, il apparaît que sous l'influence

de la dialectique qui multiplie les élucidations philosophiques, tant le plan de l'Un que sur celui de l'Intelligence, marquent une surprenante évolution, qui aboutit à un système hiérarchisé où les dieux traditionnels de la mythologie (forme inférieure de mythologie) sont intégrés dans une structure divine plus étendue, dans laquelle les fonctions divines sont principales. Deux modèles me suffiront à illustrer cette perspective : celui de Proclus (6^e siècle) et celui de Pléthon (15^e siècle).

Chez Proclus la succession des ordres divins à partir de l'Un (Dieu suprême) ineffable, se déploie comme suit : hénades principales, trois triades des dieux intelligibles (plan de l'être), trois triades de dieux intelligibles et intellectifs (plan de la vie), deux triades des dieux intellectifs et septièmes divinités (plan de l'intellect), dieux hypercosmiques, dieux encosmiques, âmes universelles et êtres supérieurs (anges, démons, héros), puis seulement les âmes humaines. Sur le plan de l'intellect, la distribution des dieux s'accomplit selon l'ordre suivant : intellect pur (Cronos), vie intellectuelle (Rhéa), intellect démiurgique (Zeus) qui met en jeu une hiérarchie de dieux, notamment Poséidon, Pluton... Héphaïstos, etc. Cet ordre divin explique en fait les divers phénomènes de l'univers, en tant que ces dieux sont principes, y compris principes des actions humaines.

Quelques années après la mort de Proclus, sans doute sous l'influence de son disciple Damascius, le christianisme reprendra cette conception en la transfigurant sensiblement. C'est ce que réalise Pseudo-Denys l'Aréopagite, qui récupère les triades divines dans une hiérarchie de triades angéliques, qui constituent la référence angélogique permanente du christianisme, qu'on trouve encore chez saint Thomas d'Aquin. À Byzance, Nicéas Stéthatos développe cette structure de la hiérarchie angélique en éclairant également l'ordre ecclésiastique, dans son traité *De la hiérarchie*, qui se place dans la droite ligne de la pensée de Denys. La correspondance entre hiérarchie ecclésiastique la hiérarchie céleste s'articule comme suit : évêques / dominations, prêtres / vertus, diacres / puissance, sous-diacres / principautés, lecteurs / archanges, moines / anges. La sagesse reçue par l'activité de déification produit l'union avec les puissance céleste, l'homme pouvant devenir angélique ou divin après la mort. Nous atteignons là un point culminant de la pratique chrétienne du mythe qui s'accorde, jusqu'à un certain point, à la pratique gréco-romaine du mythe.

Cette perpétuation de la pratique du mythe dans le christianisme peut expliquer pourquoi, au 15^e siècle, Pléthon, lorsqu'il se sépare du

christianisine, plus spécialement du christianisme aristotélicien qui pénètre à Byzance sous l'impulsion des philothomistes (Grégoire Akindinos, Dimitrios et Prochoros Kydonès, Georges Scholarios Gennade), il revient à la pratique néoplatonicienne du mythe, dans le but de restaurer le néoplatonisme hellénique. Il conçoit les dieux comme symboles des idées actives, principes des choses. Mais à la différence de Proclus, il revient à une position plus proche de celle de l'empereur Julien, en situant Zeus au sommet de la hiérarchie, conçu comme autoproducteur, voire comme produisant son propre Un, son propre Être et son propre Bien. Puis il étale les hiérarchies divines des Olympiens, enfants légitimes de Zeus, gouvernés par Poséidon et Héra, et les dieux du Tartare, enfants illégitimes de Zeus, gouvernés par Cronos et Rhéia. La légitimité et l'illégitimité apparaissent ici comme des critères de hiérarchisation et de fonctionnalité. L'ensemble de cette réalité inférieure à Zeus forme le monde supracéleste des Idées actives, en souvenir manifestement du *Phèdre* de Platon, qui cependant situait Zeus dans l'orbe Céleste. Cette région est occupée, chez Pléthon, par Hélios et Sélène, ainsi que par les démons. Quant à l'homme, composé d'une âme éternelle et d'un corps, il se tient dans la limite entre le monde céleste et le monde du devenir. Son rôle est de réaliser la plénitude de la réalité sensible par l'action politique et la production (notamment les œuvres techniques). Par cette dernière thèse Pléthon se place bien comme le premier penseur de la Renaissance, celui qui amorce une première forme d'humanisme, mais un humanisme encore fort marqué par la théologie. Celle-ci s'affirme surtout sur le plan des dieux de l'Olympe, enfants légitimes de Zeus, qui expriment les différents principes régissant le monde et la pensée. Ainsi Apollon symbolise le principe d'identité, Artémis, Hépaistos, le repos, Dionysos, l'automotricité et l'élan, Athéna, le mouvement hétérogène, Atlas, le mouvement des étoiles, Tithon, le mouvement des planètes, etc. Nous découvrons ainsi une rencontre étrange entre les figures mythique de la tradition hellénique et leur généalogie avec l'ordre des principes. Pléthon n'hésite pas de parler ici de "distorsion" pour exprimer la dimension mythique de la pensée, que le philosophe doit redresser par la dialectique.²⁴

5. La pratique du mythe dans la philosophie moderne et contemporaine

Pour marquer la présence du mythe dans la philosophie moderne, le meilleur exemple me semble Descartes, le penseur auquel on attribue généralement l'esprit rationnel le plus strict. Dans la première partie du *Discours de la méthode*, il dit que son dessein n'est pas d'enseigner la méthode que chacun doit suivre pour bien conduire sa raison, mais seulement de *faire voir* comment il a conduit la sienne "ceux qui se mêlent de donner des préceptes se doivent estimer plus habiles que ceux auxquels ils les donnent, et s'ils manquent à la moindre chose, ils en sont blâmables. Mais ne proposant cet écrit que comme une histoire, ou, si vous l'aimez mieux, que comme une fable, en laquelle, parmi les quelques exemples qu'on peut imiter, on en trouvera peut-être aussi plusieurs autres qu'on aura raison de ne pas suivre, j'espère qu'il sera utile à quelques'uns, sans être nuisible à personne, et que tous me sauront gré de ma franchise".²⁵

Cette prise de position lucide de Descartes n'étonne que parce que nous occultons les dimensions mythique dans la philosophie. Le cas de Leibniz me semble encore plus remarquable, car c'est par le célèbre mythe de Sextus qu'il achève l'argumentation difficile et serrée de sa *Théodicée*, grâce auquel il peut illustrer la compatibilité entre Providence divine et liberté humaine.²⁶

En effet, l'idée qui ressort du récit mythique est que si Dieu, grâce à sa toute-puissance, décide de modifier le destin de telle ou telle personne, il doit en même temps modifier la nature du monde qu'il a créé selon le principe du meilleur monde possible, produisant en même temps un autre monde qui serait inférieur. Le monde actuel, étant comme l'unique sommet d'une pyramide à base infinie, l'unique monde parfait parmi l'infinité des mondes possibles, l'homme est certes tel qu'il est de toute éternité, mais l'est aussi parce qu'il est libre dans ses choix, et ceux-ci ne sauraient être modifiés, sans perturber l'ensemble de l'édifice, donc aussi la liberté des autres. À ce titre, la toute-puissance divine n'est pas un obstacle à la liberté humaine, car elle s'accorde avec le Bien. Il s'agit là d'une question qui a traversé tout le Moyen-Âge, mais qu'aucun penseur avant Leibniz n'a réussi à faire voir ses multiples facettes. Or, on peut douter que sans l'illustration façonnée par le mythe, l'argumentation aurait pu rendre suffisamment clair ce que Leibniz cherche à établir. En ce sens, le mathémati-

cien et le logicien a compris la valeur d'une pratique que l'homme a employé depuis qu'il pense. Un approfondissement de l'analyse du mythe chez Leibniz pourrait faire voir également l'importance de la question de la mort dans les choix que l'auteur a fait pour composer son mythe. C'est là un point qui nous ramène une fois encore au statut du mythe et à son rapport avec la mort.

Nous l'avons vu, la mort est l'un des points qui régit également l'analyse de Hegel dans le mythe du maître et de l'esclave.²⁷ Ou plus exactement, Hegel est l'un des premiers penseurs à écarter la mort comme lieu d'un jugement, situant, à travers une opposition, la possibilité d'un changement qui aboutisse au renversement de la figure initiale. Ainsi, si à travers la lutte entre deux figures fictives et anonymes, le vainqueur soumet le vaincu à l'esclavage, c'est par son travail que ce dernier s'objective et réussit peu à peu à prendre conscience de ses possibilités, en arrivant, en définitive, à renverser le maître. Comme on le sait, Marx n'a pas manqué de transposer ce mythe dans la structure de la société, réalisant en quelque sorte une structure mythique à travers l'histoire humaine.

Nous découvrons ainsi quelque chose d'analogue à ce qui s'est accompli avec la structure généalogique du mythe, laquelle, bien qu'elle ait été toujours portée sur le plan purement mythique, a pourtant subi une forme de réalisation à travers le christianisme, où le Fils de Dieu s'est incarné et a été crucifié. Cette réalisation possible du mythe peut être également décelée à travers la technique, laquelle avait aussi été utilisée, à travers le schème de l'artisan, tantôt sur le plan du mythe (Platon) et tantôt comme mode de production de Dieu (le christianisme). Or, cette question de la technique, abordée sous toutes ses formes, nous conduit à la philosophie contemporaine, aussi bien à celle qui affronte le problème de la technique, comme le fait Heidegger, que celle qui utilise une technique argumentative rigoureuse, fondée sur une logique éprouvée.

Dans *Le mot et la chose*.²⁸ Quine utilise le mythe, lorsqu'il analyse l'origine de la traduction. Pour faire voir le statut d'une traduction radicale, il façonne le mythe de l'anthropologue sauvage qui, arrivé à un endroit où il ne trouve aucun traducteur, se voit obligé de constituer une traduction de ce qui est dit par les indigènes. Le procédé est d'autant plus remarquable qu'il met clairement en évidence quelque chose que l'argumentation ne saurait faire voir par elle-même. Cependant, il faut reconnaître que Quine ne réfléchit pas sa pratique du mythe comme étant mythique, mais la com-

prend comme hypothèse de travail, comme un postulat. Nous découvrons ainsi les limites d'une pratique qui aussitôt occulte son statut véritable. Plus exactement, nous atteignons un carrefour de la pensée qui requiert un travail de réflexion plus approfondi, que nous ne pouvons engager en cet endroit. D'autant plus que d'autres exemples rejoignent cette situation insolite, comme celui de Rawls, clans sa *Théorie de la justice*²⁹, qui situe l'équité, non plus comme Aristote, dans le redressement de la loi et l'achèvement juste d'une action, mais dans l'origine même de l'idée d'égalité. Rawls comprend cette situation comme une position originelle d'égalité, qu'il illustre par le mythe du voile d'ignorance, grâce auquel il fait voir que si l'homme ignore tout de ses désirs, de ses intérêts, de ses préoccupations et de ses soucis, il peut arriver à fonder une position d'égalité originaire. Cette position n'est pas à comprendre, selon Rawls, comme étant une situation historique réelle, encore moins comme une forme primitive de culture. Il faut plutôt la comprendre comme étant "*une situation purement hypothétique*, définie de manière à conduire à une certaine conception de la justice". Une fois encore la pratique du mythe rejoint l'analyse par hypothèse.

La question demeure donc ouverte, car elle porte le soupçon sur toutes les pratiques par hypothèses, suscitant aussitôt une aporie fondamentale qu'il faudra aborder un jour de plus près. En revanche, on peut constater qu'il existe, dans la pratique contemporaine du mythe, des positions plus franches, où le mythe est réinvesti de pensée. C'est notamment le cas de Heidegger, qui analyse la technique moderne comme achèvement de la métaphysique et défend la possibilité d'un dépassement de la métaphysique à travers un nouveau rapport de l'homme aux choses, régi par la proximité. La réalisation de celle-ci est interprétée par Heidegger à travers la consistance existentielle de la poésie, qu'il rapporte à quatre références constitutives du Monde, qualifiées de Quadriparti, à savoir le Ciel, la Terre, les divins et les mortels, dont l'unité est toujours rassemblée en chaque chose.

La réflexion heideggerienne concernant cette fulgurance du Monde est issue de son analyse de la technique moderne qui est tributaire, non plus des quatre causes aristotéliennes mais du *Gestell*, sorte d'échaffaudage préalable constitué par les enchaînements successifs ou simultanés qui, dans la production d'un objet technique, arraisonne en même temps le réel. Sans rejeter cette dimension du réel, Heidegger cherche à réaliser la

proximité moyennant un réinvestissement de la chose grâce au Quadriparti.³⁰ Pour prendre un exemple que j'utilise habituellement, on peut dire qu'une boîte d'aluminium contenant du thé, permet de mettre en relief, selon le mode de proximité, la provenance de l'aluminium à partir du boxite extrait des montagnes et travaillé ensuite selon des enchaînements industriels. De même le thé provient du travail agricole circonscrit à un endroit du globe. Sans oublier que l'eau tombé du ciel ou puisé dans les rivières, est lui-même travaillé par l'industrie avant d'atteindre le récipient. D'autre part, la soif manifeste la douleur de l'homme, dont la finitude témoigne de son caractère de mortel, alors que l'action de boire le thé pourrait avoir des rapports avec un sacré. La boîte en question rassemble ainsi en elle le Quadriparti dont le jeu ouvre à un espace-temps insolite sans rapport avec l'espace-temps de la physique. Par là Heidegger se permet d'articuler le Jeu du Monde, grâce auquel il peut circonscrire la pensée de l'appropriation accomplie par l'advenir de la *chose*, c'est-à-dire de ce qui refuse son caractère *d'étant*, car il manifeste une plus grande proximité pour l'homme grâce au Quadriparti. Heidegger illustre sa pensée par la poésie, laquelle assume en l'occurrence le rôle du mythe.

C'est ainsi que dans *Acheminement de la parole*, il reprend un poème de Georg Trakl, dans lequel le poète met en trois strophes une dimension existentielle de la vie, ce qui autorise Heidegger à faire voir le fond de sa pensée. Le poème décrit un soir d'hiver dans une maison où se prépare l'attente des voyageurs qui sont en voyage sur d'obscurs sentiers et qui arrivent à la porte. Sur les tables le pain et le vin sont prêts à les accueillir, alors qu'à la fenêtre la neige tombe et la cloche du soir de l'église sonne longuement. Les voyageurs qui ont souffert dans la neige, franchissent le seuil de la porte, et la douleur le pétrifie, alors qu'en même temps resplendit en clarté pure sur la table pain et vin. On s'imagine alors, en allant plus en avant que le poète le dit, comme un non-dit, que les voyageurs mangent, et lorsqu'ils sont partis il ne reste plus rien.

La façon d'expliquer le poème, ces choses qui mettent en jeu la terre, le ciel, le divin et les mortels permet à Heidegger de faire voir, grâce à la parole mythique, une proximité à l'égard des choses où le poème dit aux choses de venir au monde, et au mode de venir aux choses. Ces deux façons d'inviter sont certes distinctes, mais elles ne sont pas pour autant à part l'un de l'autre, car chacun passe à travers l'autre, selon un mode d'Unité qui se rapportent, en fin de compte à l'Unité propre du Quadriparti.

L'entre-deux produit une tendresse intense de l'intimité qui manifeste la Différence. Heidegger renvoie d'ailleurs ici au terme grec de diaphora, en indiquant que "l'intimité de la Différence est l'unissant de la *Diaphora*".³¹ Par là il introduit une nouvelle façon de penser la "différence", qui complète sa conception de la différence ontologique dans *Être et temps*, où la différence est envisagée à partir de l'être de l'étant propre au *Dasein*.

Ces multiples façons de déployer la différence situe sa pensée à l'origine des réflexions qui ont conduit aux philosophies contemporaines de la différence (Derrida, Lyotard, Deleuze, etc.). C'est dire qu'une nouvelle forme d'hénologie s'impose ainsi, mais qui accentue davantage le multiple à travers la polysémie de la "différence", fondant, du même coup, les conditions d'une diaphorologie. Mais l'originalité de Heidegger tient surtout dans la façon d'articuler l'Un et le Multiple, l'identité et la différence, en faisant appel au mythe. Non seulement la poésie fait voir les choses dans leur proximité selon une dimension existentielle réductible uniquement au Quadriparti, mais la parole elle-même suppose une provenance à partir de la Dite (*die Sage*), dont le sens allemand du terme renvoie à nouveau au mythe.

Nous découvrons ainsi comment le poème, lieu où le mythe déploie toute sa puissance, réussit à rassembler un ensemble de choses à premières vues sans rapport pour rendre possible une proximité entre l'homme et les choses. Nous retrouvons ici la pratique grecque du mythe. Bien plus, dans cette nouvelle pratique du mythe, c'est le schème du jeu qui se place au centre de la pensée, schème utilisé par beaucoup d'autres penseurs contemporains (Nietzsche, Fink, Axelos, Derrida, Deleuze, etc.).³² L'originalité de ce schème réside dans le fait qu'il s'oppose à tout finalité, et donc se tient aux antipodes du schème de la technique qui a amorcé le processus dont les cheminements ont abouti à la technique moderne. C'est d'ailleurs la connivence secrète entre la technique moderne comme achèvement de la métaphysique et la pensée et sa manifestation poético-mythique comme dépassement de la métaphysique qui assigne au jeu un rôle à une époque où les jeux comment les activités de l'homme, non seulement sur le plan du loisir, mais aussi du risque et d'un ensemble d'activités soumises au monde technico-économique. À ce titre, pour quelques penseurs contemporains, ce nouveau schème apparaît, consciemment ou inconsciemment, comme plus apte à réaliser le projet heideggerien de dépasser la métaphysique, compris comme achèvement de la

technique moderne.

Ainsi, par une sorte de paradoxe sur lequel on peut méditer longuement, une tendance importante de la philosophie contemporaine n'a pas hésité à s'engager dans la voie d'une sorte de pratique du mythe fort apparentée à celle des Anciens, mais en employant un schème absolument nouveau. Cette rencontre entre une époque où la philosophie n'était pas encore née et une époque, la nôtre, où elle espère amorcer de nouvelles tâches, met en relief une différence entre le passé et le présent, c'est-à-dire un entre-deux qui n'est autre que le lieu où se déploie notre historicité, donc aussi l'histoire de la philosophie. Celle-ci se découvre par là une énigmatique continuité, en dépit des multiples discontinuités qui régit ses innombrables cheminements, qui a conduit variablement la pensée jusqu'à nous. Les multiples pratiques du mythe que je me suis permis de relever, parmi beaucoup d'autres que j'ai passé sous silence, révèlent la densité de la pensée dans son histoire. Le *logos* apparaît ainsi aujourd'hui encore, comme à l'époque des origines, pluriel. C'est pourquoi il me semble qu'une étude sur la présence du mythe au fil du temps devrait éclairer les moments forts qui adviennent dans l'histoire de la philosophie, et en même temps faire apparaître sa richesse et sa complexité, qui correspondent en même temps à la richesse et à la complexité de notre propre pensée, de notre propre époque, où à la mythopoétique traditionnelle s'associe désormais, grâce à la technique moderne et contemporaine, une mytho-technique que nous n'avons pas encore suffisamment pensée.

Notes

1. Édités par son fils (Fritz) après sa mort. Une nouvelle traduction française de ce texte a paru récemment aux Éditions Jérôme Millon, coll. Krisis, Grenoble, 1994, avec une Préface de M. Richir et une Post-face de F. Chenet.
2. SCHELLING, *Philosophie de la mythologie*, tr. fr., p. 91.
3. *Id. ibid.*, pp. 198, 240-241.
4. *Ibid.*, pp. 195-196 ; 237-238.
5. Cf. L'EMPEREUR JULIEN, *Contre les Galiléens. Une imprécation contre le christianisme*. Intr., trad. et comm. Ch. Gérard,

Bruxelles, 1995. J'ai développé, dans la Postface, le «ens philosophique et politique de ce texte, où l'on trouvera un exposé également sur cette approche du mythe.

6. On peut trouver quelques éléments sur cette question dans ma conférence donnée sous le titre "La Philosophie et la question du mythe", au Théâtre-Poème, le 3 avril 1997, et reproduite dans les *Cahiers de Philosophie*, n° 9, du Théâtre-Poème.
7. Parmi mes études que j'ai consacrées à cette question, je rappelle cinq qui suffisent à éclairer mon propos : "Le caractère mythique de l'analogie du Bien dans *République VI*", *Diotima*, 12, 1984, pp. 71-80 ; "Le paradoxe du philosophe dans la *République* de Platon", *Revue de Métaphysique et de Morale*, 87, 1982, pp. 60-81; "Le statut transcendantal du mythe", dans *Figures de la rationalité*, éd. G. Florival, Paris - Louvain-la-Neuve, 1991, pp. 14-44; "Structure et genèse dans le mythe hésiodique des races", dans *Le Métier du mythe*, éd. F. Blaise et P. Judet de la Combe, Lille, 1996, pp. 475-518; "Statut mythique de l'affectivité et dialectique dans le *Phèdre*", dans *La voix et le phénomène* (Mélanges offerts à G. Florival), éd. R. Brisart et R. Célis, Bruxelles, 1995, pp. 33-65.
8. *Phédon*, 114 ass.
9. *Rép.*, VI, 508ass., 508bss.
10. *Ibid.*, 508a et 509b. Pour plus de détails, voir mon étude "Le caractère mythique de l'analogie du Bien dans *République VI*), déjà cité.
11. Voir mon livre *Aux origines de la philosophie européenne*, pp. 580-585 et 587-589.
12. *Enn.*, III, 5, 9, 24-27.
13. Voir les constatations parallèles que je relève à propos de la science dans ma communication sur "L'avènement de la science dans l'Antiquité et dans la Modernité", reprise également dans ce fascicule. C'est là un point de rencontre que je laisse ici entre parenthèses, mais qui permet déjà de voir l'orientation de mes recherches actuelles, qui visent à mettre en relief, à travers les multiples pratiques hénologiques, une rencontre entre divers disciplines, y compris celles qui paraissent à première vue opposées, comme le mythe et la science. Cette démarche n'a de sens que si l'on reconnaît que la métaphysique ne se réduit pas à l'ontologie, mais qu'elle concerne également l'hénologie, et aussi que l'hénologie peut opérer égale-

ment en dehors de l'ontologie, alors que jamais l'ontologie ne pourrait se débarrasser de ses présupposés hénologiques. Cf. mes études "La métaphysique s'identifie-t-elle à l'ontologie?", dans *Herméneutique et ontologie* (Mélanges offerts à P. Aubenque), éd. R. Brague et J.-F. Courtine, Paris, 1991, pp. 295-322 et "La question du jeu du monde", *Rue Descartes*, 18, 1997, pp. 51-85.

14. S. FREUD, *Nouvelles Conférences sur la Psychanalyse*, 1932, Gesamte Werke, XV, tr. fr. p. 208.
15. Je reviens longuement sur cette question dans mon *Histoire de la philosophie ancienne et médiévale* qui paraîtra aux Éditions Grasset.
16. Je reviens plus loin sur cette pratique mythique.
17. Où la mythification par la mort est encore fort présente. Il suffit de songer aux cas de Lumumba, de Kennedy, de Que Gevara ou de Diana.
18. Voir mon livre *Mythe et philosophie chez Parménide*, Ousia, Bruxelles, 1990² (1986). Une troisième édition est prévue pour 1998. On trouvera les détails de l'ensemble de cet itinéraire dans mon livre *Aux origines de la philosophie européenne. De la pensée archaïque au néoplatonisme*, De Boeck, Bruxelles, 1994² (1992).
19. Voir mon étude "Le paradigme platonicien du tissage comme modèle politique d'une société complexe", *Revue de philosophie ancienne*, 13 (2°, 1995, pp. 107-162).
20. Voir ma communication "L'avènement de la science dans l'Antiquité et la Modernité", dans ce fascicule même.
21. Voir mon étude "L'institution du langage chez Aristote", *Études phénoménologiques*, 17, 1993, pp. 51-69. Voir aussi S. KLIMIS, *Le statut du mythe dans la Poétique d'Aristote. Les fondements philosophiques de la tragédie*, Bruxelles, 1997.
22. On trouvera une analyse remarquable de cette question, dans le livre d'A. GIGANDET, *Fama deum. Lucrèce et les raisons du mythe*, Paris, 1998.
23. Je reviens à cette question dans le livre qui doit paraître aux Éditions Grasset, sous le titre : *Histoire de la philosophie ancienne et médiévale*.
24. mon étude "La métaphysique de Pléthon. Ontologie, théologie et pratique du mythe", dans *Images de Platon et lecture de ses œuvres*.

Les interprétations de Platon à travers les siècles, éd. A. Neschke-Hentschke, Louvain-la-Neuve, 1997, pp. 117-152.

25. Cf. DESCARTES, œuvres, Bibliothèque de la Pléiade, p. 127. Sur tout ceci, voir mon étude déjà citée, "Le statut transcendantal du mythe", *op. cit.*, pp. 37-38. Cf. J.-P. CAVAILLÉ, *Descartes. La fable du monde*, Paris, 1991.
26. LEIBNIZ, *Théodicée*, Partie III, pp. 405-417.
27. HEGEL, *La phénoménologie de l'esprit*, tr. fr. J. Hypollite, Paris, I, p. 158.
28. W.V.O. QUINE, *Le mot et la chose*, tr. Fr. P. Gochet, Paris, 1977, p. 60.
29. J. RAWLS, *Théorie de la justice*, tr. fr. C. Audard, Paris, 1987, pp. 38ss. et 168ss.
30. Cf. HEIDEGGER, *Essais et Conférences*, notamment les conférences sur "L'objet de la technique" et "La chose", Paris, 1958 (original allemand, 1954).
31. HEIDEGGER, *L'acheminement vers la parole*, Paris, 1979, p. 27 (original allemand, 1959).
32. Voir mon étude « La question du jeu du Monde », *Rue Descartes*, 18, 1997, pp. 51-85.

L'AVÈNEMENT DE LA SCIENCE DANS L'ANTIQUITÉ ET LA MODERNITÉ

Lambros Couloubaritsis

1. Introduction

Dans l'histoire de la pensée occidentale, les bouleversements dans le domaine de la science physique ont coïncidé, le plus souvent, avec des modifications importantes dans l'ordre de la pensée, et plus spécialement dans la façon dont l'homme façonne son rapport au monde. Or, on le sait, c'est Aristote, le premier, qui s'est appliqué à instaurer une véritable *science* de la nature, alors qu'avant lui les penseurs envisageaient la nature en tant que telle et en elle-même, en rapportant les choses multiples à des fondements ultimes. Les premiers sages de la Grèce ont rapporté les choses qui sont dans le présent (*ta eonta*) à des entités uniques (Eau, Air, Feu ou Apeiron), tandis que Parménide et les penseurs qui sont influencés par les critiques qu'il adresse à la pensée ionienne ont associé les phénomènes, les choses éphémères (*ta eonta*), à deux (Parménide lui-même), trois (Ion de Chios), quatre entités (Empédocle) ou à des particules ultimes en nombre illimité, qualifiées tantôt d'atomes (Leucippe et Démocrite) et tantôt de *chrēmata* (Anaxagore). Toutes ces approches ce sont formées sans une recherche plus poussée pour élucider le statut de cette fondation et les conditions du savoir, notamment les conditions de la scientificité de ce qui est énoncé.¹ Cependant, deux tentatives de constitution d'une forme de scientificité doivent être rappelées ici : d'abord, celle de Diogène d'Apollonie qui introduisit, entre le Divin, Intelligence providentielle, et les choses qui sont maintenant dans le présent (*ta eonta*), les choses qui sont (*ta onta*) et qui expriment, en vertu des principes d'identité et de ressemblance, une régularité, comme dans le cas du soleil qui se lève tous les jours ou des saisons qui se répètent au fil des années; ensuite, celle de Platon qui fonda les es-

sences (*ousiai*) en les manifestant selon le mode des Idées et des intelligibles, toujours identiques à elles-mêmes.

Après Aristote, il faudra attendre l'époque de Galilée, de Baliani et de Newton pour qu'une tentative aussi radicale soit amorcée, mais cette fois-ci contre la physique d'Aristote, instaurant une nouvelle physique, dont les conséquences pour le développement de la science moderne sont inestimables. Bien entendu, l'avènement de la science moderne ne s'est pas accompli directement contre la physique d'Aristote, dans la mesure où quelques penseurs de l'Antiquité et du Moyen Âge avaient déjà préparé le chemin. Il s'agit de Philopon, Buridan, Nicolas d'Oresme ou Guillaume d'Occam. Mais aucun de ces auteurs n'a proposé, avant Newton, une science physique nouvelle, apte à modifier radicalement notre rapport aux choses. C'est pourquoi, une fois que la physique moderne (newtonienne) s'est instaurée, les modifications ou les infléchissements proposés, notamment par la physique relativiste ne semblait pas bouleverser radicalement ses prémisses physiques. Pourtant, depuis un siècle, l'accumulation des infléchissements successifs et des mises au point répétées, notamment grâce aux apports de la physique des particules et de la thermodynamique, semblent nous conduire de plus en plus vers une situation nouvelle où de nouveaux changements se profilent à l'horizon de la pensée, dont le sens et la portée commencent à peine à s'esquisser aujourd'hui, au seuil du 21^e siècle. Cela montre une fois encore l'importance historique de chaque renouvellement dans l'étude de la nature pour le rapport de l'homme au monde.

Dans cette communication, je souhaite esquisser la façon dont Aristote a institué la "science physique", donc aussi des données propres à cette science qui détermineront la science jusqu'à la modernité. Je conduirai l'analyse de cette institution en fonction de trois axes de recherche : les conditions *historiques* (questions du monde, de l'espace et du temps), *logiques* (notamment l'application de la logique prédicative au "devenir") et *métaphysiques* (présupposés ontologiques mais aussi hénologiques) de son émergence. Grâce à ces trois axes de recherche, utilisés conjointement, seront circonscrits les éléments qui détermineront le cours de la physique européenne jusqu'à Galilée, Baliani et Newton, en particulier les problèmes du mouvement, du continu, du lieu et du temps, afin que puissent être mieux circonscrits les fondements nouveaux grâce auxquels s'est produite

la science moderne, tels que le principe d'inertie, l'espace homogène, le temps et l'espace absolus.

2. Structure dualiste du monde aristotélicien

S'il est vrai que, depuis l'origine de la philosophie, les Grecs ont proposé plusieurs modèles pour expliquer l'univers dans son ensemble, le modèle qui a dominé est celui des Pythagoriciens, repris et modifié par Aristote. Ce modèle présente un univers sphérique, inengendré et éternel, déployé selon une structure dualiste partagée suivant un lieu supérieur (le monde supralunaire) et un lieu inférieur (le monde sublunaire), impliquant deux systèmes de corps et de lois physiques. La limitation de l'univers est fondée sur l'idée qu'il est impossible que l'infini soit en acte bien qu'il soit possible d'être en puissance. Aristote insiste sur le fait qu'on peut penser un certain nombre de choses, mais cela n'implique pas nécessairement que ce qui est pensé soit ainsi en réalité. Il illustre ce point de vue par un exemple. Chacun de nous pourrait penser qu'il se multiplie de telle sorte qu'il croisse à l'infini, mais une telle pensée ne saurait être qu'accidentelle, car ce qui compte ce n'est pas ce qui est pensé de la sorte mais ce qui est réellement.² L'observation est importante, car elle permet de discerner pourquoi il est impossible, dans sa philosophie, qu'on envisage un espace infini, et moins encore un espace absolu, comme le soutiendra plus tard Newton. D'après Aristote, l'espace, désormais limité, se soumet au lieu, ce qui veut dire que c'est la délimitation du lieu qui rend possible une réflexion sur l'espace.

Or, le monde supralunaire est dominé par un corps parfait (éther) qui confère par sa nature même le mouvement premier, circulaire et continu, tandis que le monde sublunaire est le siège d'un devenir et de multiples mouvements associés à quatre substances (étances) (feu, air, eau, terre) et à leurs qualités, qui deviennent les éléments (*stoicheia*) des étants naturels soumis au devenir.³ Cette différence de nature s'accompagne d'un espace hétérogène irréductible, qui entraîne une conception du lieu comme étant "la limite immobile première du contenant".⁴ Pour chaque chose le lieu est délimité par le contenant premier et immédiat, ce qui met en œuvre une problématique possible de la continuité, indépendante de toute référence à

une sorte de vide. Le *lieu* ainsi compris garantit la continuité des choses dans l'univers; il se donne comme une sorte de *surface* manifestant toute forme d'espace. On peut déduire de là qu'il n'y a rien en dehors du Tout, car c'est le Ciel qui est "peut-être", dit Aristote, le Tout, toutes les choses étant situables à l'intérieur du Ciel. L'expression "peut-être", qui nuance son propos, conduit en fait à la possibilité d'une entité ultime, d'une étance suprême (Dieu) comme cause ultime du mouvement. Bien que cette question ne soit pas au cœur de la *Physique*, elle est néanmoins l'aboutissement de son argumentation qui s'achève par la nécessité du Premier Mouvant⁵ Immobile. Mais rien ne dit clairement comment se manifeste ce principe ultime, principe de continuité du mouvement de l'univers, c'est-à-dire de quelle façon il englobe les corps célestes. En l'occurrence, le lieu apparaît seulement comme quelque chose d'ultime manifestant la simultanéité du Ciel englobant avec les choses englobées par lui, sans une précision plus claire quant au statut véritable du Premier Mouvant Immobile et de son rapport au Ciel.⁶ Étant l'extrémité du Ciel, le lieu est "la limite immobile en contact avec le corps mobile, et c'est pourquoi la terre est dans l'eau, l'eau dans l'air, l'air dans l'éther, l'éther dans le Ciel, et le Ciel n'est dans rien d'autre".⁷ Or, pour Aristote, seul ce qui est mobile est dans un lieu, de sorte que tout corps se meut vers son lieu propre selon le principe que ce qui est consécutif ou en contact sans violence est apparenté, plus précisément, il est du même genre. Au point de vue cosmique, cela signifie que, si l'on sort du monde supralunaire pour se laisser conduire au domaine de ce qui lui est inférieur, le corps lourd se transporte naturellement vers son lieu propre, au centre de l'univers, en ce lieu central qui est la limite qui contient ce corps, tandis que le corps léger se transporte naturellement vers son lieu propre, au sommet de l'orbe, vers la limite qui contient le corps, limite enveloppante et qui atteint un lieu où le transport circulaire demeure toujours le même.

Cette structure dualiste de l'univers met également en jeu deux types de temps : pour le monde supralunaire, le temps est qualifié d'*aiôn* en tant que ce terme exprime le temps-de-vie de choses (vivantes) qui durent toujours (éternels) et qui sont manifestement les astres divins jouissant d'une vie élevée, alors que pour le monde sublunaire la durée est le temps proprement dit, c'est-à-dire *chronos*, défini comme "le nombre du mouvement selon l'antérieur et le postérieur".⁸ Aristote précise ce point plus loin en ajoutant qu'il est continu, "car il appartient à un continu"⁹ – ce continu

étant en l'occurrence le *mouvement* continu, rapporté, en toute dernière instance, au mouvement de transport circulaire, qui constitue le premier mouvement, le plus simple et le plus continu de tous les mouvements.

Après l'analyse du lieu, c'est donc l'étude du temps qui nous conduit, mais d'une autre façon, à la question du continu, nous rappelant une fois encore que la physique d'Aristote est une physique du continu. Cela se repercute plus essentiellement dans sa conception de l'*aiôn*, inaugurant, dans le sillage de Platon, une conception du temps-de-vie qui dure perpétuellement, – théorie que l'histoire de la pensée convertira en "éternité". La notion de temps-de-vie (*aiôn*) est peu développée chez Aristote¹⁰, tout comme est peu analysée la notion de temps-propice (*kairos*)¹¹, pourtant l'une et l'autre utilisées par la pensée grecque avant lui¹². En revanche, la notion de temps proprement dit (*chronos*) couvre une bonne partie du livre IV de la *Physique*. Cette différence de traitement s'explique par le fait qu'Aristote cherche à instituer une théorie scientifique du temps, en approfondissant le temps au sens de *chronos*, selon une perspective qui l'associe étroitement au mouvement. Or, c'est bien en tant qu'attributs ou accidents essentiels du mouvement qu'il aborde le lieu et le temps. Cela porte le mouvement au premier plan de sa physique et en même temps révèle que son étude tient compte des conditions logiques de sa pensée, puisque les notions d'attribut et d'accident essentiel équivalent à l'un des quatre prédicables, à savoir le propre – les trois autres étant la définition, le genre et l'accident. Cela suffit à montrer que la physique d'Aristote instaure sa scientificité, non pas, comme on l'a soutenu traditionnellement, d'une façon empirique (P. Duhem, A. Mansion, etc.) ou par une analyse du langage (W. Wieland), mais bien par une application de sa logique.

C'est bien ce point de vue que j'ai défendu, en 1980, dans mon livre *l'Avènement de la science physique*¹³ où j'ai établi l'institution de la scientificité en partant de deux prémisses fondamentales de sa pensée : l'étant se dit de plusieurs façons (notamment selon les catégories) et l'étance (*ousia*) est sujet ultime de toute prédication. Ces deux prémisses se tiennent au fondement de sa logique (prédicative) et de sa métaphysique. Mais, entre-temps, plus précisément en 1983, j'ai publié une étude sur l'Être et l'Un chez Aristote¹⁴ qui m'a permis de montrer le caractère central de la notion d'Un dans sa pensée, l'Un étant considéré comme étant la *mesure* de toutes choses. Par là il m'est apparu qu'Aristote s'opposait aussi bien à la thèse de Protagoras selon laquelle l'homme est la mesure de toutes choses qu'à

celle de Platon qui situe Dieu comme mesure de toutes les choses. Sa position m'a paru bouleverser les données de l'étude de la nature, dans la mesure où la plupart des notions qu'il utilise, comme le continu, le consécutif, le contact, l'antérieur et le postérieur, les contraires, etc. appartiennent à la problématique de l'Un et non à celle de l'Être, et mettent en œuvre les références philosophiques pour l'établissement des conditions d'une scientificité. Cela signifie que les conditions d'instauration de la science physique sont plus complexes que je ne l'avais soupçonné au début. C'est cette complexité que je vais présenter ici, pour faire voir en même temps le sens du renversement de la physique d'Aristote accompli par la physique moderne.¹⁵ Autrement dit, je souhaite faire voir que si la physique moderne s'est effectivement accomplie par la désontologisation de la physique d'Aristote, comme je l'avais indiqué dans la première version de mon livre, cette nouvelle physique n'est pas moins tributaire de la métaphysique, non pas tellement parce qu'elle se réfère encore à Dieu chez Newton (donc à la théologie), mais plutôt parce qu'elle conserve encore ses assises hénologiques. C'est la raison pour laquelle j'illustrerai ce point de vue en me référant non seulement à Newton, mais aussi à Leibniz qui s'est opposé à Newton dans son débat avec Clarke.

3. Prémisses pour l'institution d'une science physique

Dans le *Philèbe*, Platon rejette la possibilité d'une science du devenir¹⁶, bien qu'il reconnaisse qu'il est possible d'établir quelques arts, tels la grammaire ou la musique, en liant à l'Un et au Multiple l'infini et le fini, pour réaliser une mesure.¹⁷ D'après lui, il ne peut exister de science véritable que pour les étants éternels et intelligibles, caractérisés par l'immobilité. Or, le devenir et le mouvement sont instables et ne peuvent être maîtrisés par la dialectique scientifique. Ils ne sauraient avoir d'autre statut que celui de l'opinion (*doxa*). L'originalité d'Aristote tient dans le fait qu'il utilise ces données du platonisme pour les appliquer aussi bien à la genèse de choses produites selon l'art qu'à la genèse des étants naturels. D'autre part, la méthode qu'il emploie n'est plus celle d'une dialectique scientifique, mais d'une dialectique réfutative qui s'appuie sur les opinions (*doxai*), plus exactement sur des énoncés comportant quelque valeur et des considé-

rationes (*endoxa*) qui s'achèvent par l'application d'une méthode philosophique positive productrice d'un savoir.¹⁸ Dans le cadre de cette méthode, Aristote propose de nouvelles prémisses pour l'étude des étants naturels en devenir et en mouvement, qui sont les suivantes :

1. Les étants par nature, soit tous, soit une partie d'entre eux se meuvent.
2. Les références ontologiques pour analyser la nature sont deux: l'étant (*ton*) a plusieurs sens et l'étance (*ousia*) est sujet (*hypokeimenon*) ultime de toute prédication.
3. Les références hénologiques sont également deux: l'Un a plusieurs sens et il se manifeste selon quatre modes: le continu, le singulier, l'universel et le tout.

Il propose une analyse plus exhaustive de ces modes de l'Un dans le livre Iota de la *Métaphysique*. De ces analyses, il ressort qu'aux modes de l'Un, il convient d'associer les modes du multiple, par exemple associer au continu, le consécutif ou l'antérieur et le postérieur, et au tout, les parties, etc. L'intervention de ces nouvelles données dans mon analyse, négligées non seulement par les interprètes de la pensée d'Aristote, mais également par moi-même dans la première édition de mon livre (alors qu'elles sont clairement indiquées au livre I de la *Physique*), m'oblige de prolonger davantage ici l'analyse de cette troisième prémisses en fonction de ce qui est dit au livre Iota de la *Métaph.*, afin de mettre en valeur un arrière-fond métaphysique important de la pensée d'Aristote que la science moderne n'est pas parvenue à écarter.

L'Un qui se dit de plusieurs façons peut être en fait reparti en quatre rubriques principales qui concernent "tout ce qui est dit primordialement et en soi, et non par accident". D'autre part, le premier mode de l'Un est le *continu*, soit dans le sens absolu ou simple, soit dans le sens de ce qui est au plus haut degré nature. Cela inclut surtout le transport circulaire par lequel Aristote explique le mouvement des sphères célestes, en opposition avec les modes d'unité impliquant un lien extérieur ou un contact. Analysés en *Phys.* V, 3, les modes parallèles au continu sont le "simultané", le "contact" l'"intermédiaire", le "consécutif", le "contigu", etc.; ils mettent en jeu différents modes de la multiplicité. Le continu apparaît comme leur mesure véritable à partir de laquelle on peut les expliquer en s'y référant comme l'unité la plus haute. Aristote opère de cette façon lorsqu'il rapporte à un terme premier selon d'autres modes de l'Un, un ensemble de processus, de phénomènes ou de notions. Par exemple, les processus natu-

rels, comme l'épanouissement d'une plante ou la chute d'un corps sont dominés par la continuité, alors que les cinq doigts de ma main forment une unité d'une multiplicité qui se déploie selon le mode de la consécuitivité. Les nombres suivent également le même procédé d'énumération suivie mais discontinue, tandis que les points d'une ligne sont plutôt contigus. Il n'empêche que dans tous ces cas, le continu selon le mouvement circulaire constitue la mesure ultime, donc l'unité, l'Un comme mesure, même si la *Métaph.*, dans un dernier sursaut au livre Lambda, découvre une continuité plus essentielle encore, celle de la pensée divine, comme pensée de la pensée. Bref, le premier mode de l'Un se réduit au continu et ouvre en même temps à une constellation de situations, où l'unité prend plusieurs sens selon que la multiplicité s'enrichit. C'est dans cette rubrique que l'on peut également inclure les problématiques des opposés, des contraires, de l'antérieur et du postérieur, etc., par lesquelles Aristote poursuit son étude dans le livre Iota, mais qu'on trouve également dans le livre Delta 10-11 du même traité.

Le deuxième mode de l'Un est le Tout. Il présente comme sens premier, et donc comme unité de mesure, la spécificité (*eidōs*) et la forme (*morphē*), lorsque celles-ci sont envisagées selon ce qui est naturel et en dehors de toute violence. En revanche, une chose collée, clouée ou liée forme une unité où la multiplicité des parties subvertit l'indivisibilité propre à l'Un au sens strict du terme. Grâce à ce mode, Aristote réussit, en *Métaph.* H, à instaurer, moyennant la notion de différence, les structures catégoriales sans recourir à l'analyse du langage – qu'on trouve dans le traité des *Catégories*. Différentes situations où les parties s'organisent selon une forme (*morphē*) sont envisageables en fonction des catégories. D'autre part, Aristote fait voir qu'entre un étant naturel et un étant fabriqué on même une épopée et un tas de sable, se forment divers types d'unité, ce qui le pousse à situer la mesure du côté de ce qui est naturel, qui renferme la cause de la continuité par son épanouissement. À la limite, cela peut conduire à nouveau la mesure ultime du côté du continu comme un plus. D'où une première conclusion : "ainsi, dit-il, en un sens l'Un est le continu et le tout".¹⁹

Cette position permet de voir une fois de plus pourquoi la physique d'Aristote est une physique du continu, opposée à celles d'Anaxagore ou de Démocrite. Mais un autre cas important ressort de la problématique du tout et des parties; il s'agit du statut des éléments (*stoicheia*). Le livre Del-

ta, 3 de la *Métaph.* met en effet en jeu des concepts qui tous appartiennent à la perspective hénologique: "On appelle élément, dit-il, ce à partir de quoi se compose le premier constituant immanent, indivisible spécifiquement en une autre spécificité. Par exemple les éléments de la voix sont les éléments qui composent le son, éléments ultimes en lesquels il se divise, mais qui ne se divisent plus en d'autres sons spécifiquement différents, et même s'ils se divisent, les parties sont spécifiquement semblables, comme une partie de l'eau est de l'eau, tandis qu'une partie d'une syllabe n'est pas une syllabe".²⁰ En l'occurrence, le tout et les parties comme modes de l'Un sont liés à la division et à l'indivisible qui forment le cadre méthodologique où l'Un et le multiple marquent leur règne, et sans lequel il n'y aurait rien à dire ni à penser. C'est pourquoi, nous le verrons, cette perspective sert également à instaurer les principes de la physique, grâce à l'apport du *Philèbe* de Platon. En cet endroit, il est utile d'insister davantage encore sur la complémentarité entre approches ontologique et hénologique. Ce qu'Aristote qualifie d'éléments (terre, eau, air, feu) sont en effet des étants, ou plus exactement des étances. Celles-ci ne deviennent des éléments que lorsqu'elles sont des parties d'un tout, comme dans le cas des homéomères (chair, sang, os...). Ces derniers sont eux-mêmes des parties d'un tout sur le plan des anhoméomères (les organes, tels le cœur, l'estomac...). L'unité propre de l'étance ainsi constituée, comme achèvement de ce processus d'unification, atteste un mode de l'Un différent, à savoir la *spécificité*, par exemple celle de l'homme constitué par l'ensemble de ces parties. C'est pourquoi une nouvelle conclusion s'ensuit qui complète la conclusion précédente ("ainsi en un sens l'Un est le continu et le tout"): "et en un autre sens, ce serait la chose dont la formulation est une, et telle est celle dont la pensée est une, et qui est indivisible. Or, est indivisible ce qui l'est spécifiquement et numériquement. Numériquement est en fait indivisible la chose particulière, et spécifiquement celle qui est connaissable et celle qui est connaissable scientifiquement ; de sorte que serait première la cause de l'unité des étances".²¹ Cela nous insère d'emblée dans les deux derniers modes de l'Un.

Nous venons de le voir, le troisième et le quatrième modes de l'Un sont déjà inclus dans ce qui précède, et qui met en valeur le particulier et l'universel, comme l'indique la conclusion, qui récapitule les quatre modes de l'Un concernant ce qui est indivisible: il y a, d'une part, l'unité selon le mouvement et, d'autre part, l'unité selon la pensée et la formulation défini-

tionnelle.²² Ici encore, comme dans le cas de la continuité, on pourrait rapporter l'ensemble des modes de la connaissance soit à l'intellect, tel que cette faculté est analysée dans le traité *De l'âme*, soit à Dieu comme pensée de la pensée. Ces deux perspectives transgressent le domaine de la physique. Cependant, elles permettent de mieux circonscrire les limites ultimes de la physique, dont le but est d'instaurer une science concernant l'étant en devenir et en mouvement. Pour illustrer cette science, il faut toujours se souvenir qu'Aristote réhabilite la notion de *physis*, disqualifiée depuis que Parménide a introduit les différentes formes de physique du mélange et depuis que Platon a identifié la *physis* avec l'Âme. Pour Aristote la nature (*physis*) est un principe immanent de mouvement et de repos. Mais cette thèse n'est pas affirmée sans autre forme de procès. Aristote l'établit au fur et à mesure d'une argumentation et, une fois celle-ci fondée, il l'explicite par sa théorie des quatre causes grâce à laquelle il consolide la scientificité de la physique. Mieux, il l'étaye d'une autre façon à travers son analyse du mouvement, sans laquelle cette formulation resterait incomplète, car sans la connaissance du mouvement, on ne saurait voir ce qu'est vraiment la nature.²³ Cela ne n'empêche pas de souligner ici que l'apport majeur de l'approche hénologique tient dans le fait qu'elle rend possible l'articulation des éléments ontologiques grâce auxquels Aristote institue une science du devenir refusée par Platon. Nous aurons l'occasion de voir que l'approche hénologique persévère encore dans l'avènement de la science moderne, alors même que celle-ci s'accomplira par la désontologisation de la théorie aristotélicienne du mouvement. Il est donc temps d'aborder de plus près l'institution de la science physique et de découvrir aussi le sens du mouvement selon Aristote.

4. L'institution d'une science physique

C'est par une analyse dialectique des principes qu'Aristote amorce son étude, en vue d'établir le nombre des principes et leur nature.²⁴ L'idée de base est empruntée au *Philèbe* de Platon, qui note, pour la grammaire par exemple, que le nombre infini de sons ne peut être maîtrisé et étudié que si on les rapporte à un nombre limité d'éléments (*stoicheia*), qui sont en l'occurrence les lettres de l'alphabet, dont la reconstitution peut expli-

quer les différents mots. Les lettres de l'alphabet deviennent en quelque sorte les principes de référence grâce auxquels la grammaire s'institue, car, par cette limite, le nombre illimité de sons se découvre une mesure.

Aristote applique une méthode analogue pour les choses en devenir (non seulement celles de la nature, mais également celle des arts et des autres activités), en nombre illimité. La différence de son analyse avec celle de Platon réside dans le fait qu'elle s'articule d'une façon argumentative, grâce à la méthode aporétique. Il pose ainsi une aporie (le nombre des principes et leur nature), puis il développe cette aporie avec l'aide de la dialectique (moment diaporétique) et enfin propose une solution philosophique (moment euporétique). Cette étude lui permet donc de déployer la force de sa dialectique qui cherche, à propos des principes, toutes leurs possibilités: est-il un ou multiple, s'il est un, est-il mobile ou immobile, et s'il est multiple est-il en nombre infini ou fini. Aristote montre que certaines de ces possibilités ont déjà été traitées par ses prédécesseurs, qu'il envisage comme des savants jouissant quelque considération (*endoxoi*). Ainsi peut-il s'approprier des énoncés en tant qu'ils recéleraient quelque considération (*endoxon*), et se permet ensuite de les éprouver et les critiquer. Par la critique, il réussit à montrer que les principes doivent être au nombre de deux ou de trois seulement. Le choix entre ces deux chiffres lui paraît comme "une grande aporie" – par laquelle il achève son analyse diaporétique à la fin du chapitre 6 du livre I de la *Physique*. L'euporie est réalisée dans les livres suivants selon une démarche philosophique majeure où l'on découvre une méthode d'institution des principes dont le sens n'a pas encore été suffisamment évalué par les interprètes de sa pensée.

Cette analyse ne se contente plus seulement de l'*étant* et de la logique prédicative habituelle (sujet-attribut), mais met en jeu le *devenant* qui requiert un usage plus étendu des concepts hénologiques tels que les contraires. Elle peut se résumer dans la formule hénologique qui dit que le devenant, numériquement un, est néanmoins spécifiquement double. Cela veut dire qu'une chose qui devient est certes une quant au sujet (*hypokeimenon*) mais ce sujet est cependant double, car il est à la fois un étant proprement dit et en même temps l'absence de l'étant qu'il deviendra. Aristote résume cette situation dans la formule que "l'homme illettré devient lettré", l'homme illettré étant un sujet comportant l'absence ou la privation de la culture. Or, rapporté aux étants proprement dit, c'est-à-dire aux étances, comme dans le cas où c'est l'homme (étance même) qui devient, ce dédou-

blement atteste une situation nouvelle qui fait du sujet quelque chose qui désormais se soumet à la spécificité humaine. Pour illustrer cette situation, prenons le cas de la table produite à partir du bois. Aussi longtemps que celui-ci n'est pas devenu une table, il est double : il est du bois en tant que sujet (ou substrat) de la table en train d'être produite, mais aussi en même temps l'absence de cette table, plus exactement de la forme de cette table. En ce sens, le sujet (bois) se soumet à la spécificité de la table qui se manifeste selon une forme qui constitue la structure véritable de la table. Cette forme ne s'identifie nullement avec les diverses configurations accidentelles (*schèmata*) que prennent les tables (carrées, rectangulaires, rondes ou ovales) par la volonté de l'artisan, mais constitue la manifestation phénoménale de la structure complète de la table, sa forme propre (*morphè*) qui se réalise conformément à la spécificité (*eidos*), pensée par l'artisan. Aussi longtemps que la forme ne s'est pas déployée pleinement, la spécificité se donne selon le mode de l'absence, de la privation (*sterèsis*). C'est pourquoi Aristote s'autorise, au livre II, 1, d'affirmer que la privation est d'une certaine façon une spécificité (*eidos pôs*).²⁵ Quant au sujet (*hypokeimenon*) (le bois), qui devient désormais le substrat (*hypokeimenon*), Aristote le qualifie de "matière". Celle-ci exprime donc le sujet prochain immanent à chaque chose.²⁶ Ainsi les principes sont au nombre de deux, lorsque l'étant est achevé, à savoir la spécificité (voire la forme) et la matière, et trois lorsqu'il est en train de devenir, c'est-à-dire lorsqu'il est un devenant, à savoir la spécificité, la matière et la privation. Ces trois derniers principes sont considérés par Aristote comme se tenant au fondement de sa pensée et, dans sa *Métaph.*, il dira même qu'il peuvent être utilisés d'une façon analogique sur toutes les choses en devenir du monde sublunaire.

Une fois les principes du devenir institués, Aristote s'applique à délimiter le devenir des étants naturels. Cela le conduit, au livre II, d'abord, à circonscrire la notion de *physis* et, ensuite, à établir les quatre causes. C'est seulement lorsqu'il achève l'instauration des quatre causes qu'on peut affirmer que la scientificité de la physique est réalisée.

Le chapitre 1 du livre II est essentiel, car, après avoir défini la nature comme un principe de mouvement et de repos²⁷, il montre que la matière est insuffisante à exprimer la nature, et que celle-ci est principalement de l'ordre de la forme (*morphè*). Cela autorise Aristote à définir la forme comme étant la spécificité conforme à la raison d'être de la chose (*hè morphè kai to eidos ton kata ton logon*).²⁸ Aristote précise aussitôt cette for-

mulation en indiquant que l'étant qui provient des principes que sont la matière et la spécificité, comme par exemple l'homme, n'est pas "nature" mais est "par nature". C'est cette nature au sens de forme qui est considérée comme étant davantage nature que la matière, car la forme possède la fin, elle est en entéléchie, alors que la matière est de l'ordre de la puissance. Cette précision permet de voir que la notion de forme est surtout liée à la fin, donc aussi à la cause finale, tandis que la notion de spécificité s'accorde à ce qu'on a appelé traditionnellement (un peu rapidement) de cause formelle.²⁹ On peut illustrer ce point d'une façon plus concrète sur les étants fabriqués où la finalité apparaît plus claire que dans les étants de la nature.

En effet, la finalité d'un étant détermine sa forme et c'est celle-ci, une fois accomplie, qui rend possible son usage ou sa fonctionnalité. De ce fait, la forme manifeste bien la spécificité pensée par l'artisan en fonction de la fin qu'il réalise en produisant, par exemple, une table. Si la forme de la table est telle qu'elle se manifeste, c'est parce que la spécificité de la table est définie également par son usage, et c'est une fois la table réalisée selon telle forme déterminée qu'on peut en faire un usage. Ainsi, une table sphérique, par exemple, n'aurait pu réaliser la fonction à laquelle on la destine. La fin apparaît ainsi, grâce à la forme, comme l'origine d'une actualisation qui se traduit à travers ce que désigne, pour un étant, l'expression entéléchie, c'est-à-dire une possession-dans-sa-fin. Par là même nous avons déjà établi trois des quatre causes (matérielle, formelle et finale). Il reste la quatrième, la cause efficiente, qui concerne l'activité de réalisation de l'étant en question par l'action de l'artisan. Cette cause suppose, dans le cas des étants fabriqués, un contact permanent, alors que pour les étants naturels, une fois l'action de l'engendrant réalisée, chaque étant s'épanouit par lui-même et devient ainsi, selon la définition de la *physis*, un principe de mouvement et de repos.

Cette différence entre étant naturel et étant fabriqué (par la *technè*) peut nous introduire à une problématique souvent négligée : celle de la génération spontanée. C'est là un des points les plus étranges de la pensée d'Aristote, qui suppose la possibilité de l'émergence et de la genèse d'étants naturels en dehors d'un contact direct d'un géniteur, l'engendrement s'accomplissant à partir de la putréfaction de la matière et de l'action de l'environnement, notamment l'action de la chaleur solaire. Si ce thème me paraît intéressant, c'est parce qu'il permet de voir pourquoi

Aristote refuse sur le plan de la technique la possibilité des automates, pourtant reconnus par la mythologie grecque (les automates d'Héphaïstos ou les statues de Dédale). C'est en fait parce que sa physique, fondée sur la nécessité d'une cause efficiente, lui l'interdit. Chez Platon l'automation existe, mais elle est aussi limitée au domaine de la vie, notamment grâce à l'automotricité de l'âme qui détermine le processus de réincarnation. Il faut reconnaître que la possibilité d'une automation d'objets fabriqués est un phénomène qui appartient à la modernité, même si on rencontre déjà des réalisations d'automates par Héron d'Alexandrie et, plus tard, dans le monde arabe, par al Jazri. Au point de vue philosophique, cette réflexion a été fondée par Descartes. Non seulement celui-ci fait état d'automates, mais considère, pour la première fois dans l'histoire de la pensée, qu'il existe deux types de substance, l'une spirituelle et inétendue, grâce à laquelle la pensée fonde son autonomie jusqu'à la possibilité de se penser soi-même pour fonder sa propre existence, et une substance corporelle et étendue qui possède son propre mouvement. Il s'agit là d'un moment capital de l'histoire de la pensée qui révèle la possibilité de l'automation technique et de sa régulation (amorcée par le servomécanisme au 19^e siècle), qui, depuis l'informatique, se déploie désormais dans tous les domaines de l'activité humaine comme un phénomène que l'homme contemporain envisage comme s'il allait de soi. Or, on oublie le plus souvent qu'il est le résultat de bouleversements culturels importants, parmi lesquels le renversement de la physique d'Aristote, et notamment le rejet de la théorie aristotélicienne du mouvement, demeure une pièce maîtresse.

5. Les théories du mouvement et l'avènement de la modernité.

Au moment où il amorce son analyse du mouvement, Aristote écrit que "dans la mesure où la nature (*hè physis*) est un principe de mouvement et de changement, et que notre recherche concerne la nature, il importe de ne pas perdre de vue ce qu'est le mouvement, car il est nécessaire que si on l'ignore, on ignore également la nature".³⁰ Dès lors, on comprend quelle attention il porte au problème du mouvement, qu'il développe en établissant une suite de définitions qui permettent d'indiquer que le mouvement implique toujours l'action d'un moteur (cause efficiente). Nous pouvons

résumer cette problématique par une série de formulations qui fondent progressivement la possibilité que le mouvement explique la transmission d'une spécificité du moteur au mobile.³¹

1. Compte tenu du fait que chaque genre de l'être est divisé, d'une part, en entéléchie et, d'autre part, en puissance, l'entéléchie d'un étant en puissance en tant que tel, est un mouvement".³² Cette formulation a produit beaucoup de malentendus, dans la mesure où la plupart des interprètes ont interprété le terme d'entéléchie par "actualisation" ou par "activité". Mais déjà la formule suivante ébranle cette approche, ce qui est confirmé par la troisième formule qui parle de l'entéléchie de ce qui est *possible*, et qui exclut une actualisation, faisant plutôt état de l'origine de l'actualisation, c'est-à-dire des conditions qui la rendent possible.

2. En effet, dans la deuxième formulation, Aristote dit : "l'entéléchie de l'étant en puissance, lorsque celui-ci étant en entéléchie amorce une actualisation, non en tant qu'il est tel étant déterminé, mais en tant qu'il est mobile, est un mouvement".³³ Autrement dit, c'est quand l'étant en puissance se trouve selon certaines conditions qu'il y a amorce d'une actualisation, et c'est celle-ci qui exprime le mouvement du fait que c'est le mobile qui assume cette action. Or le mobile n'est rien d'autre qu'un étant possible, comme le confirme la formule suivante, à laquelle j'ai déjà fait allusion.

3. "... Il est clair que l'entéléchie du possible en tant que possible, est un mouvement".³⁴ Or pareil propos suppose que quelque chose permet au possible de s'actualiser, ce qui ne saurait être que le moteur en tant qu'il s'actualise. De ce fait, le mobile devient ce qui est mû alors que le moteur se convertit en mouvant qui meut. C'est la rencontre entre eux qui réalise le mouvement. Cela est confirmé par la quatrième formule.

4. "Ce qui meut (*to kinoûn*) est lui-même mû (...); en effet, agir sur le mobile (...), voilà ce qui est l'action de mouvoir; et cette action se produit par contact, de sorte que le mouvant subit en même temps une passion. C'est pourquoi le mouvement est l'entéléchie du mobile en tant que mobile, et ceci arrive par le contact du moteur (*toû kinêtikoû*), de sorte que celui-ci subit en même temps une passion. Le mouvant apportera toujours quelque spécificité (*eidos ti*), savoir tel être-là, telle qualité ou telle quantité, qui sera principe et cause du mouvement, lorsque le mouvant meut; c'est ainsi par exemple que l'homme en entéléchie fait à partir de l'être-homme en puissance un homme".³⁵ Le texte est important, puisqu'il révèle que le contact par lequel se réalise l'actualisation à la fois du moteur et du mobile

rend possible la transmission d'une sorte de spécificité, non seulement conformément à l'étance, mais aussi selon d'autres modes de l'étant, plus spécialement la qualité et la quantité.

On s'en doute, cette théorie du mouvement qui met en œuvre un mobile requérant toujours l'action d'un moteur et comprenant le mouvement comme l'émergence à partir de leur rapport, suscite des difficultés importantes. En effet, une telle théorie est fonctionnelle dans l'art, où le producteur est toujours en contact avec le productible. La production y apparaît bien comme un entre-deux, comme l'émergence à partir du producteur (s'actualisant en produisant) et du productible (actualisé en quelque chose qui est produit ou se produit). Mais dans le cas de la nature ou, par exemple, du jet d'un projectile qui continue son trajet en dehors de l'action de la main qui le jette, apparaissent des écueils qu'Aristote résout en considérant que le contact se perpétue par l'intermédiaire de l'air qui prolonge l'action du moteur aussi longtemps que le corps n'atteint pas le lieu de son repos dans son lieu naturel, en bas. Si cette théorie du mouvement aboutit au Premier Mouvant Immobile, elle ne laisse pas moins en suspens un ensemble d'apories, dont le premier à les avoir posées est Jean Philopon au 6^e siècle.

Depuis Philopon, les progrès accomplis dans l'analyse du mouvement ont abouti à une mise en forme de la théorie de l'*impetus* (Buridan, Oresme et l'École de Paris, Duns Scot et l'École d'Oxford, ou encore Bruno, Benedetti et d'autres). D'après cette théorie, le corps qui a subi l'action d'un moteur garde suffisamment d'impulsion pour résister à sa chute pour un laps de temps encore, après sa séparation du moteur. Galilée lui-même, dans son *De motu*, demeure fidèle à cette théorie. Il aurait fait allusion, pour la première fois, au principe d'inertie dans une lettre adressée à Castelli en 1607. Cependant, c'est à partir du *Dialogue sur les deux plus grands systèmes* qu'il s'y arrête expressément³⁶, mais sans jamais le généraliser. Cette généralisation est l'œuvre de Jean Batiste Baliani, qui la formule dans son *De motu naturali gravium solidorum et liquidorum*.³⁷ Dans son livre consacré à Baliani, S. Moscovici cite et traduit le texte, sans pourtant en tirer les conséquences. L'importance de Baliani avait déjà été relevée par M. Heidegger³⁸, mais sans plus. C'est dans une communication qui date de 1978 que j'ai mis en évidence, pour la première fois, l'importance du texte.³⁹ Mais cette publication n'a jamais été diffusée, et serait restée dans des caves à Athènes, et manifestement personne ne sait

plus ce que les exemplaires sont devenus.⁴⁰ Il est donc important de citer le texte de Balliani.

“Lorsque le mobile se meut de façon uniforme sans moteur, il semble qu’il faille déduire que le mouvement produit le mouvement, ou plutôt que le mouvement persiste, et s’étend de lui-même pour ainsi dire, et se continue”. (...) “Je suis arrivé à l’opinion, poursuit Baliani, que la nature des mobiles est telle qu’ils se comportent de façon indifférente envers le repos aussi bien qu’envers n’importe quel mouvement. Donc, pourvu qu’il n’y ait pas de mouvement antérieur, de quelque cause qu’il provienne, soit naturelle, soit violente, il se poursuit semblable par la suite ou reste le même avec la même vitesse qu’il a en n’importe quel instant, jusqu’à ce qu’il rencontre une résistance. Cette continuation du mouvement, provenant de la nature même du mobile de façon immédiate, est *peut-être bien la cause unique et simple dont découlent tous les effets et toutes les propriétés que nous percevons enfin dans le mouvement aussi bien naturel que violent*⁴¹”.

Comme je l’avais souligné à l’époque, ce texte accomplit un renversement de la conception aristotélécienne du mouvement. En effet, la thèse d’Aristote, formulée en *Phys.* V. 2, dit qu’il n’y a ni mouvement de mouvement ni changement de changement, car le mouvement suppose un terme *initial* et un terme *final* et le changement, le passage d’un terme à un autre terme *opposé* ou *contraire*, et tous les deux, un “sujet” ou “substrat” (*hypo-keimenon*). Pour Aristote, du fait qu’il est tributaire d’un *autre* corps (éther), indépendant du devenir, seul le mouvement des sphères célestes est *continu*, non pas linéairement mais selon un cercle, donc identique dans sa circularité. Ce mouvement est indépendant de toute *force*, alors que pour Newton, tout mouvement requiert une force de gravitation pour atteindre la circularité – ce qui, en dernière analyse, fait du “principe d’inertie” une sorte de *fiction*. Pour Aristote seuls les mouvements vers le haut et vers le bas mettent en jeu une “force” naturelle (vers un “lieu” propre) ou violente (modification des trajectoires et des localisations). Cette analyse applique en fait les concepts hénologiques permettant de délimiter le haut et la bas. Cela ne m’empêche pas d’observer que c’est parce qu’Aristote s’est appliqué à ontologiser le devenir qu’il a réussi à instituer une science physique contre Platon. Cette remarque est importante, car elle révèle l’arrière-fond métaphysique de sa conception de la science, qui suppose aussi bien l’ontologie que l’hénologie.

En effet, il semble bien que le renversement historique de la théorie aristotélicienne du mouvement s'est accomplie par la désontologisation de la science, amorcée par Guillaume d'Occam au Moyen Âge et achevée par Newton à l'époque moderne, et qui met également en jeu la désontologisation du lieu et du temps. Mais cette désontologisation ne signifie pas qu'il se soit accomplie en même temps et en parallèle une dé-héno-logisation de la science. Au contraire, les concepts utilisés par Newton comportent une connotation hénologique grâce à laquelle se réalise l'unité de l'espace, son homogénéité. Le texte de Baliani est clair à ce propos, lorsqu'il indique que la continuation du mouvement, provenant de la nature même du mobile de façon immédiate, est peut-être bien la cause *unique* et *simple* dont découlent tous les effets et toutes les propriétés que nous percevons enfin dans le mouvement aussi bien naturel que violent. Cette option métaphysique est pleinement assumée par Newton, dans ses *Mathematica philosophiae naturalis principia*, qui accomplit d'autres renversements de la position aristotélicienne : l'espace homogène absolu, auquel il faut ajouter le temps absolu, qualifiés de "vrais" et susceptibles de mesures mathématiques, alors que chez Aristote le lieu est "la limite immobile du contenant" et le temps "le nombre du mouvement selon l'antérieur et le postérieur". Invariants ultimes, l'espace et le temps newtonniens forment le *cadre* à partir duquel se mesurent les mouvements relatifs, mais aussi... des *sensoria Dei*. Enfin, proche de la tradition cartésienne, Newton parle de la Toute-puissance divine, ce qui est impossible chez Aristote pour qui Dieu est une étançe impassible.

Ainsi, si la science moderne naît par une désontologisation du mouvement, il ne reste pas moins une ambiguïté profonde quant à l'espace et au temps. C'est pourquoi il me paraît utile de prolonger un peu encore mon exposé en abordant quelques aspects de la position de Leibniz concernant l'espace et le temps, car cette ambiguïté apparaît clairement dans ses prises de position contre la pensée de Newton.⁴²

Leibniz s'oppose au caractère *réel* de l'espace et du temps absolus. Il considère que l'espace et le temps n'existent que relativement aux objets qu'ils relient d'une façon logique (et non plus ontologique). D'après lui, l'espace implique une sorte de co-existence spatiale entre les événements et les choses, tandis que le temps met en œuvre leur succession temporelle. Cela signifie que Dieu n'a pas créé l'espace et le temps pour y situer les choses, mais il leur a conféré une nécessité logique selon le meilleur monde

possible, toujours présent en Lui – selon des critères de son intelligence et de sa volonté. Par suite, les choses paraissent se déployer spatialement et se développer temporellement relativement à l'homme, puisqu'au point de vue de Dieu l'espace et le temps n'ont pas de sens propre. C'est autrement dit la multiplicité des choses et leur rapport de succession qui rend logiquement possible l'espace et le temps, qui ne sont pas des réalités physiques ni métaphysiques (au sens ontologique). En tant que concepts opératoires, l'espace et le temps ne sont pas indépendamment des corps qu'ils relient du point de vue humain. Autrement dit, l'espace et le temps ne sont pas des "accidents" des corps, ni des "attributs essentiels" (comme chez Aristote). L'espace de Leibniz n'est clarifiable que dans l'ordre de la géométrie et le temps n'est analysable que dans celui d'une coordonnée de fonction. C'est dire que l'espace ne dépend pas de telle ou telle situation des corps, mais il est tel que les corps sont situables et concevables ensemble, tout comme le temps est tel par rapport aux positions successives des corps. Bref, pour Leibniz, l'espace et le temps ne sont pas des absolus, comme pour Newton, dont la thèse est défendue avec beaucoup de ferveur par Clarke: ils existent idéalement en Dieu, alors que pour l'homme ils sont surtout de concepts opératoires. Partant de là, et en critiquant le rationalisme de son époque, Kant fera un pas de plus, puisqu'il envisage l'espace et le temps comme des formes *a priori* de la sensibilité humaine, inaugurant une nouvelle approche métaphysique qui me semble subvertir définitivement l'ontologie traditionnelle, comprise comme étude de l'étant en tant qu'étant.

Or, si l'on peut considérer que déjà chez Leibniz la logique prend le dessus sur l'approche mythique de la tradition hellénique ou biblique, et quasi mythique de l'approche newtonienne du principe d'inertie (comme une sorte de fiction), il est clair que dans la mesure où l'absolu est ici Dieu, en tant qu'il agit en dehors de l'espace et du temps (car il est créateur de la nécessité), il s'ensuit que chez Leibniz aussi, comme chez Newton, l'analyse physique se fonde sur un arrière-fond métaphysique, mais qui n'est pas vraiment de l'ordre ontologique, mais se rapporte plutôt à l'ordre hénologique, occulté par la philosophie traditionnelle.

Ces observations, qui demandent encore une vérification et un approfondissement, permettent au moins de voir que la désontologisation de la science moderne, grâce à laquelle s'est accompli l'avènement de la physique moderne, ne s'est pas réalisée au détriment de la métaphysique, mais

contre une forme de métaphysique, celle qui s'est appuyée exclusivement sur l'ontologie, introduite certes par Aristote, mais fondée surtout à partir de saint Thomas d'Aquin et reprise à l'époque moderne par Goclenius.⁴³

La présence d'une pratique hénologique chez Aristote et sa persévérance dans l'institution de la science moderne, selon des formes qui demandent encore leur élucidation, suscite une aporie fondamentale qui doit nous interpeller. Cette aporie devient plus intense si l'on songe à l'évolution de la science moderne et à ses bouleversements contemporains, puisque la physique des particules renforce le pôle de la discontinuité et donc du multiple au détriment de la dimension du continu qui domine la pensée d'Aristote. Nous découvrons ainsi, d'une façon inattendue, une réappropriation du discours scientifique par l'hénologie selon la perspective du Multiple. Cela suffit à faire voir que le lien entre science et métaphysique demeure encore impensé, mais à condition de reconnaître que la métaphysique ne se limite pas à l'ontologie mais concerne également l'hénologie.

Noten

1. Sur toutes ces questions, voir mon livre *Aux origines de la philosophie européenne. De la pensée archaïque au néoplatonisme*, De Boeck, Bruxelles, 1994² (1992), ainsi que l'Introduction de la traduction que j'ai proposée du livre II de la *Physique* d'Aristote, sous le titre *Sur la nature*, Vrin, Paris 1990.
2. *Phys.*, III, 8, 208a 14-19.
3. Je reviens plus loin sur ce glissement de l'analyse qui passe des étances aux éléments.
4. *Ibid.*, IV, 4, 212a20-21. Cf. V. Goldschmidt, "La théorie aristotélicienne du lieu", dans *Mélanges offerts à Mgr A. Diès*, Paris, 1956, pp. 79-119.
5. J'utilise ici l'expression "mouvant" et non "moteur", comme on le fait habituellement, car Aristote utilise le terme grec *kinoun* et non *kinètikon*, qui comporte de la puissance, alors que Dieu est acte pur. On trouvera la justification philologique et philosophique de cette position dans mon livre *L'avènement de la science physique. Essai sur la Physique d'Aristote*, Ousia, Bruxelles, 1980. La seconde édi-

- tion, augmentée et modifiée, vient de paraître sous le titre: *La Physique d'Aristote*, Ousia, Bruxelles, 1997.
6. Sur cette question, voir J. Pépin, *Idées grecques sur l'homme et sur Dieu*, Paris, 1971 et C. Natali, *Cosmo e divinità. La struttura logica della teologia aristotelica*, L' Aquilla, 1974.
 7. *Ibid.*, 5, 212b18-22.
 8. *Ibid.*, 11, 219b1-2. Pour les différentes interprétation de la théorie aristotélicienne du temps, voir J.-M. Dubois, *Le temps et l'instant selon Aristote*, Paris, 1967.
 9. *Ibid.*, 11, 220a24-25.
 10. Voir surtout le traité *Du Ciel*, 1, 9, 279a14-30. Cf. mon étude "La notion d'*aiôn* chez Héraclite", dans *Ionian Philosophy*, éd. K. Boudouris, Athènes, 1989, pp. 104-113.
 11. Elle est surtout utilisée dans *l'Éthique à Nicomaque*, comme temps propre à l'action. C'est là un thème que j'ai traité au Colloque de Rennes, en l'honneur de P. Aubenque, organisé par N. Cordero, et dont les Actes seront publiés en 1999 au Éditions J. Vrin de Paris.
 12. Cf. mon étude "Le temps hénologique", dans *Figures du temps*, éd. L. Couloubaritsis et J.-J. Wunenburger, Strasbourg, 1997, pp. 89-107.
 13. Comme je l'ai indiqué à la n. 5, une seconde édition vient sous le titre *La Physique d'Aristote*.
 14. "L'Être et l'Un chez Aristote", *Revue de philosophie ancienne*, 1 (1 et 2), 1983, pp. 49-98 et 143-195. Depuis, j'ai complété cette première approche dans mes articles: "Le statut de l'Un dans la *Méta-physique*", *Revue de Philosophie de Louvain*, 90, 1992, pp. 497-522 et "L'Un comme mesure toutes choses", dans *La mesure. Instruments et Philosophie*, éd. J.-CL. Beaune, Seyssel, 1994, pp. 197-204.
 15. Pour les détails de cette première partie de mon étude je me permets de renvoyer le lecteur à la nouvelle édition de mon livre déjà cité.
 16. *Phil.*, 59a-b.
 17. *Ibid.*, 16c ss.
 18. Voir mes études "Dialectique et Philosophie chez Aristote", *Philosophia* (Annales du Centre de Recherche de la Philosophie grecque de l'Académie d'Athènes), 8-9, 1978-79, pp. 229-256 et "Dialectique, rhétorique et critique chez Aristote", dans *De la métaphysique*

à la rhétorique, éd. M. Meyer, Bruxelles, 1986, pp. 103-118.

19. *Metaph.*, I, 1, 1052a29.
20. *Ibid.*, Δ, 3, 1014a25-31.
21. *Ibid.*, I, 1, 1052a29-34.
22. *Ibid.*, 1052a34-b1.
23. Cf. *Phys.*, III, 1, 200b12-15. Je reviens plus loin sur ce texte.
24. Pour les détails de tout ce paragraphe, je me permets de renvoyer le lecteur à mes livres déjà cités.
25. *Phys.*, II, 1, 193b19-20.
26. *Ibid.*, I, 8, 192a31-32.
27. *Ibid.*, II, 1, 192b 13-14: "Tous les étants qui sont par nature paraissent posséder en eux-mêmes un principe de mouvement et de repos". Cf. mon livre *La Physique d'Aristote*, pp. 219ss.
28. *Ibid.*, 193a28-b5.
29. Cette confusion, sur laquelle je ne m'arrêterai pas en cet endroit, est due en fait à l'appropriation d'Aristote à l'époque hellénistique et romaine, ainsi qu'au développement de l'aristotélisme néoplatonisant au Moyen Âge.
30. *Ibid.*, III, 1, 200b12-15.
31. Cf. *La Physique d'Aristote*, pp. 265ss.
32. *Ibid.*, III, 1, 201a9-15.
33. *Ibid.*, 201a27-29.
34. *Ibid.*, 201b4-5.
35. *Ibid.*, 202a3 - 12.
36. Galilée, *Dialogue sur les deux plus grands systèmes*, 1632, ch. II, p. 174 (de l'édition nationale italienne).
37. Baliani, *De motu naturali gravium solidurum et liquidorum*, Gênes, 1646, p. 100. Cité par S. Moscovici, *Expérience du mouvement*, Paris, 1967, p. 162.
38. Heidegger, *Die Frage nach dem Ding*, Tübingen, 1962.
39. "La formulation du principe d'inertie par Baliani et la conception aristotélécienne du mouvement", *Proceedings of the World Congress on Aristotle* (Thessalonique: août, 1978), T. II, Athènes, 1981, pp. 379-384.
40. J'ai pu "sauver" mon texte, parce que je suis passé un jour chez l'imprimeur à Athènes, qui m'a donné un exemplaire du Tome II.
41. Je souligne.

42. Voir la *Correspondance* Leibniz - Clarke (cf. A. Robinet, PUF, 1957), notamment 4^e et 5^e écrits, 1716.
43. Voir mon étude "La métaphysique s'identifie-t-elle à l'ontologie?", *Herméneutique et ontologie* (Mélanges offerts à P. Aubenque), éd. R. Brague et J.-F. Courtine, Paris, 1991, pp. 497-522.

LAUDATIO ERNST KÜNZL

Michel Thiery

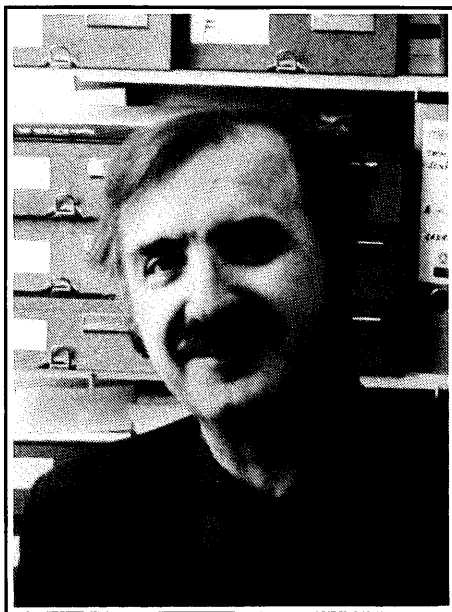
Heute zeichnet die Medizinische Fakultät unserer Universität einen deutschen Archäologen mit der Sartonmedaille aus. Da dürfte mancher von Ihnen sich fragen, was denn diese weit abliegende Wissenschaft mit der Geschichte der Medizin zu tun habe. Die Erklärung ist aber ganz einfach : Herr Dr. Künzl hat seine ganze wissenschaftliche Laufbahn dem Studium der antiken Chirurgie und ihres Instrumentariums gewidmet. Überdies ist er wie kein anderer mit der Genter Sammlung antiker chirurgischer Instrumente vertraut. Er hat unsere Sammlung Deneffe hier an Ort und Stelle studiert und schätzt sie als die grösste der Welt. Sie erhielt ihren Namen vom Genter Professor Dr. Victor Deneffe, (1835-1908), der hier an der Universität Chirurgie gelehrt hat. Als Professor dieses Faches hatte er auch eine Pflichtvorlesung über die Geschichte der Chirurgie zu halten, für die ihm eine Sammlung chirurgischer Instrumente aus dem 16ten bis zum 19. Jahrhundert zur Verfügung stand. Da antikes Material fehlte, hat er jahrelang versucht, allerhand Objekte aus Ausgrabungen, Antiquitätengeschäften und Privatsammlungen durch Kauf zu erwerben und auf diese Weise die bestehende Lücke zu schliessen. Damals, als Grabfunde noch nicht zum Nationalen Kulturerbe gerechnet wurden, war das einem Privatmann noch möglich. Auch der hohe Preis, den Professor Deneffe für manchen Gegenstand zu zahlen hatte, konnte ihn nicht davon abhalten, denn der Junggeselle besass ein nicht unansehnliches Vermögen und konnte überdies mit der finanziellen Unterstützung des Staates, der Provinz- und der Stadtverwaltung sowie der eigenen Alma Mater rechnen. Am Ende seines Lebens war es ihm auf diese Weise gelungen, mehr als achthundert chirurgische Gegenstände und Instrumente zusammenzutragen. Ein Teil dieser Kostbarkeiten finden Sie ausgestellt in den Vitrinen unseres Museums für die Geschichte der Medizin in Het Pand. Dass die Sammlung Deneffe in unserem Museum bewahrt wird, verdanken wir dem Direktor des Museums für Geschichte der Wissenschaften unserer Universität, Herrn Professor Dr. M. Dorikens.

Wie die Beziehung zwischen Gent und Mainz zustande gekommen ist, mag Ihnen jetzt deutlich geworden sein. Als Vermittler hat Herr Dr. Künzl fungiert, mit dessen Leben und Werk ich Sie nun bekannt machen will. Am 22. August des Unglücksjahres 1939 wurde er in der böhmischen Stadt Karlsbad geboren, die er nach Kriegsende mit seinen Eltern verlassen musste; die Familie liess sich erst in Bayern nieder und zog später nach dem Rheinland. Von 1949 bis 1958 besuchte er das Humanistische Gymnasiums im bairisch-fränkischen Aschaffenburg und nach dem Abitur bezog er die Universitäten zu München, Frankfurt und Köln, wo er Archäologie, klassische Philologie und Alte Geschichte studierte. Im Jahre 1966 promovierte er in Köln zum Dr. der Archäologie mit einer Dissertation über „frühhellenische Gruppen“. Nach der Promotion war er in Bonn am Rheinischen Landesmuseum tätig; 1969 und 1970 gehörte er zum wissenschaftlichen Stab des Kölner Archäologischen Instituts. Seit 1971 wirkt er in Mainz am Römisch-Germanischen Zentralmuseum und am Forschungsinstitut für Vor- und Frühgeschichte als Leiter der Sektion Römische Archäologie. Das Leben im alten Rom hat für Herrn Dr. Künzl keine Geheimnisse. Das geht aus seinem neuesten Buch über den Römischen Triumph deutlich hervor, in dem er, ausgehend von literarischen und archäologischen Quellen, die Triumphzüge der römischen Kaiser beschreibt. Das mit zahlreichen Bildern ausgestattete Buch sei allen, die als Gymnasiast Carcopinos „La vie quotidienne à Rome au temps de l'Empire“ lesen mussten, wärmstens empfohlen.

Herrn Künzls internationaler Ruf beruht aber vor allem auf seinen medizinhistorischen Forschungen, die ihn zu einem der drei Weltexperten auf dem Gebiete der antiken Chirurgie gemacht haben. Durch seine wissenschaftlichen Schriften und seine Ausgrabungsergebnisse hat er unsere Kenntnisse der Typologie und der Funktion des antiken chirurgischen Instrumentariums erheblich vergrößert. Sein methodisches Vorgehen, das Britischen Kollegen „closed find method“ nennen, hat es möglich gemacht, mittels Metallprüfung Fälschungen und spätere Nachbildungen alter Instrumente zu entlarven. Er hat neue Instrumenttypen beschrieben und auch neue Einsichten in antike chirurgische Verfahren und Eingriffe vermittelt, z.B. in die Lithotomie, d.h. den Steinschnitt oder operative Entfernung von Steinen, während der römischen Kaiserzeit. Er entdeckte neue Ausgrabungsstätten, wo einmal Instrumente hergestellt wurden und antike Chirur-

gen tätig waren : medizinischen Kabinette, Vatatudinarien, Kliniken und Spitäler, sogar Badeanlagen.

Eine seiner neuesten Schriften handelt über weibliche Ärzte und führt den Nachweis, dass es im Römischen Reich die medizin als Frauenberuf auch wirklich gegeben hat.



INSTRUMENTENFUNDE UND ARZTHÄUSER IN POMPEJI: DIE MEDIZINISCHE VERSORGUNG EINER RÖMISCHEN STADT DES 1. JAHRHUNDERTS N. CHR.

Ernst Künzl

Fundgenera

Über die antiken medizinischen Instrumente¹ wissen wir bis zum 1. Jahrhundert v. Chr. relativ wenig. Dies liegt daran, daß die Griechen kaum medizinische Instrumente als Beigaben in die Gräber gelegt haben, und wenn sie es vielleicht taten (z. B. im Hellenismus), so fehlen uns gut bezugte Befunde.

Bis in die Jahre der Regierungszeit des Augustus (31 v. Chr. - 14 n. Chr.) wissen wir deshalb auch kaum etwas über die Typologie chirurgischer Instrumente. Ein differenziertes Spektrum solcher Geräte muß es im Hellenismus des 3. - 1. Jahrhunderts v. Chr. freilich schon gegeben haben, zu deutlich sind die Nachrichten über die Fortschritte der Medizin und Chirurgie im Hellenismus.²

Der nächste Einschnitt liegt am Beginn der römischen Kaiserzeit, wo man unter den Funden der römischen Okkupationsarmee in Germanien Spuren einer Neuordnung der Medizin und Belege von chirurgischen Geräten findet, die vermutlich damals neu konzipiert wurden; besonders auffallend sind zwei Knochenheber aus dem 9 n. Chr. aufgegebenen römischen Militärstützpunkt Haltern, Nordrhein-Westfalen/D³ und vom Schlachtfeld bei Kalkriese (Stadt Bramsche, nördlich von Osnabrück, Niedersachsen/D), dem Ort der Niederlage des Varus im Teutoburger Wald im Jahre 9 n. Chr.

Im Laufe des 1. Jahrhunderts n. Chr. muß sich dann die uns vertraute Palette römerzeitlicher Instrumente herausgebildet haben. Unsere detaillierten Kenntnisse beruhen einmal auf einer in der Weltgeschichte einmaligen Sitte: Vom 1. bis zum 3. und vereinzelt noch bis zum 4. Jahrhundert n. Chr. war es im Römerreiche der Brauch, verstorbenen Ärzten ihr

gesamtes Instrumentarium oder Teile davon ins Grab mitzugeben.⁴ Die religiösen, magischen und sozialen Hintergründe dieses Phänomens sind ein kompliziertes Problem, das ich hier nicht näher ausbreiten möchte⁵; aber die Folgerungen liegen klar vor Augen: Aus all den Jahrtausenden des Altertums vom Beginn der Hochkulturen in Mesopotamien, Ägypten und dem antiken China über die antiken Reiche des Vorderen Orients und des Mittelmeerraumes (Griechen, Römer) bis hin zum islamischen und christlichen Mitteleuropa wissen wir über keine medizinischen Instrumente so gut Bescheid wie über die der römischen Kaiserzeit des 1. bis 4. Jahrhunderts n. Chr.

Nur aus jenen drei bis vier Jahrhunderten können wir eine tragfähige Typologie vorweisen. Die Sachlage ändert sich erst mit der europäischen Renaissance. Seit dem 16. Jahrhundert haben sich illustrierte Bücher einer Qualität erhalten, welche die Originalfunde ersetzen können, seit dieser Zeit sind die Bodenfunde nicht mehr wichtig. Aber aus den Jahrtausenden vor dem Jahre 1500 wissen wir über keine Periode so viel wie über die römische Kaiserzeit.

Die Siedlungsfunde sind je nach Art und Ort von weniger gleichbleibendem Informationswert als die Sepulkralfunde. In der Regel fehlt ihnen der Realitätsausschnitt, welcher die Funde der Vesuvstädte, vor allem in Pompeji, unvergleichlich wichtig sein läßt: Dort wurden viele Einwohner überrascht und ließen alles Hab und Gut zurück, und auch wenn man die späteren Nachgrabungen bereits im Altertum und die neuzeitlichen Ausräumungen des 18. und frühen 19. Jahrhunderts einkalkuliert, so bleiben doch noch genügend Befunde übrig, die als direkter Bezug auf die antike Realität gelten können. Andere Siedlungsfunde, vor allem auf dem Gebiet der Abfallgruben und Mülldeponien (z.B. Vindonissa, Aargau/CH), bringen viel Abfall, beschädigte Objekte oder solche Instrumente, die schon von den antiken Besitzern als zweitrangig eingestuft wurden. Von den wichtigeren chirurgischen Instrumenten sind in Vindonissa im Bereich des sogenannten Schutthügels nur zwei Zahnzangen erwähnenswert.⁶ Da medizinische Instrumente in der Herstellung vermutlich nicht billig waren und da sie sich außerdem bei guter Pflege lange hielten, ist es wenig verwunderlich, daß man sich um ihre Erhaltung bemühte, daß folglich die antiken Müllhalden und Abfallgruben wenig Material ergeben.- Dasselbe gilt im übrigen auch für die militärischen Valetudinaria, in denen ebenso wie in den Kasernen gut aufgeräumt wurde: Die wenigsten römischen Waffen

finden sich in den Kastellen und die wenigsten Instrumente in den Lazaretten. Zog die Truppe ab, packte man das Inventar sorgfältig zusammen. Es ist deshalb auch nicht erstaunlich, daß sich beispielsweise in den römischen Kastellen der Okkupationsarmeen unter Augustus nur wenige Instrumente fanden; beachtlich ist vielmehr bei diesen Prämissen, daß sich unter diesen ganz wenigen Funden einige erstmals auftretende Typen befinden.⁷

Reiche Siedlungsfunde sind also - abgesehen von den Vesuvstädten - selten, nicht aber unmöglich. In einem Seitenraum der Thermen der Colonia Ulpia Traiana (Xanten) am Niederrhein fand sich ein exzellentes Instrumentarium aus fünf Instrumenten, welches sich deutlich von anderen Funden aus römischen Thermen abhebt, die in der Regel aus Objekten bestehen, die in die Abwasserkanäle gespült wurden.⁸ - Zu beachten ist ferner die Chance, einen nicht mehr gehobenen Depotfund aus antiken Krisenzeiten zu finden, so wie es bei dem Pariser Fund⁹ der Fall ist, welcher das Instrumentarium und den Münzvorrat eines Arztes darstellt, der seinen Besitz in den Jahren um 282 n. Chr. vergrub, falls man den Fund nicht, wie man auch erwog, als Grab ansehen muß. Einen reichen Schatz von Instrumenten fanden die Ausgräber in Devnja-Marcianopolis/BG in einem Haus, das anfangs des 5. Jahrhunderts n. Chr. zerstört wurde.¹⁰ Zwar belaufen sich die in den Sammlungen von Neapel und Pompeji aufbewahrten Instrumente auf über 350 Stück¹¹, doch sind auch die Funde von Paris und Devnja mit jeweils ca. 30 Objekten recht umfangreich, so daß durch diese Komplexe der Materialsektor der Sepulkralfunde eine willkommene Ergänzung erfährt.

Eine Fundgattung, die früher im Rahmen der medizinischen Instrumente des Altertums keine Rolle spielte, sind die Schiffswracks, und doch handelt es sich bei diesen geschlossenen Funden um Musterbeispiele für einen exakten Realitätsausschnitt. Schiffe sinken in der Regel noch schneller als ein Vulkan ausbricht, und die Schiffbrüchigen retten oft nur das Leben. Die ersten seit einigen Jahren bekanntgewordenen Instrumente und Kästchen aus Wracks¹² lassen hoffen, daß sich in der Zukunft die Wrackfunde auch für die medizinischen Instrumente als eine neue und wichtige Informationsquelle entwickeln, wie sie es für Keramik, Glas oder Skulptur bereits sind.

Pompeji: *Colonia Cornelia Veneria Pompeianorum*

Die medizinische Versorgung einer Stadt des römischen Altertums¹³ ist ein sehr komplexes Problem, und wenn überhaupt, so können wir versuchen, anhand der Ausgrabungen und Funde von Pompeji Antworten zu finden. Die Geschichte der Stadt unter griechischem Einfluß in der vor-samnitischen Zeit bis zum 5. Jahrhundert, dann in der Samnitenzeit vom 4. bis zum frühen 1. Jahrhundert können wir hier nicht weiter erläutern. Pompejis römische Geschichte beginnt eigentlich erst richtig mit Sulla, der im Bundesgenossenkrieg 89 v. Chr. Pompeji belagerte und einnahm und der im Jahre 80 v. Chr. einige tausend Veteranen in Pompeji ansiedelte und die Stadt zur römischen Kolonie machte: *Colonia Cornelia Veneria Pompeianorum*.

Als *colonia* gehörte Pompeji zur ersten Kategorie römischer Städte. Römische Kolonien, Städte römischen Rechts, waren 'ein Stück Rom in der Fremde'. Die Einwohner blieben Bürger der Stadt Rom, während die sogenannten latinischen *Coloniae* in einem Bundesgenossenverhältnis zu Rom standen. Dazu kamen die *municipia* als zweite Siedlungsform römischen Rechts. Griechische und andere *Poleis* mit Eigenverwaltung sowie die Hauptorte von *civitates* in Nordwesten des Reiches sind weitere Stadtformen, während die kleineren *vici* meist ländliche Mittelpunktssiedlungen sind.

Der juristische Rang einer *colonia* war nicht identisch mit räumlicher Größe. Die manchmal auf 15000 bis 20000 geschätzte Einwohnerzahl Pompejis wird von anderen, wie z. B. von Hans Eschebach, wesentlich niedriger, nämlich mit 8000-10000 angesetzt.¹⁴ Hier wird auch deutlich, daß noch etwa ein Drittel des Stadtareals unausgegraben ist, was das Urteil über die Zahl der Bewohner etwas behindert.

Das Erdbeben vom Februar 62 n. Chr. und der Vulkanausbruch vom August 79 n. Chr.

Es ist in allgemeinen, populären Darstellungen und natürlich auch in Romanen und Filmen üblich, sich das im August 79 n. Chr. verschüttete Pompeji als eine blühende und intakte Stadt vorzustellen. Dies ist jedoch falsch. Der erste Katastropheneinschnitt in der Geschichte Pompejis war

nicht der Ausbruch von 79, sondern schon das Jahr 62 n. Chr., das Jahr des großen Erdbebens.

Der Vulkan ist das Schicksal des Golfes von Neapel.¹⁵ Wir Heutigen sind durch die modernen seismologischen Kenntnisse vorgewarnt: Der Golf von Neapel ist eine gefährliche Zone; die Fumarolen des Solfatarakraters bei Pozzuoli, der dort hohl klingende Boden sind ebenso ein Touristenziel wie die am Macellum von Pozzuoli ablesbare auf- und abschwankende Linie des Wasserstandes. Freilich ist das Verhalten der modernen Menschen nicht logischer geworden. Jeder weiß, daß der seit 1946 über die lächerliche Zeit von nur einem halben Jahrhundert ruhende Vesuv keineswegs erloschen ist, sondern jederzeit wieder ausbrechen kann. Doch liegt es in der Natur des Menschen, sich erst dann zu sorgen, wenn etwas passiert.

Die Menschen des Altertums aber konnten von der auf sie lauern den Gefahr nichts wissen. Das Erdbeben von 62 muß Pompeji aus heiterem Himmel überrascht haben. Den Vesuv kannte man nur als friedlichen Berg, wie ihn das Bacchusfresco der Casa del Centenario (IX 8,6) schildert: Weinberge zogen sich seine Hänge hoch, die drohende Rauchfahne war noch unbekannt.¹⁶ Dann kam mit dem 5. Februar des Jahres 62 die Katastrophe: Es war noch kein Ausbruch des Vulkans, aber ein Erdbeben offenbar erheblicher Stärke, denn Pompeji wurde fast ganz in Trümmer gelegt (vgl. *Seneca, Quaestiones naturales* VI 1-3). Es gab kaum ein Gebäude, das nicht beschädigt war. Nach den Angaben über die geringeren Schäden in Neapel, die etwas größeren in Herculaneum oder in Nuceria und die ganz großen in Pompeji nimmt man das Epizentrum des Bebens direkt unter Pompeji an.

Der Iuppitertempel auf dem Forum, das Capitol, war zerstört (Abb. 1). Die capitolinische Trias von Iuppiter, Iuno und Minerva wurde im Tempel des Zeus Meilichios untergebracht. Der Apollotempel am Forum war ebenfalls zerstört. Privathäuser und Wasserleitungen mußten repariert werden. Der Tribun Titus Suedius Clemens wurde vom Kaiser Vespasianus mit direkter Entscheidungsvollmacht zur Rückforderung der von Privatleuten gestohlenen öffentlichen Güter entsandt. Der Tribun erstellte vor allem einen neuen Kataster mit genauen Grenzen des öffentlichen Grundbesitzes.¹⁷

Überall war man dabei zu reparieren oder neu zu bauen. Das alles zog sich lange Jahre hin. Manche Häuser wurden auch - aus welchen

Gründen auch immer - überhaupt nicht mehr repariert. Nur wenige öffentliche Gebäude waren im Sommer 79 wieder richtig fertig, in vielen Privathäusern wurde ebenfalls noch gebaut. Man kann kurz sagen, daß 17½ Jahre nach dem Erdbeben von 62, im Sommer 79, ganz Pompeji mehr oder weniger stark noch eine Baustelle war, als die definitive Katastrophe eintrat. Von den öffentlichen Gebäuden waren anscheinend nur der Isistempel und das Amphitheater wieder in Funktion, alles andere war noch nicht ganz repariert.¹⁸ Die fehlenden Statuen auf dem Forum wird man auch nicht nach 79 ausgegraben haben, sondern sie waren eben nach 62 noch nicht wieder aufgestellt worden.¹⁹ Selbst die Wasserversorgung funktionierte noch nicht in allen Teilen der Stadt.²⁰ Dies ist ein außerordentlich wichtiges Faktum, welches auch bei der Statistik der medizinischen Versorgung der Pompejaner zu beachten sein wird.

Der Ausbruch vom 24. bis 26. August 79 tötete dann die Stadt und Teile der Region. Während aber Herculaneum von einem schlammigen Lavastrom richtig begraben wurde, wo man erst im 18. Jahrhundert mit Ausgrabungen begann, ging auf Pompeji ein meterhoher Teppich von Asche und kleinen Bimssteinchen, Lapilli, nieder. Die Windrichtung zeigte auf Pompeji, Stabiae und die ganze Südostecke des Golfes (Abb. 2).²¹ Ein Teil der Bewohner von Pompeji - wieviele weiß man nicht - konnte sich retten. Die Stadt wurde verschüttet. In der großen Palästra konnte man die vulkanischen Ablagerungen auf knapp 4 m berechnen, ebenso auf dem Forum.²²

Allerdings, anders als im Falle von Herculaneum versuchte man, Pompeji nicht gleich aufzugeben. In Rom, wo man in der Luft Asche und Staub gespürt hatte, bildete Kaiser Titus eine Untersuchungskommission, bestehend aus zwei *consulares restituendae Campaniae* (Suetonius, *Titus* 8,9; *Cassius Dio* 66, 23). Viel konnte man nicht tun. Das Los der Flüchtlinge war vor allem zu lindern. Über ihre Zahl weiß man nichts, doch beim Vesuvausbruch des Dezembers 1631, der dem von 79 recht ähnlich gewesen zu sein scheint, ist von 40 000 Flüchtlingen die Rede.²³

Antike Ausgrabungen

In den Ruinen grub man vielleicht nach den Götterbildern, um sie pietätvoll zu bergen. Privatleute, die mit dem Leben davongekommen wa-

ren, suchten nach Wertsachen und fanden wohl auch vieles, denn abgesehen vom Schatz in der Casa del Menandro sind relativ wenig Edelmetallensamples gefunden worden, so daß anzunehmen ist, daß vielleicht den Besitzern mit den Schätzen die Flucht gelang oder daß man die Sachen später ausgrub. Man darf vermuten, daß denjenigen reichen Leuten, denen die Flucht gelang, oder ihren Verwandten daran gelegen war, etwas von ihren Schätzen wieder auszugraben.²⁴ Den heimlichen Raubgräbern der Jahre gleich nach 79 wird ein Satz an einer Mauer zugeschrieben, der die Sehnsucht nach dem fernen Rom ausdrückt.²⁵ In der Casa del Medico dei Gladiatori (V 5,1,2; Abb. 16) fanden sich in der oberen Verschüttungsmasse zwei Münzen der Zeit von Marcus Aurelius und Lucius Verus, Verlust vermutlich von Plünderern, die 100 Jahre nach der Katastrophe die Ausgrabung wagten.²⁶

Pompeji ist also anders als Herculaneum keine untangierte Fundstelle. Lange bevor im 16. Jahrhundert die ersten Zufallsfunde auftauchten und lange bevor im 18. Jahrhundert massiv nach Funden gesucht wurde, hat man also schon im Jahre 79 und danach den Boden durchsucht. Freilich ist die Diskussion über die Art dieser Nachgrabungen keineswegs zu Ende. Im Gegenteil, an einigen Häusern hat man Schäden neu zu beurteilen versucht. So sind die Befunde fehlender Wanddekorationen im Atrium und im Tablinum der Casa dei Capitelli Colorati (VII 4, 31.51) nicht auf die Rückkehr der Bewohner zurückzuführen, die in ihrem Besitz nach Wertsachen gruben, sondern es ist vielmehr hier ein Zeichen der Not nach dem Erdbeben von 62 zu erkennen: Die Hauseigentümer verließen die Räume rings um das Atrium und nutzten - bis 79 - nur die immer noch großzügigen Räume rings um die beiden Peristylia.²⁷

Andere römische Städte

Bevor wir die pompejanischen Funde direkt behandeln, sind einige Hinweise zum Problem der medizinischen Versorgung von Städten angezeigt. Man kann mit Fug und Recht sagen, daß wir nirgendwo sonst eine solche Menge ineinandergreifender Informationen aus Architektur, Inschriften und Instrumenten haben wie gerade in Pompeji. Für die Stadt Rom und andere große Zentren dominieren die epigraphischen und literarischen Nachrichten. Dazu paßt es, daß wir Spezialärzte wie den Stein-

schnittspezialisten, den Lithotomen, bisher nur aus Funden großer oder größerer Städte wie Rom, Ephesos oder Marcianopolis an der Schwarzmeerküste kennen.

Spezialisten²⁸ verdienen ihr Geld nun einmal eher in den Großstädten als in den ländlichen Gebieten, wo mehr der Allgemeinarzt gefragt ist. Das einzige allein auf die Lithotomie zugeschnittene Instrumentarium stammt aus einem Grab in der Nähe von Rom (Abb. 23,1-2).²⁹ Das Instrumentarium enthält u.a. zwei Blasensteinmesser (Lithotome), ferner eine Klammer, eine Pinzette sowie vier Haken und Heber. Die Instrumente sind in der Herstellungsart einheitlich, sie sind als Spezialinstrumentarium für den Blasensteinschnitt (Lithotomie) zu verstehen. Die gute und vermutlich komplette Erhaltung spricht für einen Grabfund. Da die Spezialinstrumente für die Lithotomie nach Celsus und Rufus von Ephesos schon in der frühen Prinzipatszeit vorhanden waren, die Form der Instrumente in Cambridge aber ein Datum in der Spätantike unwahrscheinlich macht, kann man sie nur allgemein in die Kaiserzeit des 1.-3. Jahrhunderts setzen. Unter den Funden in Pompeji haben sich bislang indessen keine Lithotomieinstrumente gefunden.

Die spezialisierten Augenärzte³⁰, mein zweites Beispiel, sind in den Inschriften der Hauptstadt Rom dominierend vertreten (Abb. 26)³¹: Von den 28 Inschriften stammen 15, also immerhin 54%, aus Rom. Dem müssen einst die Instrumentarien entsprochen haben, wenn auch die Instrumentenfunde aus Rom selbst spärlich sind. Ansonsten konzentriert sich die Verbreitung von Augenarztinschriften auf Italien. Doch schon eine Fundkarte der verschiedenen Starnadeln zeigt ein verändertes Fundbild. Zwar sind auch wiederum sowohl Italien wie das städtereiche Westkleinasien vertreten, doch finden sich unter den Fundplätzen auch abgelegene Gegenden außerhalb der Großstädte und vor allem auch außerhalb der direkten Mittelmeerländer (Abb. 25). Hier zeigt sich im Kontrast zur literarischen und epigraphischen Evidenz das Fundbild der antiken Realität.

Vollends eigenen Gesetzen entspricht die Fundlage der sogenannten Okulistenstempel, die sich auf den Nordwesten des Reiches konzentrieren (Abb. 28); von ihnen ist in den antiken Schriftquellen gar nicht die Rede. Die eigentümliche Verbreitung dieser Stempel läßt sich weder medizinisch noch pharmakologisch ganz erklären. Da sie aber zu 92% mit dem Gallischen Zollbezirk identisch ist (*XXXX Galliarum*), sind diese kleinen Rezeptstempel wahrscheinlich ein mit den römischen Zollvorschriften zu-

sammenhängendes Verwaltungsentensil (Abb. 29).³² Die hier in Abb. 28 gezeigte Verbreitungskarte beruht auf dem Stand von 1984 (264 gesicherte Fundpunkte, dazu 28 Stempel ohne Fundort, also insgesamt 292 Objekte). Inzwischen ist etwa ein halbes Dutzend neuer Okulistenstempel hinzugekommen. An der Verbreitungsstatistik hat sich nichts geändert.

Mit den Okulistenstempeln befinden wir uns im Nordwesten des Imperiums, und wir werfen deshalb einen Blick auf vier wichtige Städte im Rheinland: Xanten, Köln, Trier und Mainz. Zahlenmäßig gering ist der Ertrag aus der *Colonia Ulpia Traiana/Xanten*, Nordrhein-Westfalen/D am Niederrhein. Immerhin hat das aus fünf exzellenten Instrumenten bestehende Ensemble die Besonderheit, aus einem Nebenraum der Thermen zu stammen.³³ Der Fund lenkte die Aufmerksamkeit auf verwandte Fundplätze, die den Schluß erlauben, daß manchmal die Nebenräume der öffentlichen Bäder als Operationssäle genutzt wurden.

Aus der *Colonia Claudia Ara Agrippinensium/Köln*, Nordrhein-Westfalen/D kennt man schon mehr; etliche Grabfunde sind im Süden, Südwesten und Westen vor der römischen Stadt aufgetaucht, und viele Einzelfunde belegen eine intensive ärztliche Präsenz in der Hauptstadt Niedergermaniens, ohne daß wir das Bild differenziert zeichnen könnten.³⁴ Die Zahl der Kölner Ärzte ist nach den Instrumentenfunden immerhin bislang auf neun gestiegen, was sich von den vier Ärzten aus Reims, Marne/F oder dem einen Arzt aus Paris/F doch merklich abhebt (aus London/GB haben wir z. B. noch keinen einzigen Beleg). Freilich hängt dies auch an der archäologischen Kenntnis der Nekropolen, gehören doch die Arztgräber (Abb. 38)³⁵ zu unserer Hauptinformationsquelle.

Die Funde in der *Colonia Augusta Treverorum /Trier*, Rheinland-Pfalz/D, die sich auf etwas mehr als 230 Stücke belaufen³⁶, umfassen dabei auch zwei Arztgräber aus der Nekropole im Norden Triers, doch kann insgesamt das Trierer Material den Umfang des Kölner nicht erreichen. Angesichts der Bedeutung Triers, die der von Köln nicht nachsteht, ist dies eine Überlieferungsfrage, was auch für Mainz gelten wird.

Über die Lage in *Mogontiacum/Mainz*, Rheinland-Pfalz/D läßt sich leider wenig sagen. Die Landfunde sind an Zahl gering. In Mainz-Weisenau wurde 1989 ein noch unpubliziertes Arztgrab mit zwei Skalpellen aufgedeckt. Typisch ist ferner, daß eines der wenigen guten Stücke aus Mainz kein Siedlungsfund, sondern ein Flußfund aus dem Rhein ist: Das der Sammlung des Mainzer Altertumsvereins, also dem jetzigen Landes-

museum Mainz, gehörende Kästchen wurde im Zweiten Weltkrieg zerstört³⁷; auch die Kopie im Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz existiert nicht mehr (während eine Kopie in der Sammlung Deneffe im Museum für Geschichte der Medizin der Universität Gent/B die Zeitläufte überlebt hat). Der Deckel trug in schöner Einlagearbeit in Silber und Kupfer die Aesculapiusschlange an einem Lorbeerbaum. Die Schlange verbindet sich mit dem Lorbeer; die Heilgötter Aesculapius und Apollo Medicus sind zugleich zitiert. Die Funde im Rhein bei Mainz sind auch auf dem Waffensektor bemerkenswert; man hat viel mehr römische Helme, Schwerter und Dolche aus dem Rhein gebaggert als bei Ausgrabungen gefunden.

Arztpraxen und Häuser mit medizinischem Gerät in Pompeji

Wie anders ist im Vergleich zum Rheinland die Situation in Pompeji. Hier hatte man unter den Funden im Neapler Nationalmuseum (Abb. 5) soviel Material, daß man gar nicht zu wissen schien, wohin man die vielen Objekte zu verteilen hatte. Der April 1771 ist der Beginn der modernen Erforschung der antiken medizinischen Instrumente, als man in Pompeji in der sogenannten Casa del Chirurgo (VI 1,9.10.23) angeblich gut 40 Instrumente fand, was den Ruhm der pompejanischen Instrumentenfunde begründete. Publiziert wurde in den über 200 Jahren seit jener Zeit manches, gut publiziert so gut wie nichts; was alles der Casa del Chirurgo zugeschrieben wurde, war manchmal reine Willkür. Die Zeichnungen der Publikation von Benedetto Vulpes von 1847³⁸ blieben bis zum Jahre 1994 eine willkommene Information, die noch in einem Manuskript aus dem Nachlaß von Hans Eschebach über die Arzthäuser³⁹ gezeigt wurden.

Ein wesentlicher Einschnitt war das Jahr 1994, in dem der amerikanische Forscher Lawrence J. Bliquez (Universität Seattle, WA/USA) in Zusammenarbeit mit Ralph Jackson (British Museum, London/GB) Katalog und Analyse der Instrumente im Nationalmuseum Neapel veröffentlichte.⁴⁰ Von einer brauchbaren Dokumentation kann man in Pompeji sowieso erst seit der Ära von Giuseppe Fiorelli reden, der die Grabungen seit 1860 betreute.⁴¹ Leider liegen eine ganze Reihe wichtiger Funde vor dieser Zeit, was zu ärgerlichen Unklarheiten führte. So gehört die gebogene Knochenzange (Abb. 22) zu den oft abgebildeten Stücken des Neapler Nationalmu-

seums. Das eindrucksvolle Instrument mit den gezähnten Backen, das in der Literatur der vierziger Jahre des letzten Jahrhunderts auftaucht⁴², ist aber so schlecht dokumentiert, daß man nur den Fundort Pompeji weiß, nicht aber den genauen Platz.

Bliquez' Publikation markiert den Beginn einer neuen Ära. Sie ist deshalb vorbildlich, weil versucht wurde, nicht nur die publizierten Grabungsberichte und Fundberichte mit dem Material zur Deckung zu bringen, sondern weil Bliquez auch die verschiedenen handschriftlichen Inventare, Listen und Aufstellungen einarbeitete; die entsprechenden Seiten seines Buches sind ein Genuß für jeden Forscher, der einmal mit dem Material aus den Vesuvstädten gearbeitet hat. Das mühevoll und sehr verdienstvolle Unterfangen gelang auch deshalb, weil Lawrence J. Bliquez gelernter klassischer Philologe ist und weil er in europäischer Tradition polyglott ist, einschließlich eines einfühlsamen Verständnisses für die Mentalität der Menschen am Golf von Neapel. Man muß diese Region lieben, um eine solche Arbeit erfolgreich vollenden zu können.

So kommt es, daß Hans Eschbach in seinem Plan der pompejanischen Arzthäuser (Abb. 6)⁴³ 19 Fundpunkte vermerkt, mit einer merklichen Bevorzugung der Stadtteile im Westen und Südwesten westlich der zwischen der Porta di Vesuvio und der Porta di Stabia gelegenen Hauptstraße (Via Vesuvio, Via Stabiana), was natürlich der Forschungslage zuzuschreiben ist. Bliquez hatte kaum mehr Material als Eschbach, er konnte aber die Fundkarte auf 25 Punkte erweitern (Abb. 7)⁴⁴, wobei er zwischen sicheren Fundplätzen medizinischen Gerätes und solchen, die aus den Akten zu erschließen sind, unterschied.

Betrachten wir einige der Arzthäuser, auch im Hinblick auf die von Bliquez erzielten Fortschritte. Das Haus des Acceptus und der Euhodia (VIII 5, 39)⁴⁵ steht in der Altstadt, im Kern des alten Pompeji, zwischen dem Forum und der Theaterregion: Vom Plan her ist es eine gute Arztpraxis. Dieses kleine Haus (Acceptus und Euhodia sind inschriftlich bekannt⁴⁶) ist weder ein Atrium- noch ein Peristylhaus, sondern ein Hofhaus griechischer Tradition. Man hatte nach dem Stil der Wanddekoration das Haus nach dem Beben von 62 restauriert. Im kleinen Garten fand man fünf Fayencefiguren ägyptischen Themas, was zu unbewiesenen Vermutungen einer medizinischen Verbindung zu Alexandrien führte ("Wöchnerinnenheim oder eine Klinik alexandrinischer Ärzte und Geburtshelfer"⁴⁷).

Bei der Beschreibung des Fundes des vierblättrigen Speculums

(Abb. 9,3; 10)⁴⁸ scheint es ein Problem mit der Grundstücksangabe zu geben; das Haus des Acceptus und der Euhodia wurde mit einem Nachbarhaus verwechselt. Es hat sich deshalb Bliquez für die nahegelegene Casa del Medico Nuovo I (VIII 5, 24; Abb. 8 links)⁴⁹ als Fundort des vierblättrigen Speculums entschieden, was zu den überlieferten Daten besser paßt, zumal diesem Haus noch ein weiteres Instrument zuzuschreiben ist, ein Klistier⁵⁰, während im Haus des Acceptus und der Euhodia keine weiteren direkt medizinischen Geräte gefunden wurden. Durch Bliquez' Ergebnisse ist in dieser Insula die Rolle des Hauses des Acceptus und der Euhodia abgewertet worden, auch alle Theorien der redenden Namen (Acceptus: *Empfänger*. - Euhodia: *Guter Weg*⁵¹) sind obsolet. Die Geburtshilfepraxis darf man jetzt in der benachbarten Casa del Medico Nuovo I vermuten (Abb. 11,8).

Eine zweite Arztpraxis in der Altstadt ist das Haus des Aulus Pumphonius Magonianus (VIII 3,10-12; Abb. 8 rechts).⁵² Das Haus ist klein, vorne hat es einen Laden, und eine Stiege führt zum oberen Stock. Und doch berichten die Ausgräber des Jahres 1818 von fast 70 Instrumenten und zusätzlichen Gefäßen und Geräten, die auf die Pharmazie hindeuten. Auch ein gynäkologisches *speculum uteri* wird genannt. Bliquez konnte noch eines der Vaginalspecula auf dieses Haus beziehen⁵³, dazu vielleicht drei Embryohaken und vier Schröpfköpfe. Das kleine Arzthaus war sicher einer der markantesten Fundpunkte in ganz Pompeji, mit dem noch nachweisbaren Schwerpunkt der Gynäkologie.

Besonders auffallend ist bei einem Vergleich der Karten von Eschebach 1984 (Abb. 6) und Bliquez 1994 (Abb. 7), daß Bliquez die vorher fundarmen Regionen I und II merklich auffüllen konnte. Es ist dies die Stadtgegend, von der ein Ausschnitt als einzige greifbare Topographiedarstellung auf einem pompejanischen Fresco erscheint. Im Jahre 59 n. Chr. gab es eine schlimme Massenschlägerei im und beim Amphitheater zwischen Pompejanern und Nucernianern (*Tacitus, Ann.* 14,17), die Tote forderte und Pompeji die Sperrung des Amphitheaters für zehn Jahre durch die kaiserliche Regierung eintrug. Das Ereignis war einem im Haus I 3,23 (Haus des Actius Anicetus) wohnenden Pompejaner ein großformatiges Fresco wert, das uns unbezahlbare architektonische Details liefert (Abb. 18).⁵⁴ Allerdings müssen wir uns von dem hier dargestellten Ereignis des Jahres 59 nun 20 Jahre später in die Tage des 24.-26. August 79 versetzen. Während des Vulkanausbruchs versuchte neben vielen andern auch ein

Arzt zu fliehen, der sein Instrumentenkästchen mit sich trug. Er kam nicht davon; in dem Raum zwischen dem Amphitheater und der sogenannten Palästra, einem großen öffentlichen Platz, fand man ihn und seine Instrumente (Abb. 19).⁵⁵

Unter seinem Skelett lagen die Reste eines Holzkästchens, das fünf runde Bronzeetuis und 16 Instrumente enthielt. Vier runde Büchsen enthielten anscheinend Arzneien, die fünfte einen Satz von Sonden (Abb. 19,11-16), darunter noch erkennbar eine Spatelsonde (Abb. 19,11), eine Löffelsonde (Abb. 19,12) und zwei Ohrsonden (Abb. 19,13-14). Das Instrumentarium enthielt ferner vier Skalpelle (Abb. 19,7-10), deren Klingen trotz der Korrosion noch die unterschiedliche Form erkennen lassen, zwei Pinzetten (Abb. 19,1-2), zwei Wundhaken (Abb. 19,3-4) sowie eine solide Starnadel (Abb. 19,5) und einen Griff (Abb. 19,6), der auch für eine Nadel gedacht war. Es ist ein ausgewogenes Instrumentarium mit einigen Sonden und feinen Instrumenten, mit Pinzetten und Haken, aber auch mit vier Skalpellen und einer Starnadel. Es war also ein Chirurg und Augenoperateur, der mit einem der bisher greifbaren Arzthäuser, aber auch mit einem noch unbekannten Platz zu verbinden ist.

Um das Amphitheater mit seinen temporären Gladiatorenkämpfen muß es mehr als nur einen Chirurgen gegeben haben. Während der Schlägerei von 59 weiteten sich im übrigen die Ausschreitungen auf das ganze Viertel aus; auch in der Palästra neben der Arena wurde gekämpft, wie sich aus dem singulären Fresco (Abb. 18) ergibt.

Südwestlich der Palästra hat man in der anschließenden Insula im sog. Garten des Hercules (II 8,6) angeblich nicht nur sieben Instrumente gefunden⁵⁶, sondern auch die Spuren eines Blumen- und Kräutergartens verbunden mit einigen Olivenbäumen, was für eine pharmazeutische Nutzung der Anlage sprechen könnte. Solche Anlagen innerhalb der Stadtmauern sind keine außergewöhnliche Sache. Nördlich des Amphitheaters besteht ein ganzer Block aus einer Weinpflanzung zusammen mit einem kleinen Restaurant.⁵⁷

Man hat versucht, in der Palästra als einem großen, von Säulenhallen umgebenen Sportplatz die Station eines Arztes zu finden, der als Unfall- und Erste-Hilfe-Arzt bereitstand. Es handelt sich um zwei Räume in der Mitte der Südwestseite der Anlage, gleich seitlich eines kleinen Heiligtums, das sich mit zwei Säulen zur Palästra hin öffnet (II 7,9b; Abb. 20).⁵⁸ Während man normalerweise zur Identifizierung eines Arzthauses

auf Instrumente zurückgriff, fehlen diese hier. Stattdessen wurde an der Wand des ersten Zimmers der (doppelstöckigen) Station (direkt südlich des Heiligtums) eine Wandinschrift in 30-52 cm hohen Lettern gefunden⁵⁹:

AVGPIERCI—DVS
PAPIRI AMANDVM VM
MEDICAVIT

Die von Matteo della Corte später gegebene Umschrift, daß der Arzt Publius Terentius Celadus den Sklaven Amandus behandelt habe (*P. Ter(entius) Celadus Papiri (servum) Amandum medicavit*⁶⁰) ist zumindest phantasievoll. Jemand hat Amandus, den Sklaven (wie man ergänzen darf) des Papius, medizinisch behandelt. Die in sehr großen Lettern in Kalkfarbe aufgemalte Inschrift berichtet also von einem besonderen Ereignis. Ich halte es für lebensfremd anzunehmen, daß in einer echten Notarztpraxis die Wände Inschriften tragen, die sich auf etwas beziehen, was ein Unfallarzt sowieso dauernd tun muß.⁶¹

Es sind dies die beiden einzigen Argumente, die man bei der Suche nach Arztpraxen hat: Inschriften oder Funde wie Instrumente oder Medikamente. Von dem Grundriß der Häuser oder Zimmer her könnten wir eine Praxis ebensowenig erkennen wie spätere Archäologen dies an den modernen Häusern mit Arztpraxen könnten, wenn die Installationen fehlen.

Die große Palästra (II 7)⁶² war allerdings kein reiner Sportplatz. Die Baumbepflanzung⁶³ dürfte eher dafür sprechen, daß man es mit einem öffentlichen Park zu tun hat, auch mit einer Ausstellungsfläche für kleine Märkte oder kleinere Jahrmärkte, besonders dann, wenn es im Amphitheater Spiele gab. Die Gladiatoren wiederum waren im Süden der Stadt, im großen *ludus gladiatorius* (VIII 7,16 nach 62 n. Chr.), sowie im Norden der Stadt kaserniert, in der Gladiatorenkaserne der Regio V 3, welche fast die ganze Insula einnahm; ausgenommen war ein kleines Haus an der Ecke, ein Arzthaus, das man deshalb das Haus des Gladiatorenarztes nennt (Casa del Medico dei Gladiatori V 5,1.2; Abb. 16).⁶⁴ Die Bezeichnung ist wohl akzeptabel, da sein Haus direkt neben der Kaserne liegt. Ob er sich nur auf die Gladiatorenverletzungen verließ, ist eine andere Sache. Die Instrumente, die man dort fand, sind eher feiner⁶⁵: Ein Arzneikästchen und eines jener typischen runden Etuis mit feinen Sonden etc. sprechen nicht für grobe Chirurgie, doch sind wir ja keineswegs sicher über das, was der Arzt und

sein Personal noch mitnehmen konnten. Von Skeletten steht ebenfalls nichts in den Grabungsberichten. Die zwei Münzen des Marcus Aurelius und des Lucius Verus, Verlust vermutlich von Plünderern, habe ich schon erwähnt.

Schräg gegenüber der Gladiatorenkaserne, auf der anderen Straßenseite der Via di Nola, gab es noch einen Arzt, genannt Medico Nuovo II (IX 9,3-5; Abb. 14 und 15). In diesem Haus⁶⁶ befand sich als spezifische Wanddekoration im Raum f, dem Arbeitszimmer, ein Gemälde von Achilleus und Chiron, in diesem Falle wohl eine Anspielung auf Chiron als Schutzpatron der Medizin.

In der Südostecke des Atriums fand man am 2. September 1887 zahlreiche Instrumente (Abb. 15), von denen noch 14 nachweisbar sind: Skalpelle, ein gynäkologisches Speculum, einen Embryohaken, ein Analspeculum, eine Starnadel, ein Klistier, andere Instrumente und etliche runde Etuis für feine Instrumente oder für Arzneien. Der Zufall der Überlieferung hat es gefügt, daß wir hier das reichste Instrumentarium vor uns haben, das sich noch aus den Akten rekonstruieren läßt. Der Arzt scheint umfassend tätig gewesen zu sein; von den Spezialdisziplinen fehlt nur die auch sonst in Pompeji - sicher zufällig - nicht nachgewiesene Zahnheilkunde; immerhin aber sind die Gynäkologie⁶⁷ und die Ophthalmologie vertreten.

Manchmal handelt es sich nicht um eindeutige Arztpraxen, sondern um vornehme pompejanische Häuser, in denen man medizinische Instrumente fand. Dies gilt beispielsweise für die Casa di Marco Lucrezio (IX 3,5.24), am Cardo, der Via Stabiana, gelegen (Abb. 17).⁶⁸ Benannt ist das Haus nach einem dort gefundenen und an Marcus Lucretius gerichteten Brief. Das Geschlecht der Lucretii gehörte zu den prominenten in Pompeji; ihnen gehörten mehrere reiche Häuser, und auch der in dem Brief erwähnte Marcus Lucretius war *flamen Martis* (Marspriester) und *decurio* (Ratherr). Die Wanddekorationen des Hauses gehören in die vespasianische Zeit, man hatte also die Erdbebenschäden von 62 überwunden. Unter den vielen Themen der Wandbilder ist auch wieder einmal die Unterrichtung des jungen Achilleus durch den weisen Arzt und Kentauren Chiron zu sehen. Das Doppelhaus besteht aus der kleineren Wohnung Nr. 24, die sich zu den Zentralthermen in der benachbarten Insula hin öffnet, und einer schönen größeren Wohnung, die vor allem durch den kitschigen Kleinfingerringarten populär wurde. Aus dem Haus stammen aber auch Fresken wie jenes von Herakles und Omphale, die zu den besten Figuralmalereien in

Pompeji zu rechnen sind. Das Haus hatte also einen gewissen Rang. Wenn man es auf Marcus Lucretius direkt bezieht, so kann dieser *flamen Martis* und *decurio* natürlich kein Arzt gewesen sein. Es werden aber aus diversen Plätzen in diesem Hause die Funde von medizinische Instrumenten erwähnt, unter denen Bliquez noch zwei Skalpelle, einen Wundhaken, ein rundes Etui und vielleicht einen Schröpfkopf identifizieren konnte. So muß man annehmen, daß ein Mitglied der *familia* des Hausherrn, vielleicht ein Freigelassener oder Sklave, diese Instrumente besaß. Privatärzte großer Familien waren eine gängige Erscheinung.

Eine besondere Erscheinung sind die Arzthäuser in der vornehmen 6. Region im Westen Pompejis. Anonym bleibt dabei jener Arzt, der so viel wie kein anderer zum Ruhme der pompejanischen Ärzte und Instrumente beigetragen hat: Der Bewohner der Casa del Chirurgo, des Chirurgenhauses, ganz im Nordwesten der Stadt nahe dem Herculener Tor (VI 1,10.23; Abb. 12).⁶⁹

Dieses Haus reicht von einer Straße zur anderen, woraus sich auch der asymmetrische Grundriß erklärt. Wie üblich sieht man ihm die Arztpraxis nicht an. Das Haus ist ein gut erhaltenes Beispiel aus der republikanischen Zeit, der samnitischen Kalksteinperiode, es ist ein altitalisches Atriumhaus mit einem kleinen Gärtchen als Anhang. Berühmt wurde das Haus, das in den Jahren 1770/1771 ausgegraben wurde, durch den im April 1771 im Raum f rechts neben dem Tablinum gemachten Instrumentenfund von mindestens 15 Instrumenten.⁷⁰ Im Laufe des 19. Jahrhunderts begannen bereits jene Berichte, die fälschlich von einem Fund von über 40 Instrumenten sprechen⁷¹, wobei auch Instrumente erwähnt werden⁷², von denen Bliquez nachweisen konnte, daß einige schon Jahre vor 1770 gefunden wurden. So bleibt nach Bliquez' neuer Dokumentation kaum etwas vom Glanz des Chirurgenhauses übrig. Ein Phlebotom und eine Röhre scheinen sicher daher zu stammen (Abb. 13,1-2); eine weitere Röhre und einige Schröpfköpfe (Abb. 13, 3-5) lassen sich noch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit anschließen, aber alles andere muß weggerechnet werden.

Dazu gehört auch die verführerische Überlieferung einer großen Lanzette zum Pferdeaderlaß. Nun sind die Veterinärinstrumente des Altertums sowieso ein Problem, weil wir methodisch bis zu einem inschriftlich bezeugten geschlossenen Fund keinen Anhaltspunkt haben. Der Ausweg, sich die Instrumente ähnlich wie in der Humanmedizin, nur gröber und gegebenenfalls auch größer, vorzustellen, ist sicher zu einfach. In der antiken

Veterinärmedizinliteratur der Spätantike (*Pelagonius, Mulomedicina Chironis*, 4. Jahrhundert, und *Vegetius*, 5. Jahrhundert) wird vom Aderlaß und anderen Eingriffen an Tieren gesprochen, wobei beiderseits scharfe, spitze Messer oder Lanzetten angenommen werden.⁷³ Das spitze Phlebotom im Nationalmuseum von Neapel⁷⁴ kann freilich mit dem angeblichen Veterinärinstrument aus der Casa del Chirurgo schon deshalb nicht identisch sein, weil es aus der Sammlung Borgia und nicht aus Pompeji stammt. Anscheinend meinte man mit der Pferdeaderlaßlanzette auch das Phlebotom der Casa del Chirurgo (Abb. 13,1).⁷⁵ Man war auch deshalb geneigt, dieser Veterinärhypothese zu glauben, weil sich in der Nachbarschaft des Chirurgenhauses vor dem Herculaner Tor auch ein großes Gasthaus mit Parkmöglichkeiten für Pferd und Wagen befand und weil es sicher für das Geschäft günstig war, einen Veterinär in der Nähe zu haben.⁷⁶ Wie wenig man aber solche Gedanken überstrapazieren darf, zeigt der bisher einzige nachweisbare Platz für ein Veterinärinstrument, die Kastrierzange der Casa dei Quattro Stili (I 8, 17.11; Abb. 7 Nr. 25).⁷⁷ - Die Casa del Chirurgo hat jedenfalls den Platz des reichsten pompejanischen Instrumentenfundes an die Casa del Medico Nuovo II (Abb. 14-15) abtreten müssen, wie auch eine Vergleichsgraphik (Abb. 37) eindrucksvoll zeigt.

Im westlichen Stadtviertel, der Regio VI, wo auch die Casa del Chirurgo liegt, befindet man sich in einem vornehmen Wohnbereich, einem richtigen Westend, dessen medizinische Adressen deshalb besonders interessant sind. - Das kleine Haus des Pupius VI 2. 22.15⁷⁸ erstreckte sich quer von einer Straße zur anderen über den ganzen Block hinweg (Abb. 7,16). Es läuft auch unter den Namen Casa delle Danzatrici und Casa di Apollo (dies ist von der zweiten Casa di Apollo, der Casa d'Apolline [VI 7,23] zu unterscheiden). Es war wohl im 2. Jahrhundert v. Chr. aus zwei Häusern zusammengesetzt worden und blieb in dieser Grundstücksform. Das Haus wurde noch unter dem napoleonischen Regime des Roi de Naples 1811 ausgegraben; es ist jenes Haus, wo man am 5. April 1811 vor den Augen der Königin Caroline (Murat) und einer Schwägerin des Zaren eine Schaugrabung veranstaltete und - natürlich - fesselnde Dinge fand. Der Hinweis auf die Medizin liegt in einem ca. 25 x 15 cm messenden Kasten mit Instrumenten (Skalpellen u.a.), die aber bisher als Ensemble noch nicht rekonstruiert werden konnten.

Ähnlich liegen die Argumente bei der sogenannten Casa d'Apolline (VI 7,23).⁷⁹ Es ist ein über Eck gebautes Haus mit einem nicht ganz kleinen

Garten auf der einen Seite. Als Arzthaus steht es deshalb zur Debatte, weil der Fund eines Kastens mit Instrumenten in den Grabungsjournalen überliefert ist, ohne daß es bisher gelang, diese Instrumente im einzelnen zu identifizieren. An der Interpretation des Hauses als Platz eines Arztes wird man hingegen nicht zweifeln. Allerdings ist zu überlegen, ob es nicht ein Arzt gewesen sein könnte, der nur für den Besitzer dieses nicht kleinen Hauses tätig war.

Wohl das vornehmste Medizinerhaus ganz Pompejis ist das Haus des Aulus Vettius Caprasius Felix, die sogenannte Casa del Centauro (VI 9,3-5.10-22)⁸⁰, so genannt nach dem großen Fresko mit Herakles, Deianeira und dem Kentauren Nessos im Tablinum des Hauses. Das Fresko und andere Teile der Dekoration sind noch im 3. Stil der frühen Kaiserzeit gehalten, das Haus hatte also 62 beim Erdbeben nicht katastrophal gelitten. Aulus Vettius Caprasius Felix gehörte zur *gens* der Vettii, denen ja auch das so berühmte Vettierhaus in Pompeji zuzuschreiben ist. Es steht nicht weit davon entfernt.

Die Hauseinrichtung war geschmackvoll und teuer. Einzelne Instrumente und ein rundes Bronzeetui mit Instrumentarium weisen auf die medizinische Profession des Hausherr oder eines Bewohners, andere Funde bieten auf die Heilmittelproduktionweisende Argumente: Man fand Pinzette und *strigilis*, Töpfe diverser Größe mit Resten von Balsam, Waage und Gewichte, viele Karaffen und Flaschen aus Glas. In einer runden Arzneibüchse mit Deckel fanden sich 13 Pillen. Die Besitzer dieses Doppelhauses hatten sich wohl nach dem Erdbeben von 62 umorientiert und statt das Leben eines reichen *homo politicus* zu spielen, betrieb man jetzt ein Gewerbe, ein einträgliches außerdem. Es ist nicht klar, ob die dort gefundenen Instrumente auf medizinische Eigenversorgung deuten, oder ob man zusätzlich zur pharmazeutischen Produktion auch noch Patienten empfing. Ich neige angesichts der Größe des Hauses eher zur Annahme, daß der oder die dortigen Ärzte nur zum Haus gehörten. Die erwähnten Instrumentenfunde⁸¹ lassen sich freilich nicht mehr identifizieren.- Am westlichen Stadtrand westlich des Capitoltempels, noch zur 6. Region gehörend, befand sich eine kleine Apotheke (VI 4,1.2).⁸² Man fand dort ein Reibtäfelchen, eine Löffelsonde, Pillen, in Gläsern eingetrocknete Flüssigkeiten, also genügend Hinweise, um eine Apotheke erkennen zu können.

Wanddekorationen

Der normale Wandschmuck einer Arztpraxis war nicht berufsbezogen. Die einzige bisher greifbare Ausnahme ist das Bild des am Oberschenkel verwundeten Aeneas, den der Arzt Iapyx operiert, eine Szene aus Vergils *Aeneis* in der Casa di Sirico VII 1,25 u 47 (Abb. 21). Dieses kleine Fresko ist deshalb so berühmt und wird in fast allen Medizingeschichten abgebildet, weil es eben singulär ist. Die Casa del Sirico ist übrigens kein Fundplatz von Instrumenten oder sonstigen Hinweisen auf ärztliche Tätigkeit.⁸³ In der *Aeneis* (12, 391-422) versucht der Arzt Iapyx den Pfeil aus der Oberschenkelwunde des Aeneas zu ziehen, doch der mythische Chirurg, Sohn und Schüler Apollons in der Heilkunst, bemüht sich vergeblich. Venus muß mit dem heilkräftigen und blutstillenden Kraut Diktamnne vom Idagebirge auf Kreta helfen, einer Pflanze mit fleischigen Blättern und Purpurblüte. Venus kocht das Diktamnekraut in einem Kessel mit Ambrosia zu einer Lösung auf, beträufelt damit - ohne daß der Chirurg während seiner Arbeit dies merkt - die Wunde, und sofort verschwindet aller Schmerz, das Blut läuft nicht mehr aus der Wunde, und der Pfeil läßt sich herausziehen. Vergils Verse könnten vordergründig als eine Kritik am Chirurgen verstanden werden; sie können aber auch so interpretiert werden, daß ganz selbstverständlich göttlicher Zauber bei einer Operation mit-helfen sollte.

Bei einem einzigen Thema könnte man die Beziehung zur Medizin annehmen, beim Kentauren Cheiron (Chiron), der als des Achilleus Erzieher vorgeführt wird und der einer der Medizinheroen war. Seine Darstellung finden wir an sechs Stellen in Pompeji, darunter auch in den medizinischen Fundplätzen: Casa di Marco Lucrezio, Casa del Medico Nuovo II und Casa d'Apolline.⁸⁴ Das Thema war also in mindestens jedem zweiten Falle mit einem Medizinerhaus verbunden, und dann beginnt man sich doch zu fragen, ob nicht vielleicht doch der Arzt Chiron für diese Themenwahl verantwortlich war.

Die römischen Ärzte erlaubten also an ihren Wänden höchstens einmal eine Anspielung auf große mythische Vorbilder wie Chiron. Auch moderne Ärzte hängen sich schließlich in der Regel keine Operationsbilder an die Wand, nicht in den Wartezimmern der Patienten und schon gar nicht in ihren eigenen Wohnräumen; die römischen Ärzte verhielten sich ebenso.

Analyse der pompejanischen Funde

Es gibt keine Hinweise auf stationäre Behandlung der Patienten, gleichsam in Privatkliniken. Das Thema der Krankenhäuser außerhalb der militärischen *valetudinaria* und außerhalb der *valetudinaria* auf den großen Latifundien ist noch zu offen.⁸⁵ Man könnte sich ihm nur durch exakt beobachtete Befunde nähern, und die sind leider hier nicht vorhanden.

Andererseits ist klar, daß ein Fundplatz mit 239 Instrumenten (Abb. 34) für die Kenntnis der frühkaiserzeitlichen Instrumentaltypologie entscheidenden Wert hat. Die reichen Arztgräber (Abb. 38) der Nordwestprovinzen oder anderer Teil des Reiches (Spanien, Süditalien, Balkan, Türkei, Cyprien) fangen mit dem späten 1. Jahrhundert an und erreichen den Höhepunkt erst im 2. und 3. Jahrhundert, während Funde der Zeit vor 79 n. Chr. seltener sind. Hier legen die Vesuvstädte das grundlegende Fundament, zumal man inzwischen durch Bliquez' Buch weiß, welche Instrumente des Neapler Museums anderswoher und nicht aus den Vesuvstädten stammen (Abb. 33).

Man muß sich vor Augen halten, daß wir über die hellenistischen Instrumente bisher kaum etwas Konkretes wissen. Die spätrepublikanischen und frühkaiserzeitlichen Formen zwischen 100 v. Chr. und etwa 50 n. Chr. sind ein weiteres Problem, weil man sich ja nicht vorstellen mag, daß erst zwischen 62 und 79, noch dazu während der Wiederaufbauarbeiten nach dem Erdbeben von 62, die Metallarbeiter in Pompeji die ganze Palette der Instrumententypen erfunden haben sollten. Man darf vielmehr davon ausgehen, daß eine Menge der pompejanischen Instrumente älter ist als 62, überleben doch solche kleinen Metalldinge in ihren Etuis und Kästen ein Erdbeben besser als große Holzmöbel. Wann aber die typisch römischen Skalpelformen, die Specula und Schröpfköpfe zum ersten Mal wirklich auftauchen, beantworten uns die Funde von Pompeji auch nicht. Ich vermute, auch nach den in spätkeltischen oder republikanischen Plätzen vereinzelt auftauchenden Stücken, daß man im Laufe des 1. Jahrhunderts v. Chr. mit einer Genese der typisch römischen Formen rechnen muß, also in der Zeit zwischen Sulla, Caesar und Augustus, in einem gewissen Sinne der Entwicklung einiger Waffenteile wie des Infanteriehelmes vergleichbar.⁸⁶

Es wird wohl Zufall sein, jedoch müssen wir anmerken, daß uns aus Pompeji bisher einige wichtige Instrumententypen fehlen (Abb. 23). So

haben wir noch kein Blasensteinmesser, das wir durch Funde aus Ephesos⁸⁷, Rom (Abb. 23,1)⁸⁸ und der Schwarzmeerküste (Devnja-Marcianopolis/BG; unpubliziert) kennen. Wir haben auch keine Hohladel zur Extraktion des Grauen Stars, die uns bisher allerdings auch nur in zwei Exemplaren des burgundischen Flußfundes von Montbellet/F (Abb. 24)⁸⁹ bekannt ist, und wir haben z. B. auch noch kein Trepanationsbesteck gefunden; die runden Krontrepane kennen wir bisher zwar nur aus dem Binger Fund (Abb. 23,5), von den Trepanationsbögen kennen wir freilich schon fünf Exemplare (neben Bingen/D noch Funde aus Kolophon/TR und Devnja/BG sowie Exemplare in London und Berlin ohne Fundort).⁹⁰ Auch eine Staphylagra (Abb. 23,3)⁹¹ fehlt bislang unter den pompejanischen Instrumenten; das Exemplar in Neapel, Nationalmuseum Inv. 78032 stammt aus der Sammlung Borgia.⁹² Was ferner auffällig ist: Wir haben keine Zahnzange (Abb. 23,4)⁹³, vielleicht deswegen, weil diese aus Eisen waren und wohl vergangen sind. Schließlich finden sich von den berühmten antiken Kauteria⁹⁴ auch nur einige aus Bronze, die eisernen sind wohl korrodiert.- Daß wir aus den Vesuvstädten keinen Okulistenstempel (Abb. 27) kennen, ist wohl eher kein Zufall, sondern spricht für die Zuweisung dieser Geräte zum Gallischen Zollbezirk.

Für die Typologie der antiken römischen Instrumente⁹⁵ im 1. Jahrhundert n. Chr. bietet Pompeji sicherlich das reichste Material. Die klassische Form der Skalpelle mit myrtenblattförmigem stumpfem Spatel (Abb. 15,1-4; 19,7-10) ist bereits voll ausgebildet, daneben gibt es Spezialformen (Abb. 30), was ein Kennzeichen der frühen Kaiserzeit zu sein scheint. Die vielen Wundhaken (Abb. 15,5-7), Sonden (Abb. 19, 11-16) und Pinzetten (Abb. 31) passen in das normale Formenspektrum. Dankbar sind wir für den Reichtum an gynäkologischen Specula (Abb. 9/10) und an Analspecula (Abb. 15,16). Die charakteristisch römische Form der Schröpfköpfe mit dem deutlichen Knick im Körper ist reichlich vertreten (Abb. 13,4-5). Sowohl Kauteria (aus Bronze, die eisernen sind wohl korrodiert) wie auch etliche Röhren, Katheter und Klistiere finden sich unter dem pompejanischen Material (Abb. 13,2-3). Die Knochenzange mit gebogenen Backen (Abb. 22) ist bisher ein Unikum.

Auffallend ist die geringe Zahl von Funden in Herculaneum. Man kennt dasselbe Phänomen beispielsweise bei den Silbergefäßen. Anscheinend konnten sich vor der langsamer heranrollenden Lavamasse mehr Menschen überlegt retten als dies unter dem Aschenregen Pompejis ge-

schah, den viele Pompejaner zu lange als überstehbar ansahen. Kennzeichnend ist auch ein Vergleich der Zahlen von Lararien mit Statuetten: In Pompeji haben sich 39 Funde registrieren lassen, in Herculaneum nur drei, das heißt, daß die meisten Herculansen auf der Flucht ihre Hausgötter mitnehmen konnten.⁹⁶

Werkstätten

Was die Fabrikation betrifft⁹⁷, so wird man die Produktion am Ort für die Mehrzahl der Stücke akzeptieren, da gerade der Golf von Neapel mit Puteoli und Capua ein Zentrum des Metallimportes (Eisen, Zinn und Zink) sowie der Metallverarbeitung war.- Im Süden, in der 8. Region westlich der Porta di Stabia, gab es schließlich Metallwerkstätten. Eine davon (VIII 7,7.8)⁹⁸ gehörte einem Marcus Surus Garasenus, also einem naturalisierten Orientalen. Wir kennen den Namen aus einem metallenen Militärdiplom des Jahres 71 mit einer ehrenvollen Entlassung (*honesta missio*) nach 26 Dienstjahren als Ruderer in der Flotte von Kap Misenum, in die Surus also im Jahre 45 unter Kaiser Claudius eingetreten war.⁹⁹ Im Alter betrieb Surus eine Metallwerkstatt, die sich im hinteren Raum befand, und dort fand man alles mögliche Gerät, das er fabrizierte. Noch Eschbach schrieb ihm die Instrumente zu, die man nach Gralfs und Bliquez¹⁰⁰ freilich der anonymen Werkstatt VIII 7, 5.6¹⁰¹ zuweisen muß. Dieses Atelier ist deshalb bemerkenswert, weil es anscheinend eine pompejanische Spezialität produzierte: Skalpelle mit kurzen, eigenartig profilierten Griffen (Abb. 30,3) und Skalpelle mit Figuralgriffen in Form einer Herculesbüste (Abb. 30,1-2).¹⁰² Einer der drei bisher bekannten Griffe dieser Form stammt aus dieser Werkstatt, der man deshalb die ganze Serie wird zuschreiben dürfen. Hercules/Herakles ist natürlich ein Symbol der ἀρετή/*virtus*¹⁰³, des auf lebenslangem Mühen beruhenden Ethos.- Das zweite Instrument aus dieser Werkstatt ist eine feine Doppelsonde¹⁰⁴, wie man sie im urologischen Kontext kennt.

Ganz sicher sollten wir aber mit der Theorie der lokalen Produktion nicht sein. Die meisten Produzenten der antiken medizinischen Instrumente haben ihre Produkte nie gestempelt. Man weiß also nicht, wer die schönen und komplizierteren Stücke erfand und herstellte. Andererseits finden sich diverse Herstellerstempel ausgerechnet an Pinzetten, wobei man sich

fragen muß, weshalb diese simplen Geräte als Signaturträger gewählt wurden. Unter den pompejanischen Pinzetten befindet sich ebenfalls eine gezackte Klammer mit dem Stempel des Agathangelus (Abb. 31).¹⁰⁵

Diese Firma jedoch ist durch 16 Funde besonders aus dem Nordwesten bekannt (Abb. 32): Neben Pompeji stehen Belege aus Deutschland (Bonn, Trier, Mainz, Kempten), England (London), Frankreich (Poitiers, Fréjus), der Schweiz (Augst, Vindonissa) und Österreich (Magdalensberg). Agathangelus stellte gezackte Pinzetten, daneben noch Tonmodellierwerkzeug und anderes Kleingerät her. Seine Produkte müssen gar nicht primär medizinisch sein, kann man doch solche Pinzetten für viele Zwecke gebrauchen. Instrumente sind zwar leicht transportierbare Ware, aber angesichts von Funden zwischen Südgallien, Westgallien und dem Rheinland sowie der Fundmassierung im Schweizer Teil von Obergermanien (allein drei Exemplare aus Vindonissa) würde es mich wundern, wenn Agathangelus eine campanische Firma gewesen wäre. Eher wurde die pompejanische Klammer von jemandem aus Gallien eingeführt: Südgallische Sigillata begann in den Jahren vor 79 auch den Markt am Golf von Neapel zu erobern; in einer Kiste fand man noch unausgepackt Keramik aus La Graufesenque in Südfrankreich, 90 Schalen und 30 Lampen¹⁰⁶, ein Zeichen des Niedergangs der Wirtschaft Italiens, der in der zweiten Hälfte des 1. Jahrhunderts deutlich spürbar ist. Also wird auch die gezackte Pinzette mit dem Agathangelusstempel (Abb. 31) ein Import aus Gallien oder der Rheinzone sein.

Fundstatistik und Fundverbreitung: Der medizinische Stadtplan Pompejis

Die Funde medizinischer Instrumente am Golf von Neapel konzentrieren sich bisher auffallend auf das pompejanische Gebiet. Nur ganz wenige Funde aus der Umgebung werden genannt, z. B. ein Grabfund aus Gragnano, also aus dem Gebiet von Stabiae.¹⁰⁷ Weder Neapel noch Pozzuoli oder Baiæ haben nennenswerte Funde gebracht; auch die großen Villen am Abhang des Vesuv in Boscoreale, in Boscotrecase oder in der Ebene in Torre Annunziata haben bisher Funde vermissen lassen. Den Grund kennen wir nicht, denn in den reichen Villen ist medizinische Eigenversorgung anzunehmen.

Wir haben im übrigen auch für die Stadt Pompeji keinen einzigen Anhaltspunkt, daß die greifbaren Ärzte etwas anders waren als Privatärzte, die entweder auf eigene Rechnung arbeiteten oder die als Sklaven oder Freigelassene im Dienste eines *patronus* standen. Einen ἀρχιατρός / *larchiater*, also einen öffentlichen Arzt der Kommune haben wir in Pompeji nicht nachgewiesen (im Hellenismus war der ἀρχιατρός als Königsarzt zu verstehen).¹⁰⁸

Die Funde in einigen großen Häusern in der 6. und 9. Region (Casa d'Apolline [VI 7,23], Casa del Centauro [VI 9,3-5.10-12], Casa di Marco Lucrezio [IX 3,5,24; Abb. 17]) sind als Eigenversorgung zu deuten. Im Falle der Casa del Centauro möchte ich dies trotz der dort festgestellten intensiven pharmazeutischen Produktion annehmen; man arbeitete für den Vertrieb der Medikamente, hielt sich daneben aber wohl einen eigenen Arzt. Anders hingegen in den meisten anderen Fällen, wo die Häuser bescheiden sind, also auch im 6. Bezirk im Falle des Chirurgenhauses (Abb. 12) oder im danebenliegenden Block des Hauses des Pupius (Abb. 7,16): Beide Häuser verraten durch ihren Aufbau und die relativ kleinen Proportionen, daß wir keine großen vornehmen Familien vor uns haben. Hier ist ebenso wie an den meisten anderen Fundplätzen eine gewerbliche Nutzung anzunehmen.- Reklame hat man anscheinend kaum gemacht, mußte dies wohl auch nicht tun. Straßenschilder nach Art der Bordelle (*hic habitat felicitas*) brauchte man nicht. Den Häusern sah man wohl von der Straße aus die Berufsspezifizierung nicht an; vermutlich wußte man in einer auf das Gespräch, auf den Kontakt und auf das Leben in der Öffentlichkeit ausgerichteten Gesellschaft immer genau, wo welcher Arzt wohnte.

Bei der Frage nach den eventuellen Spezialärzten bleibt das Fundbild unpräzise, da auch die Inschriften und Graffiti nichts ausgeben. Immerhin lassen sich Starnadeln und gynäkologische Specula als Spezialisierungshinweise anführen (Abb. 11). Die in Pompeji gefundenen Specula lassen sich deshalb lokalisieren, weil sie so ausgefallen in der Form sind, daß man sie in den Grabungsjournalen leicht identifizieren kann. Die Specula sind in jeder Variation vorhanden, vom zweiblättrigen Speculum, dem Analspeculum (Abb. 15,18), bis zu den normalen dreiblättrigen Vaginalspecula (Abb. 9,2; 15,16) und dem bisher einzigen Beispiel für die vierblättrige Ausführung (Abb. 10). Diese ist bisher nur in diesem einzigen Beispiel erhalten, der Fundort ist in einer Arztpraxis der Altstadt zu sehen, der Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24).¹⁰⁹

Man darf aber die Fundkarte der drei gynäkologischen Specula (Abb. 11) nicht mit einer Karte sämtlicher Frauenärzte gleichsetzen. Schon gar nicht ist dies ein Hinweis auf Ärztinnen, die es bekanntlich bei den Römern sehr wohl gab, nicht nur mit dem Schwerpunkt der Gynäkologie und der Geburtshilfe. Die zahlreicher vertretenen Starnadeln (Abb. 11) zeigen, wie weit verbreitet diese Spielart des antiken Spezialistentums war. Es konnte ein geübter Allgemeinarzt¹¹⁰ auch die Spezialzweige der Gynäkologie und der Ophthalmologie mitbetreuen, wie dies in Pompeji der Arzt der Casa del Medico Nuovo II (IX 9,3-5; Abb. 15) tat: Er besaß eine Starnadel ebenso wie ein Vaginalspeculum (Abb. 15,13 und 16).

Man darf aber nicht meinen, daß der von Bliquez und Jackson aufgestellte neue Katalog das gesamte Fundmaterial der pompejanischen Häuser zeigt, so wie sie 79 verschüttet wurden. Das verhindert schon das moderne Dokumentationsdurcheinander. Von den 239 aus Pompeji faßbaren Instrumenten sind 102 (42,7%) topographisch nicht festgelegt (Abb. 34). Im Stadtplan sind 25 Fundplätze greifbar (Abb. 7). Die 137 zuschreibbaren Instrumente verteilen sich auf 14 sichere Plätze (Abb. 7,1-13 und 25), während es daneben 11 Fundplätze gibt (Abb. 7,14-24), die man nur aus den Quellen erschließen kann, und es ist möglich, daß sich unter dem Material der 102 allgemein aus Pompeji stammenden Instrumente auch ein Teil jener Funde verbirgt, die zu diesen Plätzen gehörten.

Es gab aber noch viel mehr Instrumentfunde in Pompeji, die durch die Nachlässigkeit der modernen Menschen wieder verlorengingen. Allein aus dem Jahre 1873 erwähnt Fiorelli Streufunde von mehreren Dutzend Instrumenten oder ganzen Etuis mit Instrumenten in fast einem Dutzend Häuserblocks der Regionen I, VII, VIII und IX.¹¹¹ Diese Funde konzentrierten sich auf die Altstadt der Regionen VII und VIII sowie auf die Häuser beiderseits des Cardo, der Via di Vesuvio/Via Stabiana, die von Nordwesten nach Südosten verläuft. In diesem Bereich sind also mehr Fundorte anzunehmen, als wir jetzt zeigen können (Abb. 7).

Die vom gesamten pompejanischen Material angebotenen Typen (Abb. 33) sind in keinem der greifbaren Arzthäuser insgesamt vertreten. Das reichste Spektrum bietet noch die Casa del Medico Nuovo II, gerade auch im Vergleich zur Casa del Chirurgo, die vorher so hoch eingeschätzt worden war (Abb. 37). Im Material der übrigen pompejanischen Instrumentarien (Abb. 35/36) finden sich jeweils große typologische Lücken; die gebogene Knochenzange beispielsweise (Abb. 22) ist keinem bekannten

Fundpunkt zuschreibbar, den Typus der Staphylagra (Abb. 23,3) hat man bisher in Pompeji überhaupt nicht gefunden: Man kann sich aus den Graphiken Abb. 35-37 leicht ein Bild machen. Dennoch bleibt das pompejanische Material insgesamt für die frühe Kaiserzeit der wichtigste Bezugspunkt.

Stadtärzte, Landärzte, Ärztinnen

Darf man einen Unterschied zwischen Stadtarzt und Landarzt machen? Ich glaube nicht, daß wir aus den uns zugänglichen Befunden dies klar beantworten können. Gewiß, der reine Spezialist gedeiht am besten in der Stadt, wie wir schon bemerkten. Doch bereits unsere Hauptquelle außerhalb der Siedlungsfunde, die Arztgräber (Abb. 38), lassen kaum soziale Schlußfolgerungen zu. Man kann keineswegs sagen, daß die reichsten Gräber auch von den wichtigsten Plätzen stammen. Die beiden zahlenmäßig reichsten Gräber des Reiches stammen aus Bingen am Rhein, Rheinland-Pfalz/D und aus Nea Paphos/CY, beides keine Großstädte. Mehr als zwei Drittel (67,9%; Abb. 39) der uns bekannten Arztgräber wurden auf dem Lande oder in kleineren Siedlungen gefunden. Das Phänomen, daß man toten Ärzten ihre Instrumente ins Grab mitgab, liegt nicht an der sozialen Struktur eines Platzes oder des Toten, sondern ist ein religiöses und geistiges Problem.¹¹²

Wie das typische Grab eines Allgemeinarztes in ländlicher Umgebung aussah, zeigt uns das Grab eines Arztes aus der Zeit des Gallischen Sonderreiches von Saint-Privat d'Allier, Haute-Loire/F (Abb. 40).¹¹³ Die Münzen in diesem Brandgrab gehen von den Flaviern bis zu Gallienus, der Tote kam also entweder ganz am Ende der Regierungszeit des Gallienus (260-268), also in Gallien unter dem Sezessionskaiser Postumus (260-268) oder seinen Nachfolgern in die Erde, vermutlich in den Jahren um 270. Das Grab enthielt Hinweise auf Magie in Form eines runden Glasamulets und dreier steinzeitlicher Feuersteinwerkzeuge, die als sogenannte Blitzsteine über die Zeiten hinweg als Träger magischer Kräfte angesehen wurden (Abb. 40,8). Als Arzt in Zentralgallien war der Tote universell gerüstet. Er hatte Skalpelle (Abb. 40,2, 3 und 5), darunter solche mit Einlegearbeiten im Geschmack der frühen Kaiserzeit, was dafür spricht, daß man solche Utensilien gut aufhob und pflegte. Neben der Chirurgie zog er Zähne (Abb.

40,4 und 5 sind Reste eiserner Zahnzangen) und stellte - auch mit Hilfe der Spatelsonde (Abb. 40,1) - Augenarzneien (Kollyria) her. Der Okulistenstempel (Abb. 40,7) verzeichnet die Rezepte eines Sextus Polleius Sollemnis, mit dem der Grabinhaber vielleicht, aber nicht sicher identisch ist. Die Beigabe von vier Amuletten spiegelt vielleicht die extreme Unsicherheit jener Jahre der gallischen Sezession wider.

Ein bestimmter Berufskreis, nämlich die Medizinerin, ist in Pompeji noch nicht vertreten, obwohl es zeitlich möglich wäre. Man hat früher den Frauen vor allem die Tätigkeit der Geburtshelferin, der Hebamme und der Kräuterfrau zuweisen wollen. Hier hilft die Archäologie, das historische Bild zu korrigieren. Durch Inschriften und Grabfunde lassen sich Ärztinnen im gesamten Imperium nachweisen¹¹⁴; es sind nicht nur Hebammen, sondern auch Zahnzieherinnen, Baderinnen und Chirurginen.

Zu den Medizinerinnengräbern ist die Paralleldokumentation der griechischen und lateinischen Inschriften die notwendige Ergänzung. Die Karte (Abb. 41) zeigt meistens Sepulkralinschriften, in einigen Fällen auch Ehreninschriften und Bauinschriften zwischen dem Hellenismus und der Spätantike. Nicht kartiert sind dabei literarische und papyrologische Dokumente, selbst wenn man sie geographisch orten kann. - Die Inschriften stehen auf Stein (Abb. 42), Metallinschriften sind bislang nicht dabei. Die Stellung der Frauen im Rahmen der ärztlichen Tätigkeit im Hellenismus und im Römerreiche war also nicht auf frauenbezogene Felder wie die Hebamme beschränkt. Über die Inschriften hinaus verraten uns die Grabinventare, daß Frauen auch als Zahnärztinnen und als Chirurginen tätig sein konnten. Frauen konnten damit bereits in den Jahren zwischen Christi Geburt und dem 3. Jahrhundert n. Chr. Berufen nachgehen, die sie sich im Europa des 19. Jahrhunderts erst wieder zurückerobern mußten. Freilich steht in diesem Punkte Pompeji abseits, weil sich die pompejanischen Ärztinnen, wenn sie denn existierten, in den Befunden nicht fassen lassen.

Aber auch für die männlichen Ärzte verlassen uns die pompejanischen Inschriftenfunde, wenn man von der Wandinschrift in der Palästra absieht, die ich bereits erwähnte. Sonst fehlen uns Inschriften pompejanischer Ärztinnen und Ärzte, während man aus Neapel, Puteoli, Baiae und Misenum (die campanische Hauptstadt Capua nicht einmal mitgerechnet) eine ganze Reihe von Ärzten kennt, darunter auch Flottenärzte.¹¹⁵

Versorgungsdichtestatistik

Das pompejanische Material erlaubt eine Statistik. Hans Eschebach hatte seinerzeit seine Fundpunkte (Abb. 6) auf die vermutlich nicht mehr als 10000 Einwohner Pompejis¹¹⁶ umgerechnet, und kam so auf einen Arzt für durchschnittlich 500 Einwohner. Inzwischen hat sich die Zahl der Arzthäuser und Fundplätze auf 25 erhöht (Abb. 7). Wenn man die Streufunde ebenso in Betracht zieht wie die Tatsache, daß vom Areal Pompejis noch ein Drittel unter dem Boden liegt, dann ist innerhalb der Mauern Pompejis mit einer Zahl von gut 40 Häusern mit solchen Funden zu rechnen, wobei rein kosmetische Instrumente wie bei uns auch praktisch in jedem Haushalt zu erwarten sind.

Es wäre aber zu simpel, einfach ein Verhältnis 10000:40 zu berechnen, was einen Arzt auf 250 Einwohner bedeuten würde. Pompeji ist nicht als Stadt allein zu betrachten, sondern auch als Hafenstadt (Abb. 4).¹¹⁷ Im Areal zwischen der vermutlichen antiken Sarnusmündung und den südlichen Stadtmauern ist mit großer Wirtschaftsaktivität zu rechnen, aber kaum mit Arztpraxen, sodaß sich alle dort Tätigen logischerweise in der Stadt behandeln ließen. Das Stadtgebiet, der *ager Pompeianus*, umfaßte aber noch weitere Gebiete, alle südlich des Vesuvgipfels gelegen (Abb. 3).¹¹⁸ Eine Schätzung der dortigen Einwohnerzahl ist kaum möglich, auch werden sich die Bewohner der großen Villen am Vesuvabhang (Boscotrecase, Boscoreale) oder in Oplontis (Torre Annunziata) medizinisch selbst versorgt haben, so wie es in Pompeji etwa die Casa di Marco Lucrezio zeigt (Abb. 17). Dennoch wird ein beträchtlicher Teil der Bevölkerung dieses Gebietes Dienste der in Pompeji tätigen Ärzte in Anspruch genommen haben.

Ich verdopple deshalb hypothetisch die Einwohnerzahl des von den möglicherweise 40 Ärzten versorgten Areals von Pompeji und dem *ager Pompeianus* von 10000 auf 20000¹¹⁹: Das Verhältnis dieser Einwohnerzahl zur hypothetischen Arztzahl ergibt den Annäherungswert von einem Arzt auf ca. 500 Menschen (Abb. 44).

In der Stadt Mainz waren im Dezember 1987 etwa 450 niedergelassene Ärzte verzeichnet, einschließlich der Nuklearmediziner und Psychotherapeuten. Das wäre bei einer Einwohnerzahl von 180 000 ein Arzt auf 400 Einwohner (Abb. 44). Da man aber dazu die intensive Krankenhausbetreuung hinzurechnen muß, ist eine noch dichtere Statistik anzunehmen.

Dennoch bleibt erwähnenswert, wie sehr sich die antiken Werte diesen modernen Zahlen ähneln. In der Versorgung mit praktischen Ärzten, den Allgemeinmedizinem, darf man die Zahlen gar nicht vergleichen, denn da war das Altertum der heutigen Medizin mit ihrer Spezialisierungstendenz überlegen. Während man heute einen praktischen Arzt schon suchen muß, war er in der Antike natürlich die Regel, und der Facharzt war die Ausnahme; heute ist es umgekehrt (1987 fand man in Mainz mit seinen 180000 Einwohnern nur noch 48 praktische Ärzte, also kaum mehr, als wir für die 20000 Einwohner Pompejis und seines Umlandes annehmen dürfen).

Im Jahre 1996 hatte sich die Situation in Mainz und Umgebung soweit verändert, als für die 3,8 Millionen Einwohner des Landes Rheinland-Pfalz 15083 Ärzte registriert waren, was einen Durchschnitt von einem Arzt auf 250 Menschen ausmacht (Abb. 44). Da in diese Statistik auch die dünn besiedelten Waldgebiete von Hunsrück, Eifel und Westerwald einberechnet sind, heißt dies, daß zwischen 1987 und 1997 die ärztliche Präsenz in den Großstädten wie Mainz rapide zugenommen hat. Aber auch mit all diesen Zahlen der Gegenwart können die sehr approximativen Zahlen der kleinen Hafenstadt am Golf von Neapel mithalten.

Ein anderes Beispiel aus Griechenland: Für das Jahr 1983 liegen Angaben vor, daß in Griechenland die ärztliche Versorgung pro Kopf der Bevölkerung zwischen 56 und 513 Ärzten pro 100000 Menschen schwankt (Abb. 43).¹²⁰ Den höchsten Satz weisen die Gebiete um Thessaloniki, Ioannina, Patras und Athen aus (273-513 Ärzte pro 100000). Für Athen kann man mit 500 Ärzten pro 100 000 rechnen, also mit einem Arzt auf 200 Menschen.

Die für Pompeji möglichen Zahlen sind deshalb beachtenswert, weil die Römer ja erst seit den Jahren um 100 v. Chr. in Konsequenz ihrer Kleinasienexpansion die wissenschaftliche Medizin der Griechen einführten, wobei der Arzt Asklepiades von Prusa eine wichtige Rolle gespielt hat. In den Jahren um 80 v. Chr. und danach erfolgte auch der tiefe soziale Einschnitt in Pompeji, das Sulla mit seinen Veteranen zu einer römischen *colonia* machte. Die gräko-römische Medizin neuer Art wird also in Pompeji beim Vesuvausbruch nur etwas mehr als 100 Jahre Tradition gehabt haben. Nirgendwo sonst können wir deshalb die Schriftquellen von dem Erfolg der Ärzte in der frühen Kaiserzeit unter Augustus, Claudius, Nero so konkret überprüfen wie hier in der kleinen Stadt am Golf von Neapel.

Die konsequente Dichte der medizinischen Präsenz ist das überra-

schendste Ergebnis. Dabei fehlen uns die reinen Diagnostiker vollkommen, weil wir ja aus den archäologischen Funden und den Inschriften urteilen. Was wir verzeichnen, sind die Chirurgen und Pharmazeuten, aber es dürfte daneben noch eine Reihe von Ärzten gegeben haben, die wir damit nicht fassen können.

Es stellen sich aber auch spezielle Fragen für den Befund in Pompeji. Wenn die Zerstörungen des Erdbebens von 62 wirklich so schlimm waren, wenn Pompeji wirklich im Jahre 79 noch ein halbes Ruinenfeld war, dann ist die starke Präsenz medizinischer Instrumente statistisch noch höher zu bewerten. Oder müssen wir den umgekehrten Schluß ziehen? Müssen wir annehmen, daß man gerade wegen der unsicheren Stadtsituation stark auf Selbstmedikation setzte? Daß wir also Pompeji nicht als Normalfall, sondern als Ausnahmefall sehen müssen? Es steht freilich zu befürchten, daß die im Moment einsetzende dritte Zerstörung Pompejis durch moderne Erdbeben, moderne Mißwirtschaft und modernen Tourismus viele Fragen unlösbar machen wird.

Wie bei allen Notwendigkeiten des täglichen Lebens wie dem Hausbau, der Versorgung mit frischen Nahrungsmitteln oder der Versorgung mit Frischwasser hat man auch im Falle der medizinischen Versorgung Pompejis das sichere Gefühl, daß die Römer diesen Problemen mit Verantwortungsgefühl und Sinn für Qualität begegneten. Es ist auch für uns noch sehr nützlich, daß wir uns diese Zahlen und Informationen vergegenwärtigen.

Anmerkungen

1. Die uns erhaltenen medizinischen Geräte des gräko-römischen Altertums bestehen in der Regel aus einer Kupferlegierung, also Bronze oder Messing. Ich nenne im folgenden nur dann das Material, wenn es sich nicht um eine Kupferlegierung handelt.
2. Vgl. allgemein Jackson 1988; Krug 1993; Künzl 1996.- Zum Hellenismus jetzt ausführlich von Staden 1989.
3. Künzl 1991, 195 Abb. 12.
4. Künzl 1983.
5. Dazu Künzl 1996, 2464-2473.
6. Künzl u. Weber 1991, Taf. 37b,c.

7. Künzl 1991.
8. Künzl 1986a.
9. Künzl 1983, 74-78 § Gallia Lugdunensis. Lutetia/Paris Abb. 49-51.
10. Minchev 1983.
11. Bliquez 1994; Jackson 1994.
12. Gibbins 1988; D'Atri u. Gianfrotta 1986.
13. Künzl 1997.
14. Étienne 1974, 111 nimmt 12000 bis 15000 an.
15. Andreau 1973; Andreau 1979; Étienne 1979; La regione sotterrata dal Vesuvio 1982; Albore Livadie 1986; Adam 1986; Archäologie und Seismologie 1995; Renna 1992.
16. Oft abgebildet, z. B. Reinach 1922, 117,2; Étienne 1974, Abb. 24; Pompeii 1978, 60; Zevi 1979, Taf. 1; Jashemski 1979, 220 Abb. 318; Guillaud u. Guillaud 1990, Frontispiz.
17. CIL X 1018; Étienne 1974, 13.
18. Andreau 1979; Descœudres 1993.
19. Döhl u. Zanker 1979, 185.
20. Étienne 1974, 15f.
21. Pompeji 1973, 60.
22. Étienne 1974, 30-32 Abb. 3.
23. Étienne 1979, 45.- Abbildungen neuzeitlicher Gemälde mit Vesuvausbrüchen: Murphy 1978.
24. Étienne 1974, 42f.
25. CIL IV 1227; CIL IV 2995; CIL IV 8114; della Corte 1934; Étienne 1974, 42.
26. Eschebach 1984, 56; Corti 1964, 117f., 123. 128.
27. Descœudres 1993.
28. Jackson 1995.
29. Künzl 1983a; Künzl 1996, 2602f. Abb. 14.
30. Jackson 1996.
31. E. Künzl, in: Feugère u.a. 1985, 468f. Abb. 14.
32. E. Künzl, in: Feugère u.a. 1985, 468-477 Abb. 18/19; Künzl 1986.
33. Künzl 1986a.
34. Künzl 1983, 87-93.
35. Künzl 1983; Künzl 1996 passim.
36. Künzl 1984a.
37. Künzl 1996, 2636 Abb. 33.

38. Vulpes 1847.
39. Eschebach 1984.
40. Bliquez 1994.
41. Fiorelli 1860, 1862, 1864; Fiorelli 1861-1865; Fiorelli 1867; Fiorelli 1868-1879; Fiorelli 1873.
42. Vulpes 1847, Taf. 1; Bliquez 1994, Nr. 242.
43. Eschebach 1984, 4-5 Abb. 2.
44. Bliquez 1994, 78-98 mit Fundkarte nach S. 88.
45. Eschebach 1984, 48-50 Nr. 8.
46. della Corte 1965, Nr. 505-506; CIL IV 3595.
47. Eschebach 1984, 50.
48. Notizie degli Scavi 1882, 420.
49. Eschebach 1984, 45-47 Nr. 7; Bliquez 1994, 81f. Nr. 3.- Zum Haus allgemein: Eschebach 1993, 383; Jashemski 1993, 217 Nr. 442 Fig. 252.
50. Bliquez Nr. 231.- Die von Bliquez S. 97 unter diesem Haus noch erwähnten zwei Embryohaken lassen sich im Katalog freilich nicht nachweisen.
51. Eschebach 1984, 50.
52. Eschebach 1984, 38-40 Nr. 5; Bliquez 1994, 81 Nr. 2.- Zum Haus allgemein: della Corte 1965, 230 Nr. 459; Corpus Topographicum Pompeianum II 1983, 301; Eschebach 1993, 364f.
53. Bliquez 1994, Nr. 292.
54. Neapel, Nationalmuseum Inv. 112222. Reinach 1922, 272,2; Pompeii 1973, 18; Étienne 1974, 109f. Abb. 41; Pompeii 1978, 35; Graefe 1979, 106 Abb. 123 (neue Umzeichnung Graefes) und 107 Abb. 124 (alte Umzeichnung von Giulio de Petra); Castrén 1979, 54 Fig. 19; Künzl 1988, 116 Abb. 73.- Zum Haus vgl. Schefold 1957, 12; Eschebach 1993, 24.
55. Maiuri 1939, Abb. 30-32; Künzl 1983, 12 Abb. 3-5; E. Künzl, in: Feugère 1985, 450. 452 Abb. 6; Eschebach 1984, 62f. Nr. 13 Abb. 92-94; Bliquez 1994, 87f. Nr. 9 Taf. 23a,b; Künzl 1996, 2592f. Abb. 8.
56. Jashemski 1979, 279 Anm. 46; Eschebach 1984, 59f. Nr. 12; Bliquez 1994, 92 Nr. 27. Zum Haus allgemein: Corpus Topographicum Pompeianum III A 1986, 57; Eschebach 1993, 97.- Die Instrumente waren 1981 nicht auffindbar. Jashemskis Angaben sind

- leider nur summarisch, sie erwähnt keine Typen; so auch Jashemski 1993, 94 Nr. 153.
57. Vgl. allgemein Jashemski 1979.
 58. Eschebach 1984, 60-63 Nr. 13 Abb. 90/91.- Zum Bau allgemein: Corpus Topographicum Pompeianum III A 1986, 54; Eschebach 1993, 95.
 59. della Corte 1939, 304 Nr. 399.
 60. Not. Scavi 1939, 304 Nr. 399; della Corte 1965, 403 Nr. 878/879.- Vgl. auch die Version bei M. della Corte, in: CIL IV (Inscriptiones Pompeianae parietariae et vasorum fictilium) 8810 mit der Umschrift: Aug(ustalis?) Pier(us) C[ela?]^{us} (vel C[lau]^{us}?) / Papiri (servum) Amandu[m...]^{um} / medicavit.
 61. Skeptisch gegenüber der Erklärung als Arztstation auch L. Richardson, jr (Brief vom 20. 3. 1989).
 62. Richardson 1988, 211-215.
 63. Jashemski 1993, 92 Nr. 148 Plan 29.
 64. Eschebach 1984, 53-56 Nr. 10; Bliquez 1994, 86 Nr. 7.- Zum Haus allgemein: Eschebach 1993, 145.
 65. Rechteckiges Kästchen Nr. 296 und rundes Etui Neapel, NM. Inv. 119888.
 66. Eschebach 1984, 56-59 Nr. 11; Bliquez 1994, 84-86 Nr. 6.- Zum Haus allgemein Eschebach 1993, 440f.; Jashemski 1993, 246 Nr. 510 Plan 93.
 67. Bliquez 1995.
 68. Eschebach 1984, 50-53 Nr. 9; Bliquez 1994, 82f. Nr. 4.- Zum Haus allgemein: Overbeck u. Mau 1884, 314 Fig. 170; Eschebach 1993, 413f.; Jashemski 1993, 231-233 Nr. 479 Plan 27.
 69. Eschebach 1984, 6-10 Nr. 1; Bliquez 1994, 79f. Nr. 1; Zum Haus allgemein: Overbeck u. Mau 1884, 279f. Fig. 155; Schefold 1957, 92f.; Corpus Topographicum Pompeianum II 1983, 246; Richardson 1988, 111. 391; Jashemski 1993, 119 Nr. 202 Plan 40; Eschebach 1993, 152f. mit der ält. Lit.
 70. Bliquez 1994, 79f. mit Zitat von Fiorelli 1860, 1, 254 und Notizen von Francesco La Vega.
 71. Zitate bei Bliquez 1994, 80 Anm. 295.
 72. Bliquez 1994, Nr. 91, 92, 103, 104, 139, 141, 142, 242.
 73. Rieck 1932, 2ff.

74. Vulpes 1847, Taf. 6,1; Milne 1907, Taf. 19,1; Bliquez 1994, Nr. 55.
75. Bliquez 1994, 26 Nr. 53.
76. Vgl. dazu Bender 1975, Abb. 23/24.
77. M. Pagano, in: *Riscoprire Pompei* 1993, Nr. 49.- Zum Haus allgemein Eschebach 1993, 46f.; Jashemski 1993, 43 Nr. 53.
78. Eschebach 1984, 10-14 Nr. 2; Bliquez 1994, 90 Nr. 16.- Zum Haus allgemein *Corpus Topographicum Pompeianum II* 1983, 247f.; Eschebach 1993, 158f.; Jashemski 1993, 122f. Nr. 211.
79. Eschebach 1984, 14-26 Nr. 3; Bliquez 1994, 91f. . Zum Haus allgemein vgl. Schefold 1957, 102f.; Richardson 1988, 333-337; Eschebach 1993, 181f.; Jashemski 1993, 130-132 Nr. 246.
80. della Corte 1965, 213f. Nr. 427; Eschebach 1984, 26-38 Nr. 4; Bliquez 1994, 91 Nr. 23.- Zum Haus allgemein: Overbeck u. Mau 1884, 330 Fig. 174; Eschebach 1993, 189f.; Jashemski 1993, 138 Nr. 255-258.
81. Fiorelli 1862, 4, 218-229.
82. Eschebach 1984, 63 Nr. 15; Bliquez 1994, 89 Nr. 15.- Zum Haus allgemein Eschebach 1993, 166f.
83. Milne 1907, Taf. 44; Tabanelli 1956, Taf. 76; Tabanelli 1958, Taf. 100/101; Jackson 1988, 127 Abb. 33; Matthäus 1989, Abb. 24; Guillaud u. Guillaud 1990, 189 Abb. 283.- Zum Haus vgl. Overbeck u. Mau 1884, 320 Fig. 171; Schefold 1957, 164-166.
84. Index bei Schefold 1957.- VI 7,18 Casa d'Adonide ferito.- VI 7,23 Casa d'Apolline (als Schilddekoration im Bilde von Achilleus unter den Töchtern des Lykomedes: Eschebach 1984, 18 Abb. 22; Jashemski 1993, 131 Fig. 141).- VIII 7,28 Priesterwohnung im Isis-tempel (bei Schefold 1957 unter VIII 8,28).- IX 3,5 Casa di Marco Lucrezio.- IX 5,6.17 Haus eines Großhändlers.- IX 9,3-5 Casa del Medico Nuovo II.
85. Harig 1971; Künzl 1991, 197-202.
86. Künzl 1991.
87. Künzl 1983, 45 Asia 1 Abb. 15,17-18; Künzl 1983a; Künzl 1996, 2597 Abb. 11,17-18.
88. Künzl 1983a; Künzl 1996, 2602f. Abb. 14,6-7.
89. Feugère u.a. 1985; Feugère u.a. 1988; Künzl 1996, 2612f. Abb. 19,3-5.
90. Künzl 1983, 84f. *Germania superior* 4 Abb. 59-60; Jackson 1990,

- Fig 5,8; Künzl 1996, 2587 Abb. 4.
91. Jackson 1992.
 92. Bliquez 1994, Nr. 243.
 93. Künzl und Weber 1991; Künzl 1996, 2618f. Abb. 23.
 94. Bliquez 1994, Nr. 103-104 (Pompeji), 105 (Sammlung Borgia), 106 (Herculaneum).
 95. Überblicke bei Künzl 1983; Jackson 1990; Künzl 1996.
 96. Für die Angaben danke ich A. Kaufmann-Heinimann (Basel), welche gerade die Publikation einer Analyse römischer Lararien vorbereitet.
 97. Künzl 1984.
 98. Eschebach 1993, 389.
 99. CIL X 867; della Corte 1965, 263 Nr. 518.
 100. Eschebach 1984, 63-66 Nr. 18; Grafts 1988, 60f., 69f.; Bliquez 1994, 83f. Nr. 5.
 101. Eschebach 1993, 389.
 102. Bliquez 1994, Nr. 40-42.
 103. Bliquez 1992; Bliquez 1994, 99-106.
 104. Bliquez 1994, Nr. 213.
 105. Bliquez 1994, Nr. 259.
 106. Atkinson 1914; Étienne 1979, 168.
 107. Künzl 1983, 108 § Italia, Stabiae.
 108. Pohl 1905; Nutton 1977.
 109. Eschebach 1984, 45-47 Nr. 7; Bliquez 1994, 81f. Nr. 3.
 110. Jackson 1993.
 111. Fiorelli 1873, 169; Eschebach 1984, 66.
 112. Künzl 1996, 2464-2473.
 113. Künzl 1983, 57 Gallia Aquitania 3 Abb. 25-26; Künzl 1996, 2594f. Abb. 9.
 114. Künzl 1995; Künzl 1997; Künzl u. Engelmann 1997.
 115. Gummerus 1932, Nr. 207; CIL X 1497 (Neapolis).- Nr. 208; CIL X 1546 (Puteoli).- Nr. 209; CIL X 1929 (Puteoli).- Nr. 210; CIL X 2858 (Puteoli).- Nr. 211; CIL X 3441 (Misenum).- Nr. 212; CIL X 3442 (Baiae).- Nr. 213; CIL X 3443 (Baiae).- Nr. 214; CIL X 3444 (Misenum).- Nr. 215; CIL X 3599 (Neapel).- Vgl. Auch Nutton 1970.
 116. Eschebach 1970, 61; Eschebach 1984, 66.

- 117. Eschebach u. Eschebach 1995, 94-97 Abb. 37.
- 118. Étienne 1974, 105-111; Eschebach u. Eschebach 1995, 1-4.
- 119. Étienne 1974, 111 zählt zu seinen 12000 bis 15000 Stadtbewohnern noch 3000 bis 5000 Landbewohner, was zusammen auch die hypothetische Zahl von 20000 ergibt.
- 120. Lienau 1989, 189 Abb. 13.

Bibliographie

- Adam 1986: J.-P. Adam, Observations techniques sur les suites du séisme de 62 à Pompéi. In: Albore Livadie 1986, 67-89.
- Albore Livadie 1986: C. Albore Livadie (ed.), Tremblements de terre, éruptions volcaniques et vie des hommes dans la Campanie antique (Napoli 1986).
- Andreau 1973: J. Andreau, Histoire des séismes et histoire économique. Le tremblement de terre de Pompéi (62 ap. J.-C.). Annales. Économies, Sociétés, Civilisations 28, 1973, 369-395.
- Andreau 1979: J. Andreau, Il terremoto del 62. In: Zevi 1979, 40-44.
- Archäologie und Seismologie 1995: Archäologie und Seismologie. La regione Vesuviana dal 62 al 79 D.C. Problemi archeologici e sismologici. Colloquium Boscoreale 1993 (München 1995).
- Atkinson 1914: D. Atkinson, A hoard of Samian ware from Pompeii. Journal Roman Stud. 4, 1914, 27-64.
- Behrens 1939: G. Behrens, Schädeltrepanation im römischen Bingen. Saalburg-Jahrbuch 9, 1939, 4f.
- Bender 1975: H. Bender, Römische Straßen und Straßenstationen. Kleine Schriften zur Kenntnis der römischen Besetzungsgeschichte Südwestdeutschlands 13 (Stuttgart 1975).

- Bliquez 1992: L. J. Bliquez, The Hercules Motif on Greco-Roman Surgical Tools. In: Krug 1992 (Hrsg.), From Epidaurus to Salerno. Symposium held at ... Ravello, April, 1990. PACT 34, 1992, 35-50.
- Bliquez 1994: L. J. Bliquez, Roman Surgical Instruments and Other Minor Objects in the National Archaeological Museum of Naples. With a Catalogue of the Surgical Instruments in the "Antiquarium" at Pompeii by Ralph Jackson (Mainz 1994).
- Bliquez 1995: L. J. Bliquez, Gynecology in Pompeii. In: van der Eijk u.a. 1995, 209-223.
- Corti 1964: E. C. C. Corti, Untergang und Auferstehung von Pompeji und Herculaneum. 8. Aufl. Hrsg. Th. Kraus (1964).
- CIL: Corpus Inscriptionum Latinarum. Berlin 1871ff.
- Corpus Topographicum Pompeianum II 1983: Corpus Topographicum Pompeianum II. Toponymy (Rome 1983).
- Corpus Topographicum Pompeianum III 1984: Corpus Topographicum Pompeianum III. The RICA Maps of Pompeii (Rome 1984).
- Corpus Topographicum Pompeianum III A 1986: Corpus Topographicum Pompeianum III A. The Insulae of Regions I - V (Rome 1986).
- Corpus Topographicum Pompeianum IV 1977: H. B. Van der Poel, Corpus Topographicum Pompeianum IV. Bibliography (Rome 1977).
- Corpus Topographicum Pompeianum V 1981: Corpus Topographicum Pompeianum V. Cartography (Rome 1981).
- D'Atri u. Gianfrotta 1986: V. D'Atri, P. A. Gianfrotta, Un relitto con dolia a Ladispoli. Campagne di scavo 1983-1984. Archeologia subacquea 3. Bollettino d'Arte suppl al n. 37/38, 1986, 203-208.
- della Corte 1934: M. della Corte, Esplorazioni di Pompei immediatamente

successive alla catastrofe dell'Anno 79. In: *In Memoria Vasile Pârvan* (Bukarest 1934) 96-109.

della Corte 1939: M. della Corte, Le iscrizioni della "Grande Palaestra" ad occidente dell'Anfiteatro. *Not. degli Scavi* 1939, 239-327.

della Corte 1965: M. della Corte, *Casa ed abitanti di Pompei*. 3. Aufl. (Napoli 1965).

Descœudres 1993: J.-P. Descœudres, Did some Pompeians return to their city after the eruption of Mt. Vesuvius in AD 79? Observations in the House of the Coloured Capitals. In: L. Franchi dell'Orto (ed.), *Ercolano 1738-1988. 200 anni di ricerca archeologica* (Roma 1993) 165-178.

Descœudres 1994: J.-P. Descœudres (ed.), *Pompeii Revisited. The Life and Death of a Roman Town* (Sidney 1994).

Döhl u. Zanker 1979: H. Döhl, P. Zanker, La scultura. In: Zevi 1979, 177-210.

Eschebach 1970: H. Eschebach, Die städtebauliche Entwicklung des antiken Pompeji. *Römische Mitteilungen, Ergänzungsheft* 17 (Heidelberg 1970).

Eschebach 1984: H. Eschebach, Die Arzthäuser in Pompeji. *Antike Welt, Sondernummer* 15, 1984.

Eschebach 1993: L. Eschebach (Hrsg.), *Gebäudeverzeichnis und Stadtplan der antiken Stadt Pompeji. Unter Verwendung des Nachlasses von Hans Eschebach. Stadtplan von Jürgen Müller-Trollius* (Köln usw. 1993).

Eschebach u. Eschebach 1995: H. Eschebach (†), L. Eschebach, *Pompeji. Vom 7. Jahrhundert v. Chr. bis 79 n. Chr. Mit Beiträgen von E. Eschebach und J. Müller-Trollius. Arbeiten zur Archäologie* (Köln usw. 1995).

Étienne 1974: R. Étienne, Pompeji. Das Leben in einer antiken Stadt (Stuttgart 1974).

Étienne 1979: R. Étienne, L'eruzione del 79. In: Zevi 1979, 289-292.

Feugère u.a. 1985: M. Feugère, E. Künzl, U. Weisser, Les aiguilles à cataracte de Montbellet (Saône-et-Loire). Contribution à l'étude de l'ophtalmologie antique et islamique. Die Starnadeln von Montbellet (Saône-et-Loire). Ein Beitrag zur antiken und islamischen Augenheilkunde. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 32, 1985, 436-508.

Feugère u.a. 1988: M. Feugère, E. Künzl, U. Weisser, Les aiguilles à cataracte de Montbellet (Saône-et-Loire). Contribution à l'étude de l'ophtalmologie antique et islamique. Société des Amis des Arts et des Sciences de Tournus 87 (Tournus 1988). (Französ. Ausgabe von Feugère u.a. 1985).

Fiorelli 1860, 1862, 1864: G. Fiorelli, Pompeianarum Antiquitatum Historia I (Napoli 1860), II (Napoli 1862), III (Napoli 1864).

Fiorelli 1861-1865: G. Fiorelli, Giornale degli scavi di Pompei (Napoli 1861-1865).

Fiorelli 1867: G. Fiorelli, Sulle scoperte archeologiche fatte in Italia dal 1846 al 1866. Relazione al Ministro dell'Istruzione Pubblica (Napoli 1867).

Fiorelli 1868-1879: G. Fiorelli, Giornale degli Scavi di Pompei. Nuova Serie pubblicata dagli alunni della Scuola archeologica. 4 Bde. (Napoli 1868-1879).

Fiorelli 1873: G. Fiorelli, Gli Scavi di Pompei dal 1861 al 1872. Relazione al Ministro della Istruzione Pubblica (Napoli 1873).

Gibbins 1988: D. Gibbins, Surgical instruments from a Roman shipwreck

- off Sicily. *Antiquity* 62, 1988, 294-297.
- Graefe 1979: R. Graefe, *Vela Erunt. Die Zeltdächer der römischen Theater und ähnlicher Anlagen* (Mainz 1979).
- Gralfs 1988: B. Gralfs, *Metallverarbeitende Produktionsstätten in Pompeji*. Brit. Arch. Rep. Int. Ser. 433, Oxford 1988.
- Guillaud u. Guillaud 1990: J. Guillaud, M. Guillaud, *La peinture à fresque au temps de Pompéi* (Paris usw. 1990).
- Gummerus 1932: E. Gummerus, *Der Ärztestand im römischen Reiche nach den Inschriften I. Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Humanarum Litterarum III* 6 (1932).
- Harig 1971: G. Harig, *Zum Problem "Krankenhaus" in der Antike*. *Klio* 53, 1971, 179-195.
- Jackson 1988: R. Jackson, *Doctors and Diseases in the Roman Empire*. British Museum Publications (London 1988).
- Jackson 1990: R. Jackson, *Roman doctors and their instruments: recent research into ancient practice*. *Journal of Roman Archaeology* 3, 1990, 5-27.
- Jackson 1992: R. Jackson, *Staphylagra, Staphylocaustes, Uvulectomy and Haemorrhoidectomy: the Roman Instruments and Operations*. *PACT* 34, 1992, 167-185.
- Jackson 1993: R. P. J. Jackson, *Roman medicine: the Practitioners and their Practices*. In: *Aufstieg und Niedergang der römischen Welt (ANRW) II* 37, 1. Wissenschaften (Medizin und Biologie) (Berlin - New York 1993) 79-101.
- Jackson 1994: s. Bliquez 1994.
- Jackson 1995: R. Jackson, *The composition of Roman medical instrumen-*

taria as an indicator of medical practice: a provisional assessment.
In: van der Eijk u.a. 1995, 189-207.

Jackson 1996: R. P. J. Jackson, Eye Medicine in the Roman Empire. In: Aufstieg und Niedergang der römischen Welt (ANRW) II 37, 3. Wissenschaften (Medizin und Biologie) (Berlin-New York 1996) 2228-2251.

Jashemski 1979: W. F. Jashemski, The Gardens of Pompeii, Herculaneum and the Villas Destroyed by Vesuvius (New Rochelle, NY 1979).

Jashemski 1993: W. F. Jashemski, The Gardens of Pompeii, Herculaneum and the Villas Destroyed by Vesuvius. Vol. 2. Appendices (New Rochelle, NY 1993).

Krug 1993: A. Krug, Heilkunst und Heilkult. Medizin in der Antike. 2. Aufl. (München 1993).

Künzl 1983: E. Künzl, Medizinische Instrumente aus Sepulkralfunden der römischen Kaiserzeit. Unter Mitarbeit von Franz Josef Hassel und Susanna Künzl. Kunst und Altertum am Rhein 115 (Köln-Bonn 1983). (= Bonner Jahrb 182, 1982, 1-131).

Künzl 1983a: E. Künzl, Eine Spezialität römischer Chirurgen: Die Lithotomie. Archäologisches Korrespondenzblatt 13, 1983, 487-493.

Künzl 1984: E. Künzl, Einige Bemerkungen zu den Herstellern der römischen medizinischen Instrumente. Alba Regia (Székesfehérvár) 21, 1984, 59-65.

Künzl 1984a: E. Künzl, Medizinische Instrumente aus Trier und Umgebung im Rheinischen Landesmuseum Trier. Trierer Zeitschrift 47, 1984, 153-237.

Künzl 1986: E. Künzl, Zum Verbreitungsgebiet der Okulistenstempel (Eine Bemerkung zu ZPE 64, 1986, 217). Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik 65, 1986, 200-202.

- Künzl 1986a: E. Künzl, Operationsräume in römischen Thermen. Zu einem chirurgischen Instrumentarium aus der Colonia Ulpia Traiana mit einem Auswahlkatalog römischer medizinischer Instrumente im Rheinischen Landesmuseum Bonn. Bonner Jahrbücher 186, 1986, 491-509.
- Künzl 1988: E. Künzl, Der römische Triumph. Siegesfeiern im antiken Rom (München 1988).
- Künzl 1991: E. Künzl, Die medizinische Versorgung der römischen Armee zur Zeit des Kaisers Augustus und die Reaktion der Römer auf die Situation bei den Kelten und Germanen. In: Die römische Okkupation nördlich der Alpen zur Zeit des Augustus. Koll. Bergkamen 1988. Bodenaltertümer Westfalens 26 (Münster 1991) 185-202.
- Künzl 1995: E. Künzl, Ein archäologisches Problem: Gräber römischer Chirurgen. In: van der Eijk u.a. 1995, Vol. 1, 309-319.
- Künzl 1996: E. Künzl, Forschungsbericht zu den antiken medizinischen Instrumenten. In: Aufstieg und Niedergang der römischen Welt (ANRW) II 37, 3. Wissenschaften (Medizin und Biologie) (Berlin-New York 1996) 2433-2639.
- Künzl 1997: E. Künzl, Eine kleine römische Stadt in Deutschland und ihre medizinische Versorgung im 2. und 3. Jahrhundert n. Chr. In: P. Fasold (Hrsg.), Ausgrabungen im teutschen Pompeji. Archäologische Forschung in der Frankfurter Nordweststadt (Frankfurt am Main 1997) 57-65.
- Künzl u. Engelmann 1997: E. Künzl, H. Engelmann, Römische Ärztinnen und Chirurgen. Beiträge zu einem antiken Frauenberufsbild. Antike Welt 28, 1997, 375-379.
- Künzl u. Weber 1991: E. Künzl, Th. Weber, Das spätantike Grab eines Zahnarztes zu Gadara in der Dekapolis. Mit einem Anhang zur Anthropologie des Skelettmaterials von Dieter Butz und Winfried Henke. Damaszener Mitt. 5, 1991, 81-118.

- La regione sotterrata dal Vesuvio 1982: La regione sotterrata dal Vesuvio. Studi e prospettive. Atti del convegno internazionale ... 1979 ... Napoli (Napoli 1982).
- Lienau 1989: C. Lienau, Griechenland. Geographie eines Staates der europäischen Südperipherie. Wissenschaftliche Länderkunden 32 (Darmstadt 1989).
- Maiuri 1939: A. Maiuri, Regione I (Latium et Campania). I. Pompei. Scavo della "Grande Palestra" nel quartiere dell'Anfiteatro (a. 1935-1939). Notizie degli Scavi 1939, 165-238.
- Maiuri 1942: A. Maiuri, L'ultima fase edilizia di Pompei (Roma 1942).
- Milne 1907: J. S. Milne, Surgical Instruments in Greek and Roman Times (London 1907; Repr. New York 1970).
- Minchev 1983: A. Minchev, Roman Medicine in Marcianopolis. In: Concilium Eirene XVI. Proceedings of the 16th International Eirene Conference, Prague 31. 8. - 4. 9. 1982. Bd. 2 (Prague 1983) 143-148.
- Murphy 1978: A. R. Murphy, Visions of Vesuvius (Boston 1978).
- Nutton 1970: V. Nutton, The Doctors of the Roman Navy. Epigraphica (Milano) 32, 1970, 66-71.
- Nutton 1977: V. Nutton, Archiatri and the Medical Profession in Antiquity. Papers Brit. Scholl Rome 45, 1977, 191-226.
- Overbeck u. Mau 1884: J. Overbeck, Pompeji in seinen Gebäuden, Alterthümern und Kunstwerken. 4. Aufl. im Verein mit August Mau. Nachdr. Rom 1968 (Leipzig 1884).
- Pohl 1905: R. Pohl, De graecorum medicis publicis. Diss. Berlin (Berlin 1905).

- Pompeii 1978: Pompeii AD 79. Ausstellungskatalog Boston usw. (Boston 1978).
- Pompeji 1973: Pompeji. Leben und Kunst in den Vesuvstädten. Ausstellungskatalog Villa Hügel (Essen 1973).
- Reinach 1922: S. Reinach, Répertoire de Peintures Grecques et Romaines (Paris 1922).
- Renna 1992: E. Renna, Vesuvius mons. Aspetti del Vesuvio nel mondo antico tra filologia, archeologia, vulcanologia. Cultura 1 (Napoli 1992).
- Richardson 1988: L. Richardson, Jr, Pompeii. An Architectural History (Baltimore usw. 1988).
- Rieck 1932: W. Rieck, Das Veterinär-Instrumentarium im Wandel der Zeiten und seine Förderung durch die Instrumentenfabrik H. Hauptner (Berlin 1932).
- Riscoprire Pompei 1990: Riscoprire Pompei. Rediscovering Pompeii. Exhibition by IBM Italia, New York City, IBM Gallery of Science and Art, 12 July - 15 September 1990 (Roma 1990).
- Riscoprire Pompei 1993: Riscoprire Pompei. Musei Capitolini, Palazzo dei Conservatori 13 novembre 1993 - 12 febbraio 1994 (Cataloghi Mostre) (Roma 1993).
- Rougé 1982: J. Rougé, Une inscription de "médecin" du Musée de Lyon. CIL XIII, 2019. In: Médecins et Médecine dans l'Antiquité. Centre Jean Palerne. Mémoires 3 (Saint-Étienne 1982) 165-170.
- Schefold 1957: K. Schefold, Die Wände Pompejis. Topographisches Verzeichnis der Bildmotive (Berlin 1957).
- Sigurdsson u.a. 1982: H. Sigurdsson, S. Cashdollar, S. R. J. Sparks, The Eruption of Vesuvius in A. D. 79: Reconstruction from Historical

and Volcanological Evidence. *Amer. Journ. Arch.* 86, 1982, 39-51.

van der Eijk u.a. 1995: Ph. J. van der Eijk, H. F. J. Horstmannshoff, P. H. Schrijvers (eds.), *Ancient Medicine in its Socio-Cultural Context. Papers read at the Congress held at Leiden University, 13-15 April 1992*. 2 Bde. (Amsterdam usw. 1995).

von Staden 1989: H. von Staden, *Herophilus. The Art of Medicine in Early Alexandria* (Cambridge usw. 1989).

Védrènes 1876: A. Védrènes, *Traité de médecine de A. C. Celse. Traduction nouvelle, avec texte latin, notes ... et quatorze planches contenant 110 figures d' d'instruments de chirurgie antique, trouvés dans les fouilles de villes gallo-romaines, de Pompéi et d'Herculanum* (Paris 1876).

Vulpes 1847: B. Vulpes, *Illustrazione di tutti gli strumenti chirurgici scavati in Ercolano e Pompei e che ora conservansi nel R. Museo Borbonico di Napoli compresa in sette memorie lette all'Accademia Ercolanese* (= *Mem. Acc. Ercol.* 7, 1851, 87-167, mit 7 Tafeln) (Napoli 1847).

Zevi 1979: F. Zevi (ed.), *Pompei 79. Raccolta di studi per il decimonovo centenario dell'eruzione vesuviana* (Napoli [fuori commercio] 1979).

Abbildungslegenden:

Abb. 1 Blick über das Ruinenfeld Pompejis mit dem Forum im Vordergrund und dem aktiven Vulkan Vesuv. Aufnahme vor dem Ersten Weltkrieg.

Abb. 2 Die Windrichtung beim Ausbruch 79 n. Chr. und die dadurch erfolgten Ablagerungen. Nach Pompeji 1973, 60.

Abb. 3 Abb. Lage Pompejis in Campanien und der *Ager Pompeianus* nach Eschebach u. Eschebach 1995, 2 Abb. 1.

Abb. 4 Pompeji, sein Hafen und Umgebung. Nach Eschebach u. Eschebach 1995, 94 Abb. 37.

Abb. 5 Eine der alten Überblicksphotographien (Alinari 19087) der medizinischen Instrumente im Nationalmuseum Neapel. Spätes 19. Jahrhundert (vgl. Bliquez 1994, Taf. 14).

Abb. 6 Arzthäuser und Instrumentenfunde in Pompeji nach Eschebach 1984, 4-5 Abb. 2.

Abb. 7 Arzthäuser und Instrumentenfunde in Pompeji nach Bliquez 1994, 78-98. Punkte: Sichere Arzthäuser. Rhomben: Instrumentenfunde überliefert, aber nicht mehr nachweisbar.

1 Casa del Chirurgo (VI 1,9.10.23) 2 A. Pumponius Magonianus (VIII 3,10-12) 3 Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24) 4 Casa di Marco Lucrezio (IX 3,5,24) 5 Werkstatt bei der Porta Stabiana (VIII 7,5.6) 6 Casa del Medico Nuovo II (IX 9,3-5) 7 Casa del Medico dei Gladiatori (V 5,1-2) 8 M. Velusius Iuvenus (I 10,7) 9 Piazza dell'Anfiteatro (II 7) 10 Iulia Felix (II 4,1-12) 11 D. Octavius Quartio (M. Loreius Tiburtinus; II 2,2) 12 Casa del Primo Piano (I 11,9.15) 13 Sutoria Primigenia (I 13,2) 14 Iulius Polybius? ("VI" Ins. Occ. 23.24.25) 15 Farmacia (VI 4,1.2) 16 M. Pupius (Casa di Apollo; Casa delle Danzatrici; VI 2,22.15) 17 Casa di Narcisso (VI 2,16.21) 18 Laden an der Via dei Teatri (VIII 4,46) 19 Casa di Pane? (VIII 3,28-31) 20 Casa del Centauro (VI 9,3-5.10-12) 21 Philippus (VI 13,1-4.20-21) 22 Casa d'Apolline (VI 7,23) 23 Marcus Gavius Rufus (VII 2,16)

24 Giardino d'Ercole (II 8,6) 25 Casa dei Quattro Stili (I 8,17.11).

Abb. 8 Zwei Arztpraxen in der Altstadt von Pompeji. Links: Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24; nach Eschebach 1984, 45 Abb. 66). Rechts: Haus des Magonianus (VIII 3,10-12; nach Eschebach 1984, 39 Abb. 54).

Abb. 9 Vaginalspecula aus Pompeji. 11. 1 Dreiblättriges Speculum aus dem Haus des A. Pumponius Magonianus (VIII 3,10-12; Abb. 8 rechts; Abb. 11,7) 2 Dreiblättriges Speculum aus der Casa del Medico Nuovo II (IX 9,3-5; Abb. 11,6) 3 Vierblättriges Speculum wohl aus der Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24; Abb. 8 links; Abb. 11,8; vgl. Abb. 10). Bliquez 1994, Nr. 291. Neapel, Nationalmuseum Inv. 113264. Phot. Deutsches Archäologisches Institut Rom 83.2182.

Abb. 10 Vierblättriges Vaginalspeculum. Wohl aus der Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24; vgl. Abb. 9,3 und Plan Abb. 8 links). Bliquez 1994, Nr. 291. Neapel, Nationalmuseum Inv. 113264. Kopie Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz Inv. 41886. Phot. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz T 83/951.

Abb. 11 Gynäkologen (Dreieck) und Augenärzte (Kreis) in Pompeji. 1 M. Velusius Iuvenus (I 10,7); 2 Sutoria Primigenia (I 13,2); 3 D. Octavius Quartio (M. Loreius Tiburtinus; II 2,2); 4 Iulia Felix (II 4,1-12); 5 Piazza dell'anfiteatro (II 7); 6 Casa del Medico Nuovo II (IX 9,3-5); 7 A. Pumponius Magonianus (VIII 3,10-12); 8 Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24).

Abb. 12 Casa del Chirurgo (VI 1,9.10.23). Plan und Ansicht nach Eschebach 1984, 7 Abb. 4/5.

Abb. 13 Die noch nachweisbaren Instrumente der Casa del Chirurgo (VI 1, 9.10.23). Nach Bliquez 1994, 79f. Nr. 1). 1 Phlebotom. Bliquez 1994, Nr. 53 (nach Vulpes 1847, Taf. 6,6); 2 Röhre. Bliquez 1994, Nr. 233. Phot. RGZM L 1037/4. Möglicherweise noch zugehörend: 3 Röhre. Bliquez 1994, Nr. 234. Phot. RGZM L 1037/4; 4 und 5 Einige Schröpfköpfe. Vulpes 1847, Taf. 6,4 und 5.

Abb. 14 Das Arzthaus mit dem bisher größten nachweisbaren Instrumen-

tenfund (vgl. Abb. 15): Casa del Medico Nuovo II (IX 9, 3-5). Plan und Ansicht nach Eschebach 1984, 57 Abb. 82/83.

Abb. 15 Casa del Medico Nuovo II (IX 9,3-5; Abb. 14). Die Instrumente: 1-4 Vier Skalpelle; 5-7 Drei Wundhaken; 8 Embryohaken; 9 Spatelsonde; 10 und 11 Zwei Ohrsonden; 12 Klistier; 13 Solide Starnadel; 14 Nadel; 15 Kurzer Haken; 16 Dreiblättriges Vaginalspeculum. 17 Rundes Etui; 18 Analspeculum; 19 Ahle; 20-24 Runde Etuis.- Phot. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz L 1033/9-10; L 1034/3; L 1035/3; L 1036/6-7; L 1037/3; L 1037/8; L 1037/11-12; L 1038/7; L 1039/1; L 1039/7; L 1041/5.

Abb. 16 Casa del Medico dei Gladiatori (V 5,1-2). Plan und Ansicht nach Eschebach 1984, 54 Abb. 78/79.

Abb. 17 Vornehmes Privathaus mit medizinischen Funden: Casa di Marco Lucrezio (IX 3,5.24). Plan nach Eschebach 1984, 51 Abb. 74.

Abb. 18 Die tödliche Schlägerei zwischen Pompejanern und Nucernianern vom Jahre 59 n. Chr. Amphitheater und Palästra auf einem Fresco aus dem Haus I 3,23. Nach Graefe 1979, 106 Abb. 123 (neue Umzeichnung Graefes) und 107 Abb. 124 (alte Umzeichnung von Giulio de Petra).

Abb. 19 Instrumentarium eines Arztes, der auf der Flucht bei der Palästra in der Nähe des Amphitheaters starb (Piazza dell' Anfiteatro; II 7; vgl. Abb. 7,9). 1 und 2: Zwei Pinzetten; 3 und 4: Zwei Wundhaken; 5 Solide Starnadel; 6 Griff von Starnadel; 7-10 Vier Skalpelle mit Eisenklingen; 11 Spatelsonde; 12 Löffelsonde; 13 und 14 Zwei Ohrsonden; 15 und 16 Fragmente von zwei Sonden.- Nach Maiuri 1939, Abb. 30-32.

Abb. 20 Vermeintliche Erste-Hilfe-Station in der Palästra (II 7,9b). Nach Eschebach 1984, 60 Abb. 91.

Abb. 21 Der Chirurg Iapxy operiert des Aeneas Pfeilwunde. Wandmalerei aus der Casa di Sirico (VII 1,25.47). Neapel, Nationalmuseum Inv. 9009. Phot. Alinari 12012.

Abb. 22 Knochenzange. Kupferlegierung. Aus Pompeji (genauer Fundplatz

unbekannt). Nach Vulpes 1847, Taf. 1.

Abb. 23 In Pompeji bisher nicht vertretene Instrumententypen: 1 Blasensteinskalpell (Lithotom); 2 Blasensteinhaken (Lithoulkos); 3 Zäpfchenzange (Staphylagra); 4 Zahnzange, Eisen 5 Trepanationsbesteck: Bogen und Krontrepan. Nach Jackson 1990.

Abb. 24 In Pompeji bisher nicht vertreten: Die hohle Starnadel. Die beiden Exemplare des Baggerfundes von Montbellet, Saône-et-Loire/F. Nach Feugère u.a. 1985, 444 Fig. 4.

Abb. 25 Typologie und Fundkarte von Starnadeln. Nach E. Künzl (unpubliziert; in den Akten eines Kolloquiums in Lons-le-Saunier/F im Druck).

Abb. 26 Inschriften von Augenärzten. 1 Gades/E; 2 Ipagrum/E; 3 Durrhachium/AL; 4 Vicetia/I; 5 Verona/I; 6 Aquileia/I; 7-17 Rom/I; 18 Caesarea/DZ; 19 Formiae/I; 20 Bononia/I; 21-22 Asisium/I; 23 Fanum Fortunae/I; 24-27 Rom/I; 28 Patras/GR. Nach E. Künzl, in: Feugère u.a. 1985, 469 Abb. 14.

Abb. 27 In Pompeji bisher nicht vertreten: Okulistenstempel. Aus einem Grab in Reims, Marne/F. Rezepte des Ianuarius. Grüner Schiefer. 2./3. Jahrhundert n. Chr. Mainz, Römisch-Germanisches Zentralmuseum Inv. O.29842. Phot. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz T 81/628.

Abb. 28 Verbreitungskarte der Okulistenstempel. Nach Künzl, in: Feugère u.a. 1985, 476f. Abb. 19. 92% der Fundpunkte liegen im Bereich des Gallischen Zollbezirks: Vgl. Abb. 29.

Abb. 29 Zollbezirke in den Provinzen des Römerreiches: 1 Sizilien; 2 Gallischer Zollbezirk (XXXX Galliarum; Fundbereich der Okulistenstempel: Vgl. Abb. 28); 3 Spanien; 4 Illyrischer Zollbezirk mit Thrakien; 5 Nordafrika; 6 Die Provinzen Kleinasien; 7 Syrien und Judäa; 8 Ägypten. Nach Künzl, in: Feugère u.a. 1985, 474 Abb. 18.

Abb. 30 Spezielle Instrumentenformen aus Pompeji: 1 Skalpellgriff mit Herculesbüste aus der Werkstatt VIII 7,5. Neapel, Nationalmuseum Inv.

117667. L. 7 cm. Bliquez 1994, Nr. 41.- Skalpellsgriff mit Herculesbüste. Fundort Pompeji, genauer Platz unbekannt. Neapel, Nationalmuseum Inv.77694. L. 7 cm. Bliquez 1994, Nr. 40.- Profiliertes Skalpellsgriff. Fundort unbekannt. Neapel, Nationalmuseum. L. 7,3 cm. Bliquez 1994, Nr. 44.- Phot. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz L 1936/2.

Abb. 31 Pinzette aus Pompeji mit Herstellerstempel des Agathangelus. Nach Vulpes 1847, Taf. 5,3.

Abb. 32 Fundorte der Produkte der Werkstatt des Agathangelus für Ärzte, Pharmazeuten und andere Berufe.

Abb. 33 Die medizinischen Instrumente des Nationalmuseums Neapel nach Herkunft und Typen.

Abb. 34 Die aus Pompeji stammenden medizinischen Instrumente des Nationalmuseums Neapel. Von 102 der 239 Instrumente weiß man nur, daß sie aus Pompeji stammen sollen. Das ist ein Hinweis auf die Vielzahl weiterer Arzthäuser, passend zu jenen mehrfach überlieferten Fundstätten, die man nicht mehr identifizieren kann.

Abb. 35 Die Arzthäuser und Ärzte Pompejis nach ihren Instrumenten. Piazza dell'Anfiteatro (II 7); Iulia Felix (II 4,1-12); D. Octavius Quartio (M. Loreius Tiburtinus; II 2,2); Sutoria Primigenia (I 13,2); Casa del Primo Piano (I 11,9.15); M. Velusius Iuvencus (I 10,7).

Abb. 36 Die Arzthäuser und Ärzte Pompejis nach ihren Instrumenten. Casa del Medico dei Gladiatori (V 5,1-2); Casa dei Quattro Stili (I 8,17.11); Casa di Marco Lucrezio (IX 3,5.24); Werkstatt bei der Porta Stabiana (VIII 7,5.6); Casa del Medico Nuovo I (VIII 5,24); A. Pumphonius Magonianus (VIII 3,10-12).

Abb. 37 Pompeji: Die Casa del Chirurgo (VI 1,9.10.23; vgl. Abb. 12 und 13) im Vergleich zum augenblicklich reichsten Arzthaus, der Casa del Medico Nuovo II (IX 9,3-5; vgl. Abb. 14 und 15).

Abb. 38 Verbreitungskarte der römischen Gräber mit medizinischen

Instrumenten.

Abb. 39 Stadtärzte, Landärzte. Arztgräber in Zentren und auf dem flachen Lande. Die Prozentzahlen beziehen sich auf 106 Arztgräber.

Abb. 40 Grab des Arztes von Saint-Privat d'Allier, Haute-Loire/F. 1 Spatelsonde; 2, 3 und 5 Skalpelle; 4 und 6 Zahnzangen; 7 Okulistenstempel des Sextus Polleius Sollemnis; 8 Drei "Blitzsteine" (Feuersteinamulette, steinzeitliche Faustkeile).- 3. Jahrhundert n. Chr. Nach Védrenes 1876, Taf. 4. Die Blitzsteine: Phot. Verf.

Abb. 41 Verbreitungskarte der drei archäologischen Grabinventare von Ärztinnen (Wederath, Rheinland-Pfalz/D; Strée, Hainaut/B; Spanien) sowie der Inschriften: 1 Emerita Augusta (Mérida)/E; 2 Nemausus (Nîmes), Gard/F; 3 Lugdunum (Lyon), Rhône/F; 4 Mediomatricum (Metz), Moselle/F; 5 Verona, Verona/I; 6 Auximum (Osimo), Ancona/I; 7 Roma (Rom)/I (11 Beispiele); 8 Capua (Capua vetere), Caserta/I; 9 Capreae (Anacapri), Napoli/I; 10 Karthago/TN; 11 Avitta Bibba (Bu Ftis)/TN; 12 Athenae (Athen)/GR; 13 Tomis (Constan a)/R; 14 Byzantion (Istanbul)/TR (zwei Beispiele); 15 Kios/TR; 16 Pergamon (Bergama)/TR; 17 Tlos/TR; 18 Adada (Karabaulo)/TR; Gdanmaa/TR; 20 Ankyra (Ankara)/TR; 21 Neoklaudiopolis (Vezirköprü)/TR; 22 Seleukeia am Kalykadnos/TR; 23 Korykos/TR (zwei Beispiele).

Abb. 42 Architekturblock mit Stifterinschrift der Ärztin Metilia Donata. Aus Lyon, Rhône/F. ("Die Ärztin Metilia Donata [hat diesen Bau] finanziert und gestiftet ... der Bauplatz wurde durch Stadtratsbeschluß festgelegt"). 2. Jahrhundert n. Chr. Lyon, Musée de la civilisation gallo-romaine. Kalkstein. H. 77 cm. Br. 2,32 m. Nach Rougé 1982.

Abb. 43 Die ärztliche Versorgung in Griechenland 1983: Ärzte pro 100.000 Einwohner. Nach Lienau 1989, 189 Abb. 13.

Abb. 44 Auf wieviel Einwohner kam ein Arzt? Die vermutliche Dichte der medizinischen Versorgung in Pompeji im Jahre 79 n. Chr. im Vergleich zu Griechenland und Deutschland im späten 20. Jahrhundert.

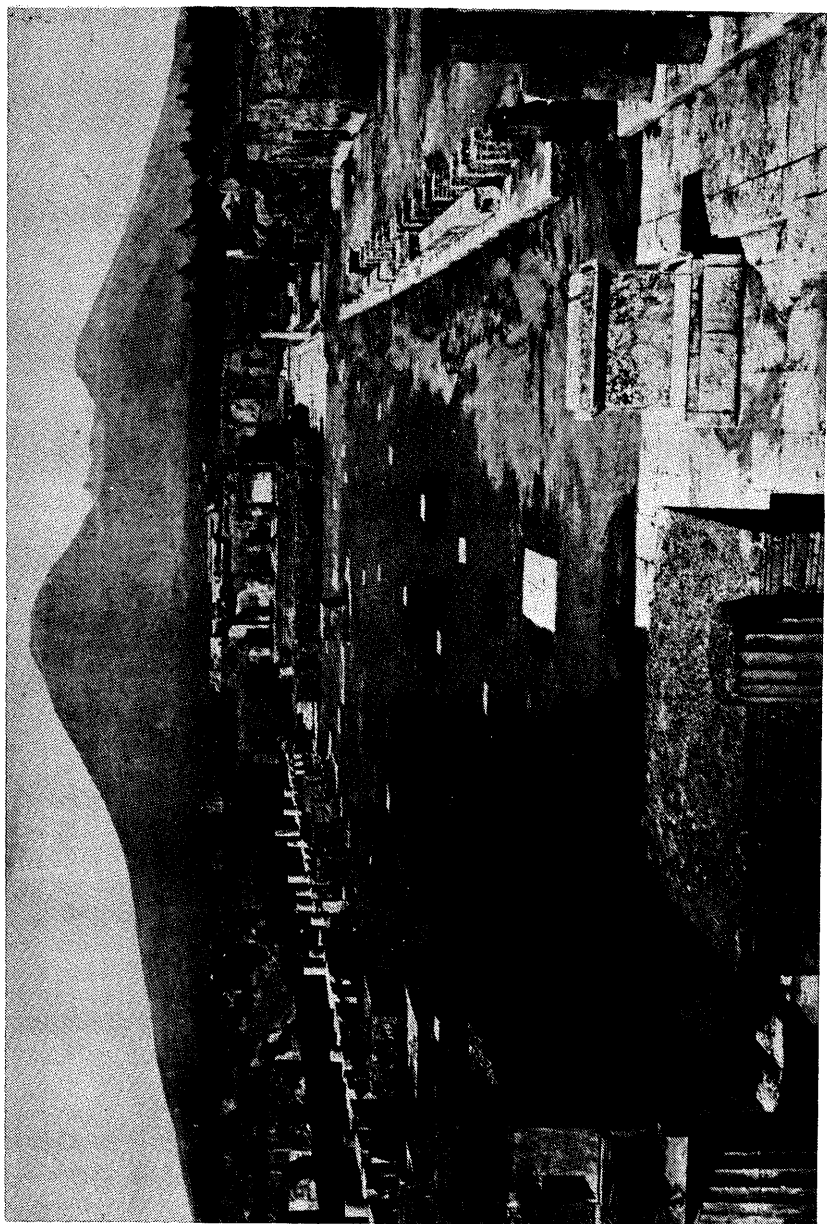


Abb. 1

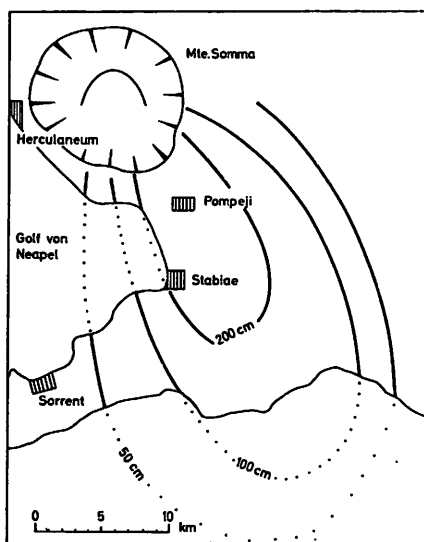


Abb. 2

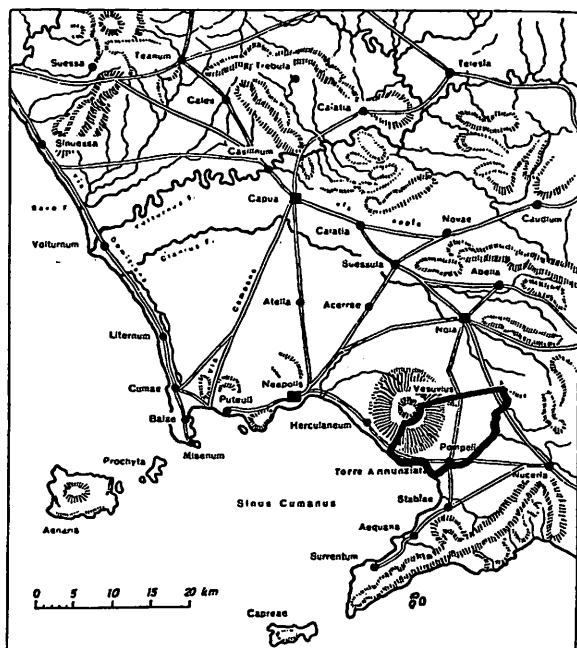


Abb. 3

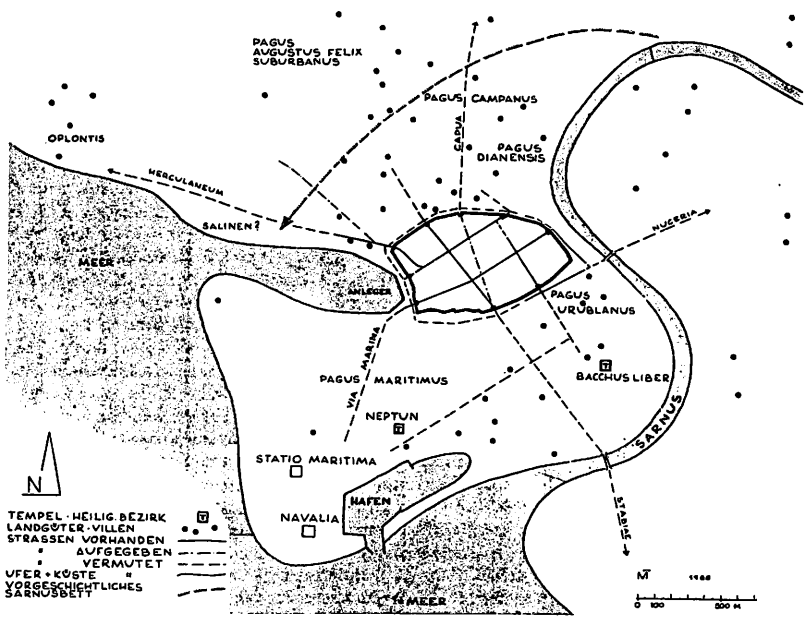


Abb. 4

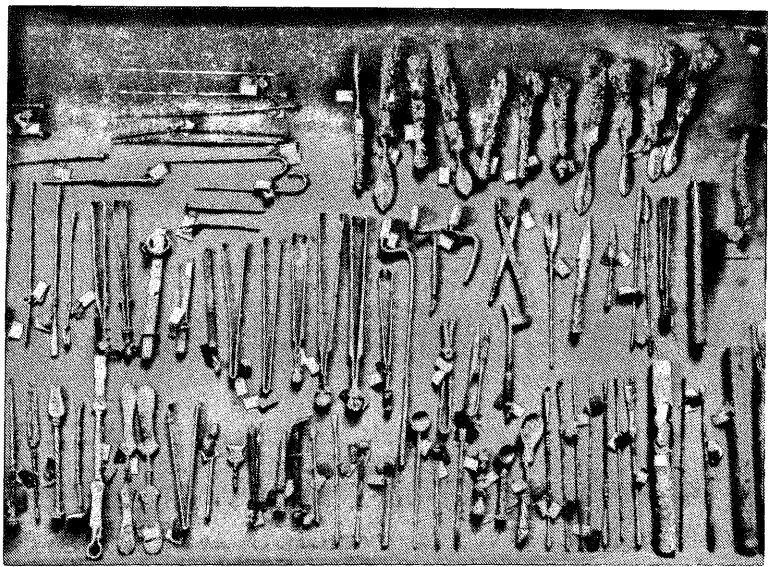
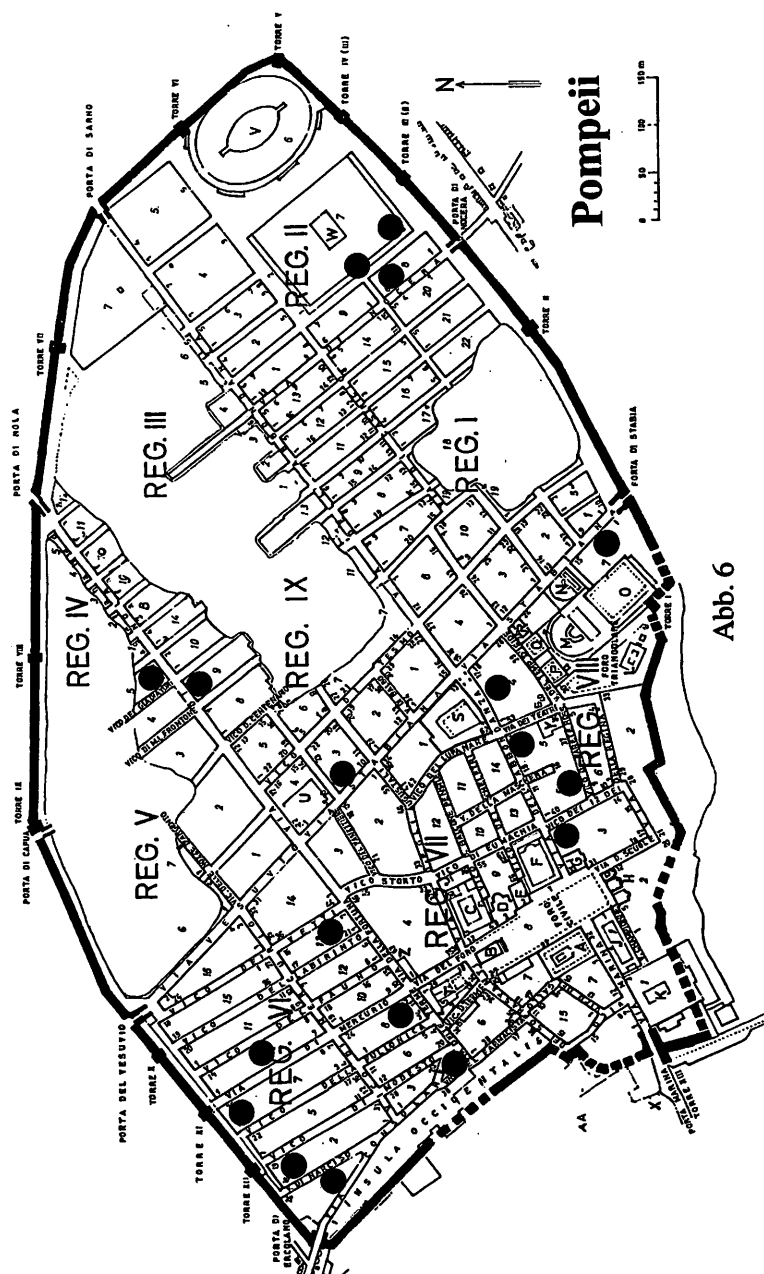


Abb. 5



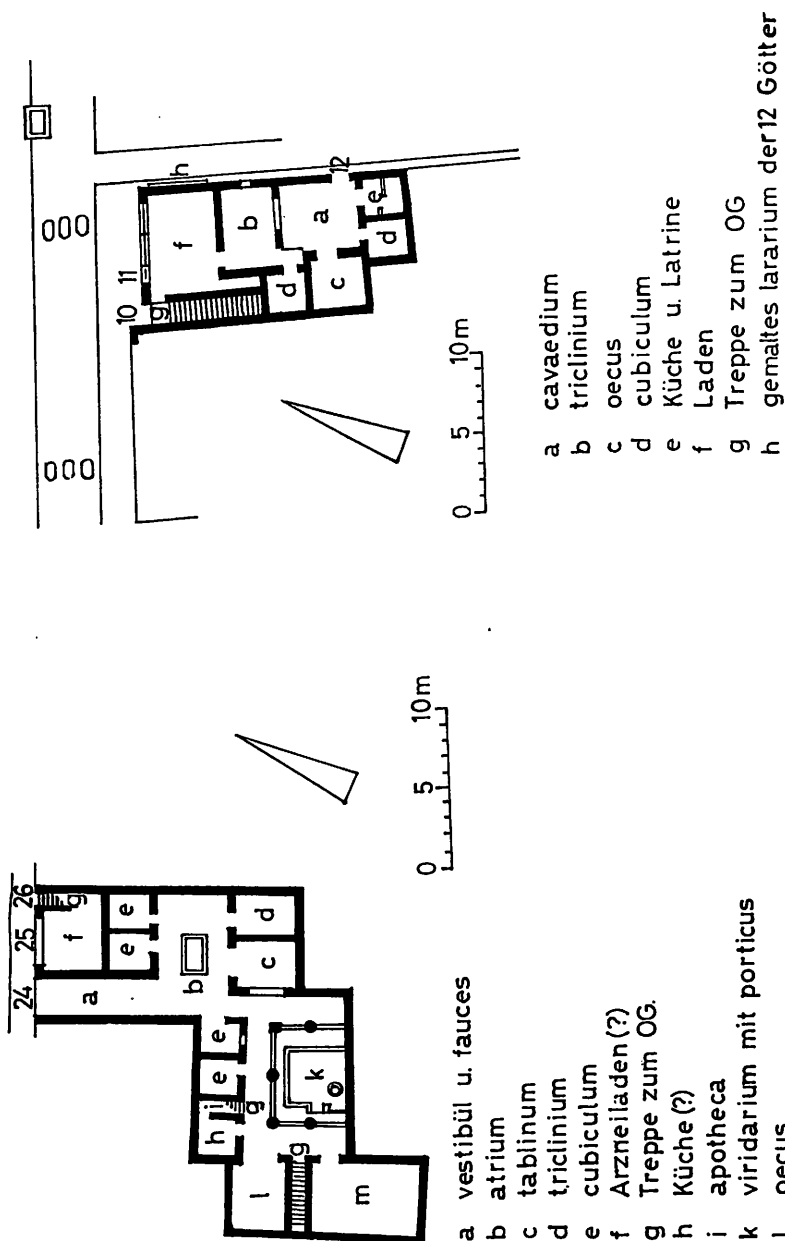


Abb. 8

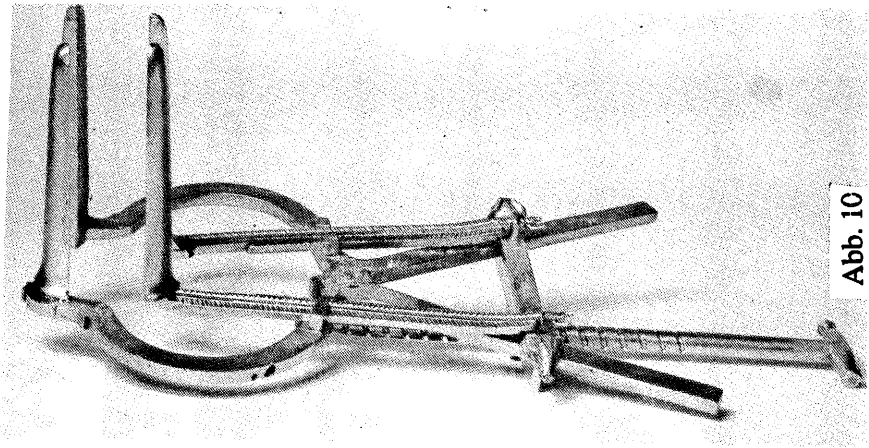
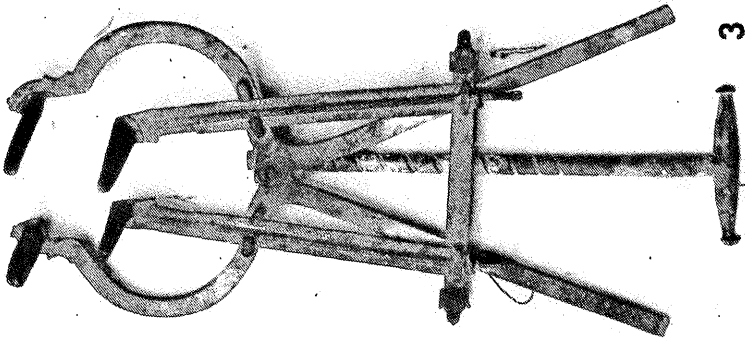
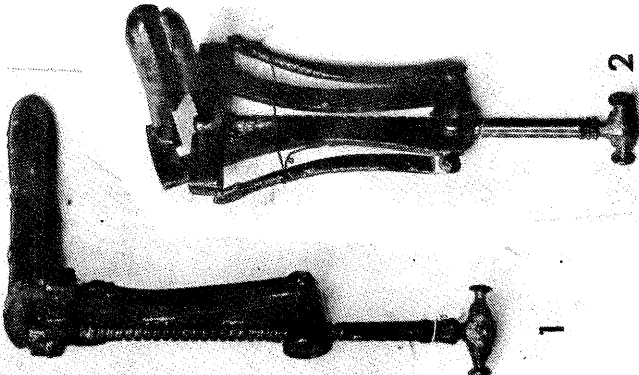


Abb. 10



3

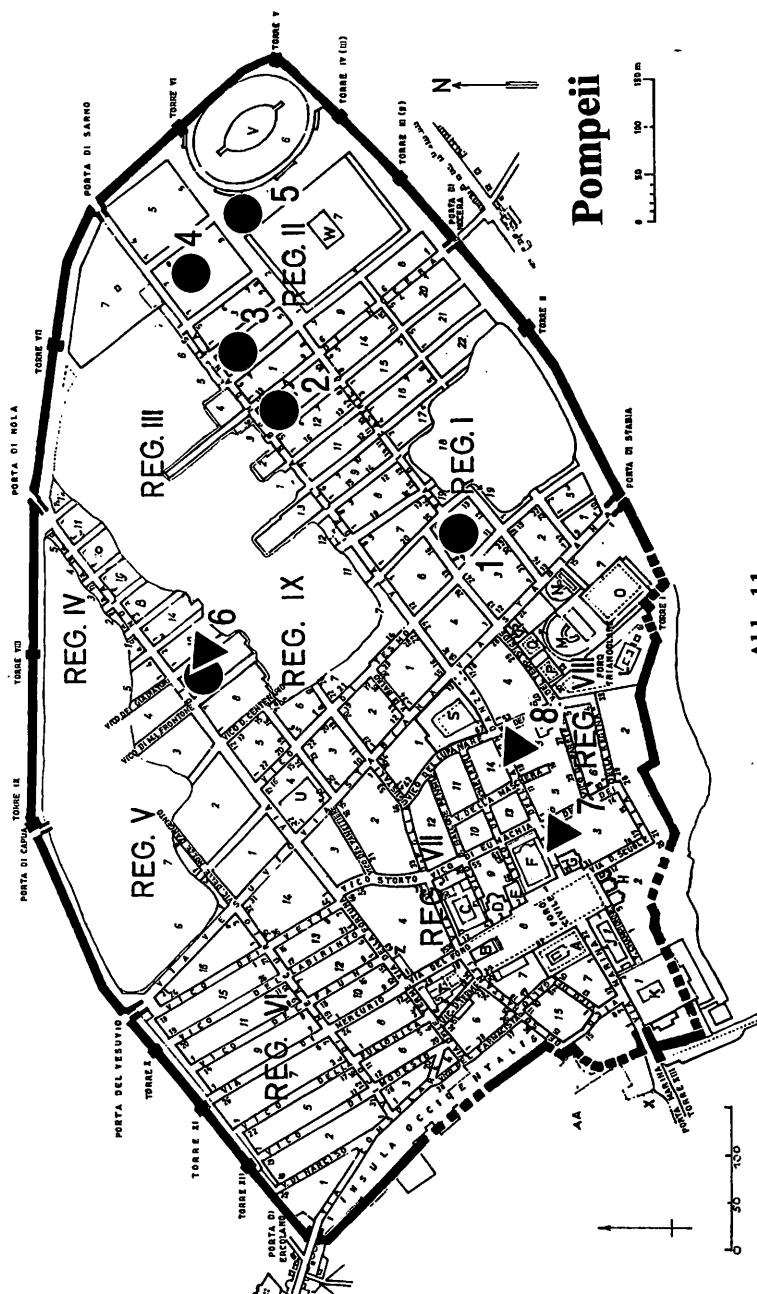


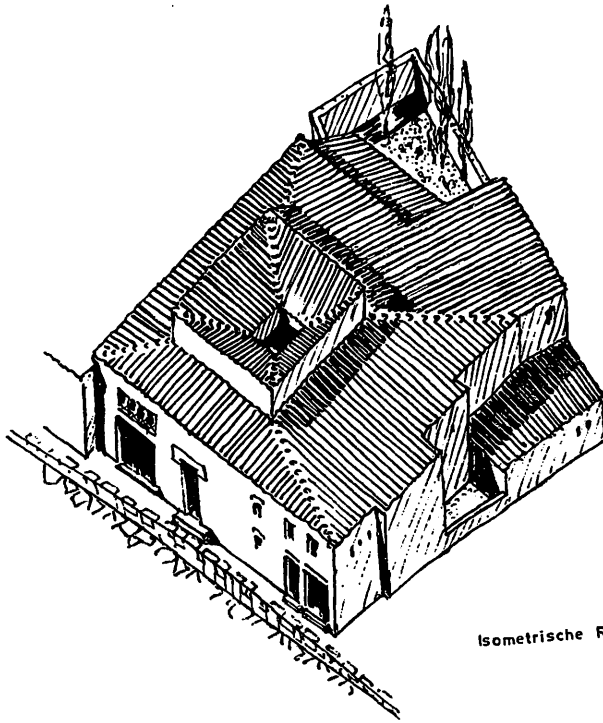
2



1

Abb. 9





Isometrische Rekonstruktion

- a fauces
- b atrium
- c cubicula
- d tablinum
- e oecus
- f triclinium
- g1 ala (N)
- g2 ala (S)
- h Behandlungsraum (?)
- i fauces zum Wirtschaftstrakt
- k Küche mit Latrine
- l Pförtnerzimmer
- m Speisekammer (cella penaria, apotheca)
- n porticus
- p viridarium
- q exedra
- r Gartenzimmer (oecus)
- s sacellum (?)

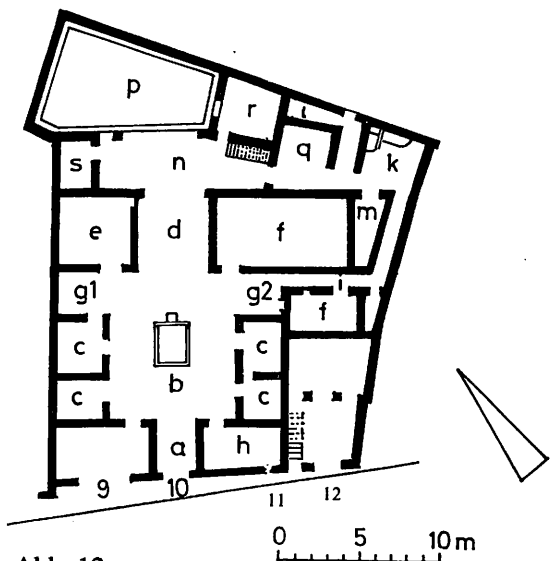


Abb. 12

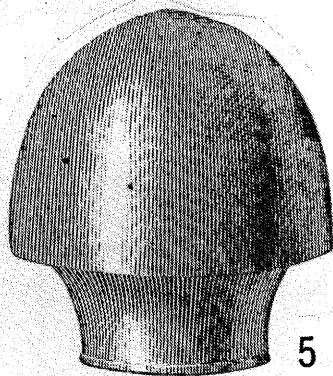
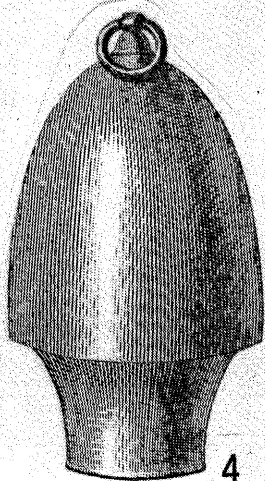
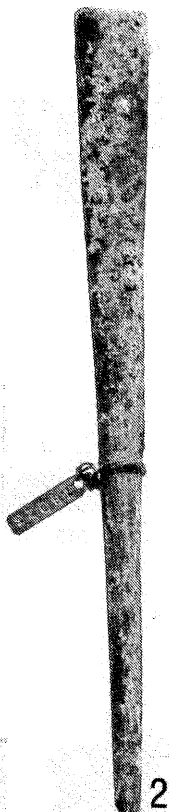
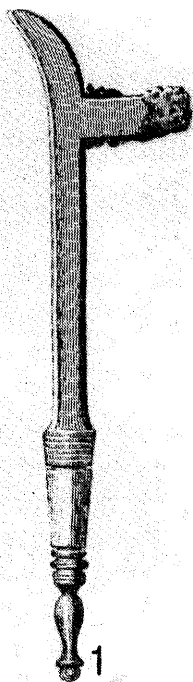


Abb. 13

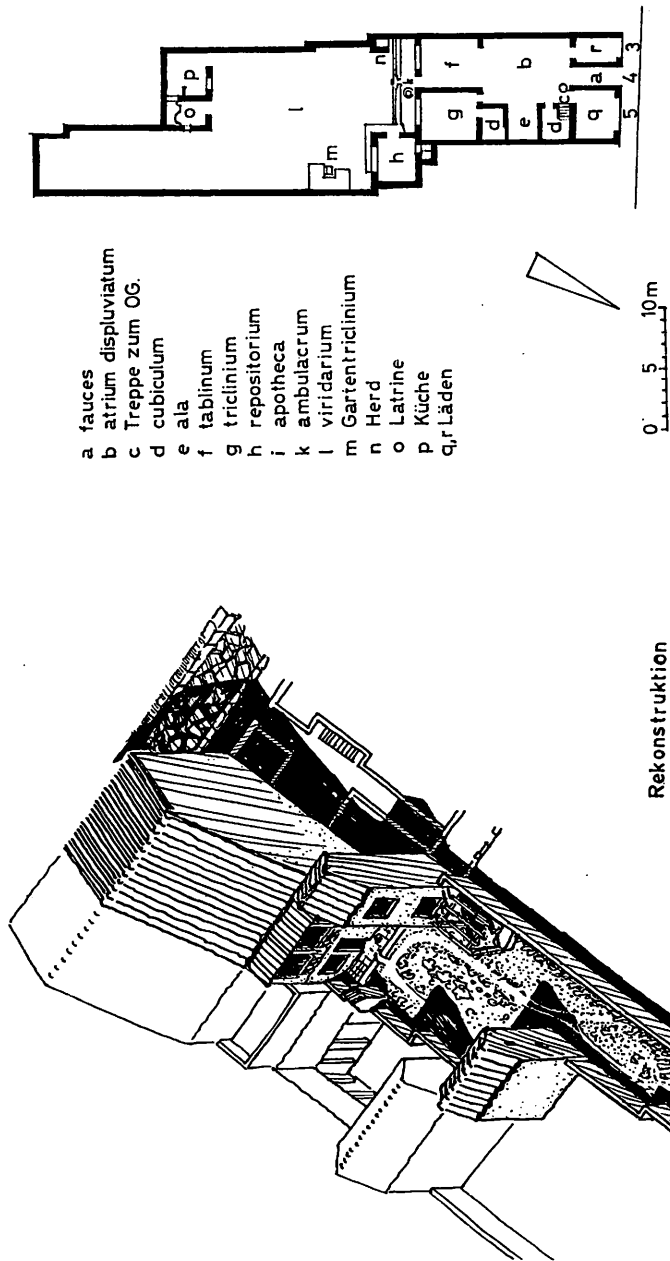


Abb. 14

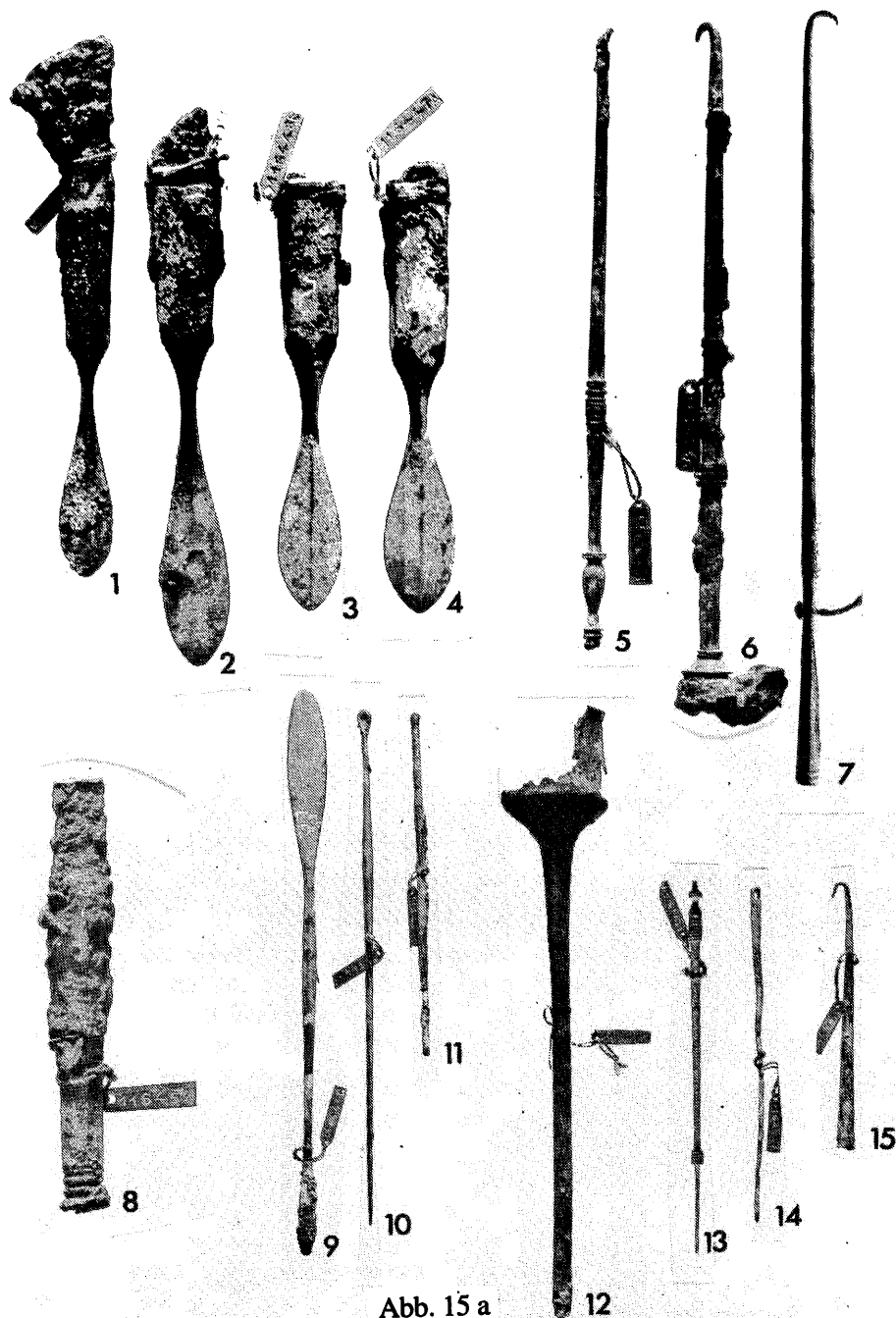


Abb. 15 a

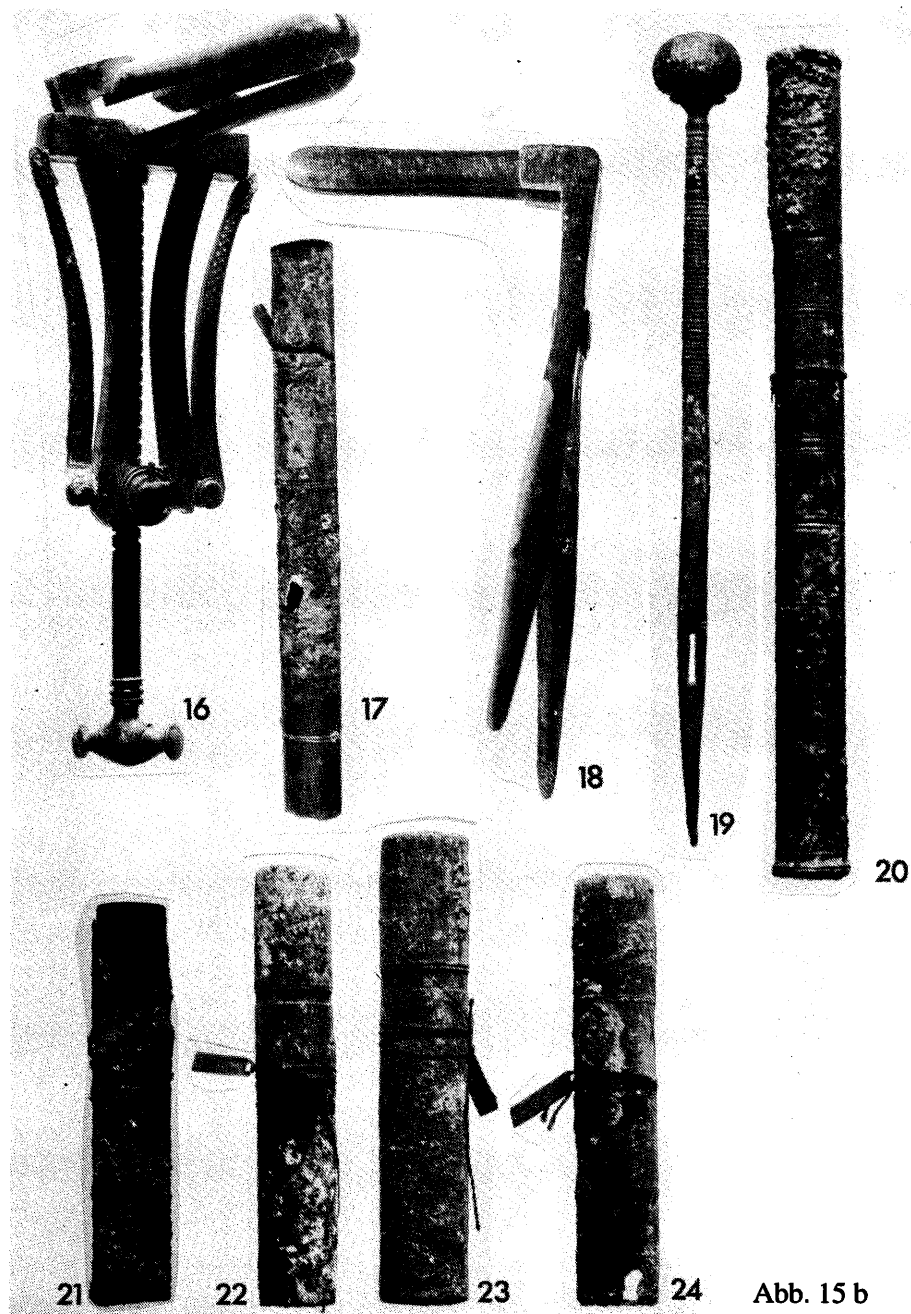
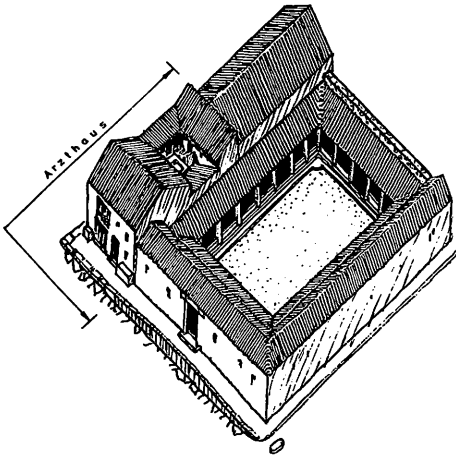


Abb. 15 b



- a fauces
- b Laden
- c ostiarius
- d atrium testudinatum
- e cubiculum
- f Treppe zum OG.
- g Hof mit impluvium
- h Küche u. Latrine
- i triclinium
- k Tisch
- l Bank für wartende Patienten

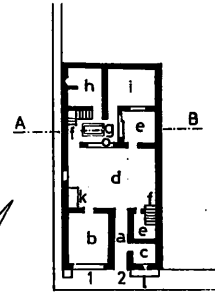
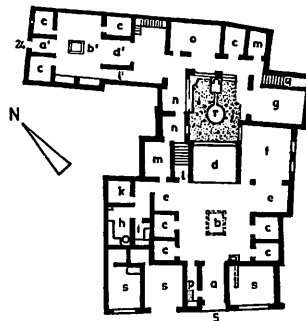


Abb. 16

0 5 10m

- a, a' Fauces
- b, b' Atrium
- c Cubiculum
- d, d' Tablinum
- e Ala
- f Triclinium
- g Oecus
- h Küche
- i Latrine
- k Speisekammer
- l, l' Andron
- m Vorratskammer
- n Gartenzimmer
- o Schlafraum
- p Treppe zum OG.
- q Kellertreppe
- r Peristyl
- s Laden



0 5 10m

Abb. 17

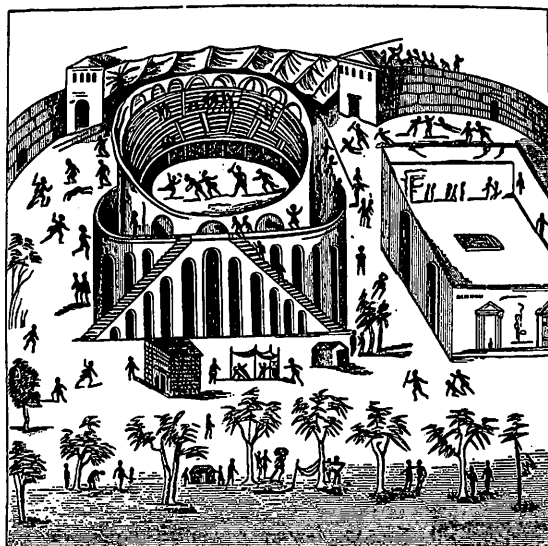
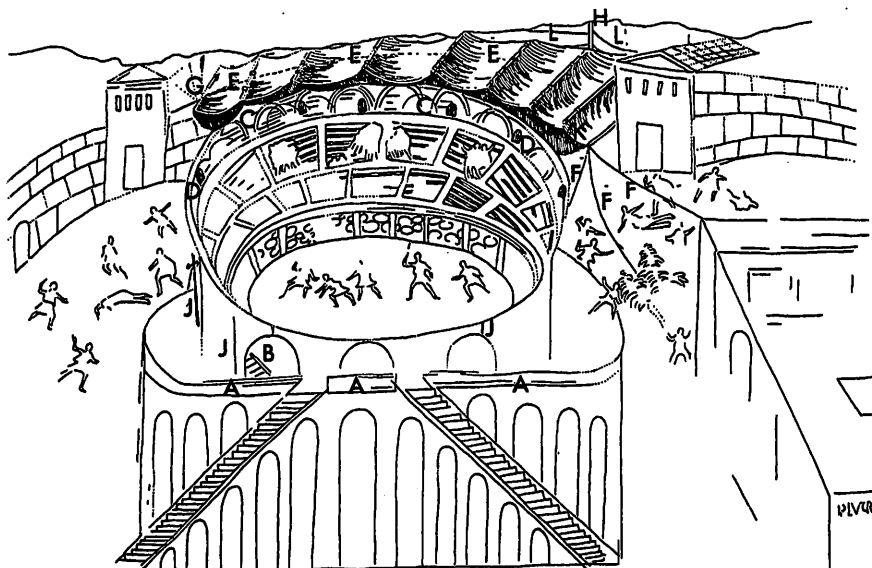


Abb. 18

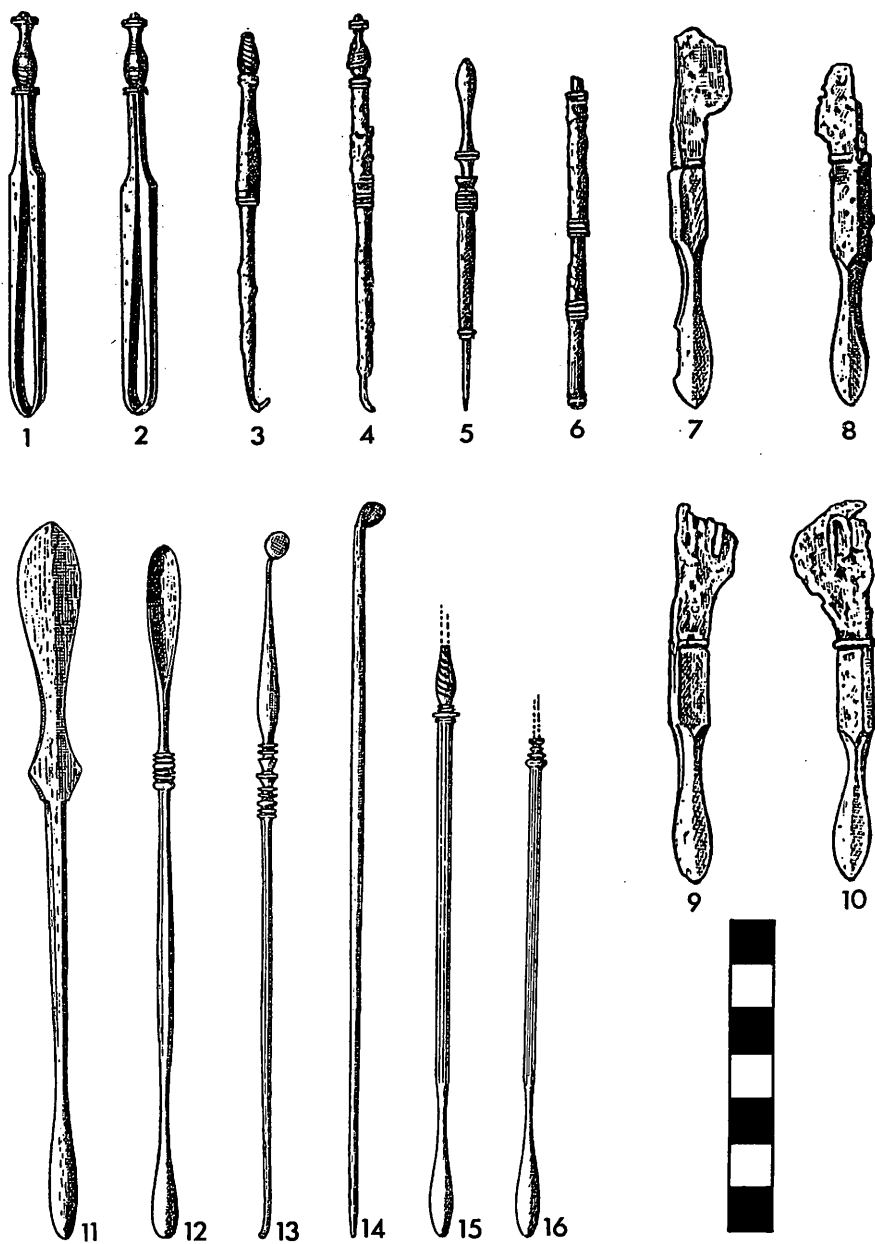


Abb. 19

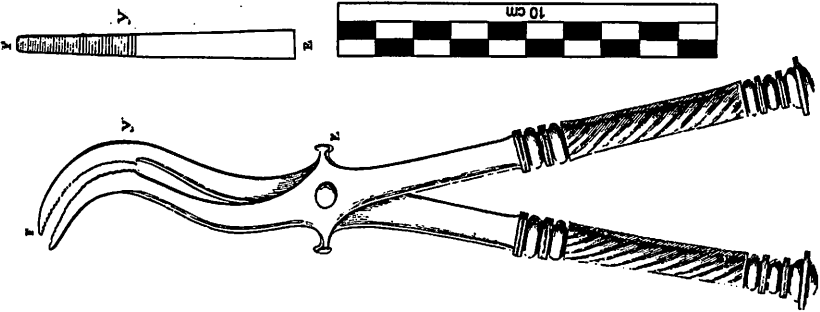


Abb. 22

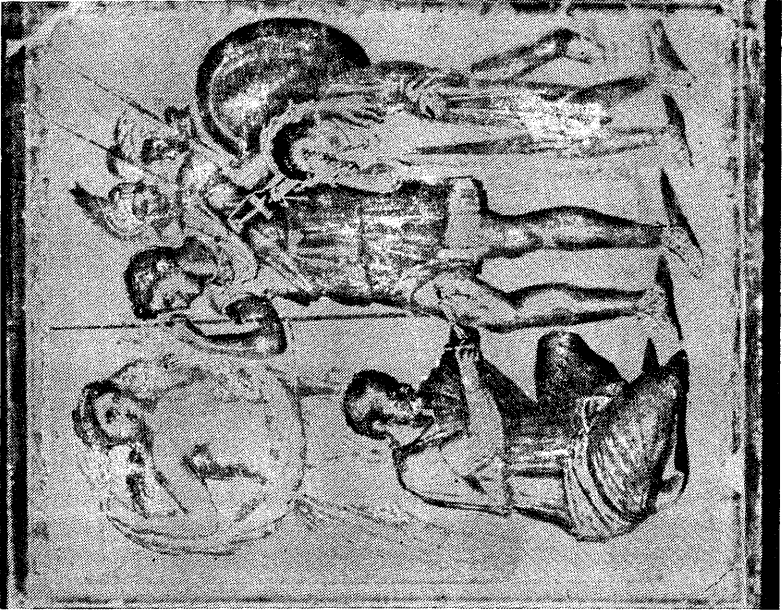


Abb. 21

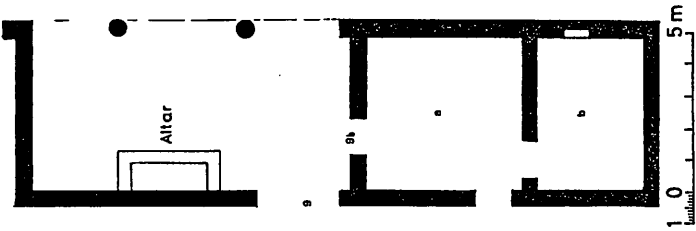


Abb. 20

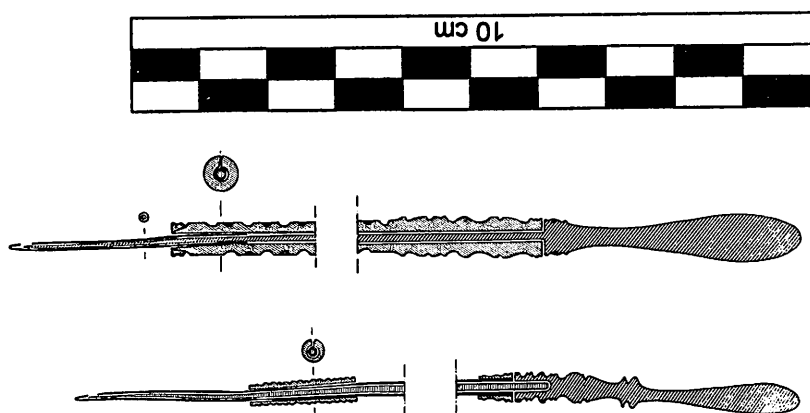


Abb. 24

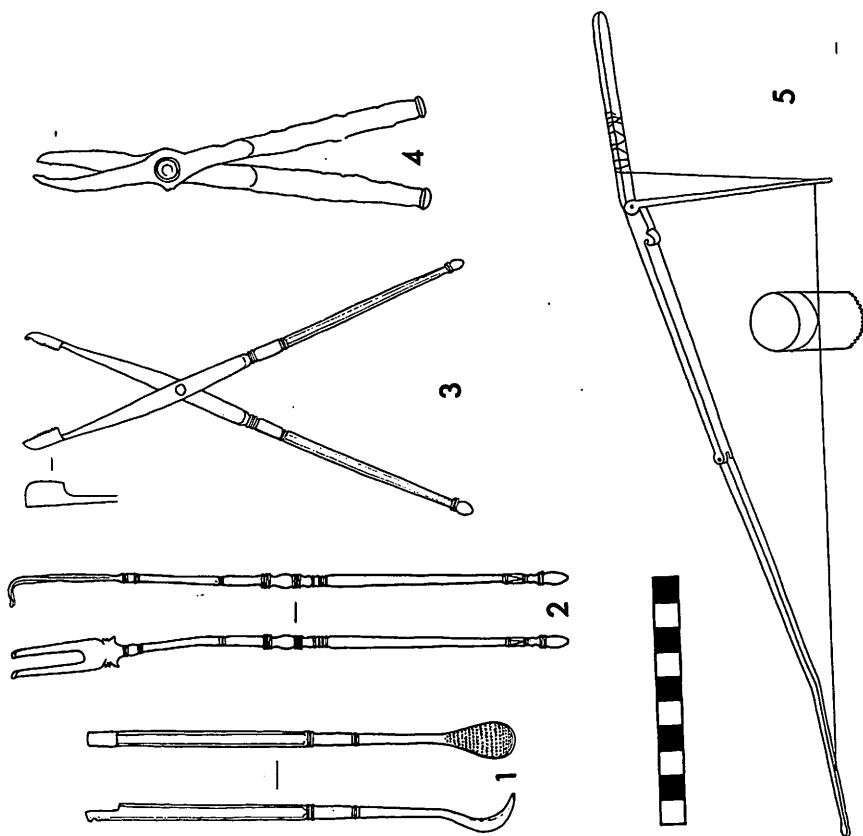


Abb. 23

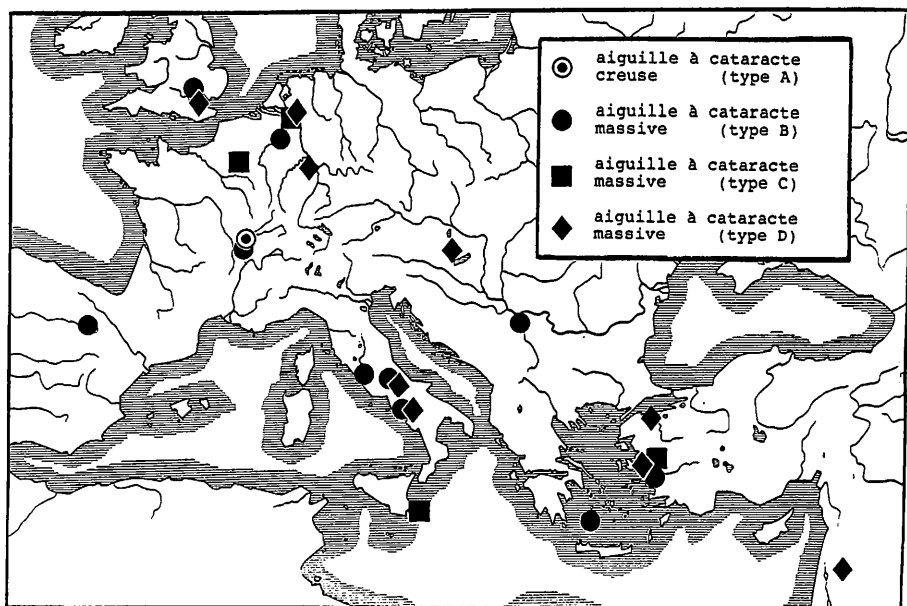


Abb. 25

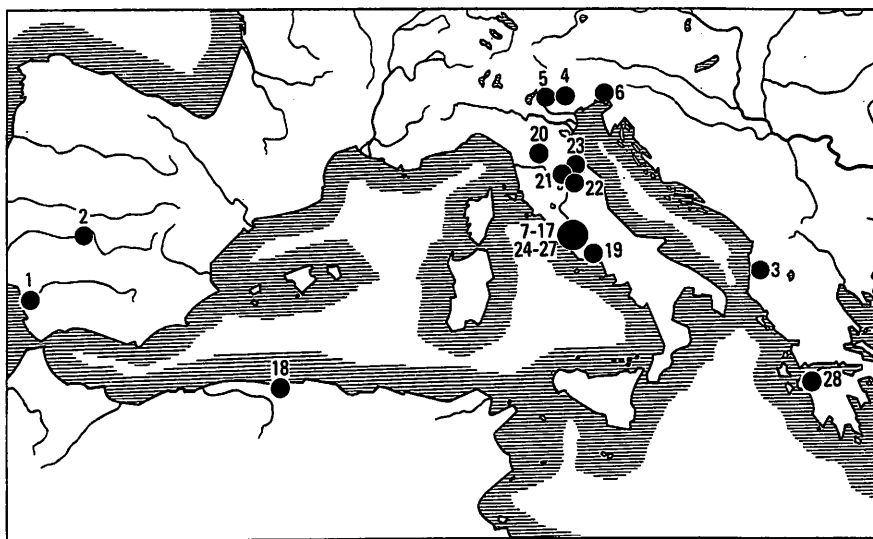


Abb. 26



Abb. 28



Abb. 29

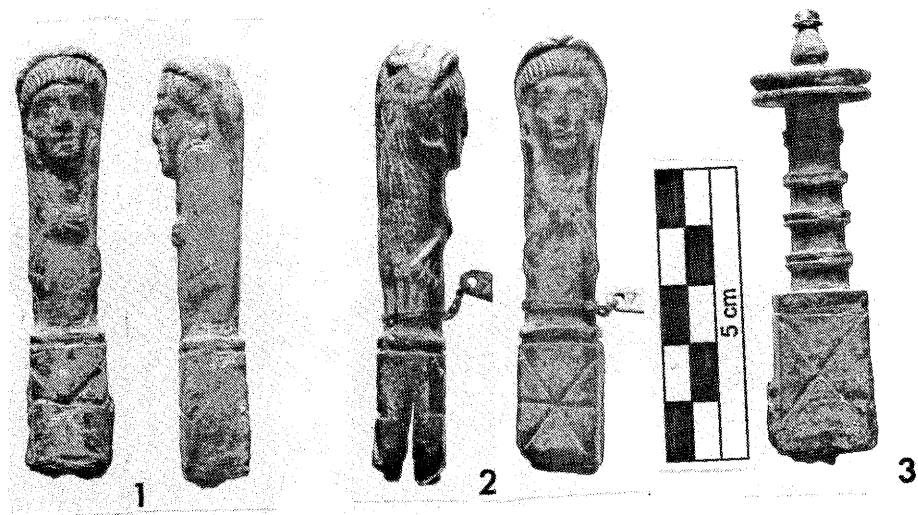


Abb. 30

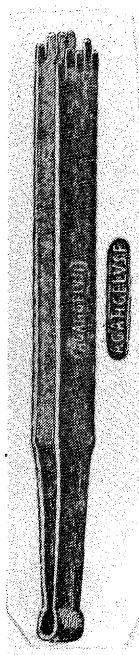


Abb. 31



Abb. 27

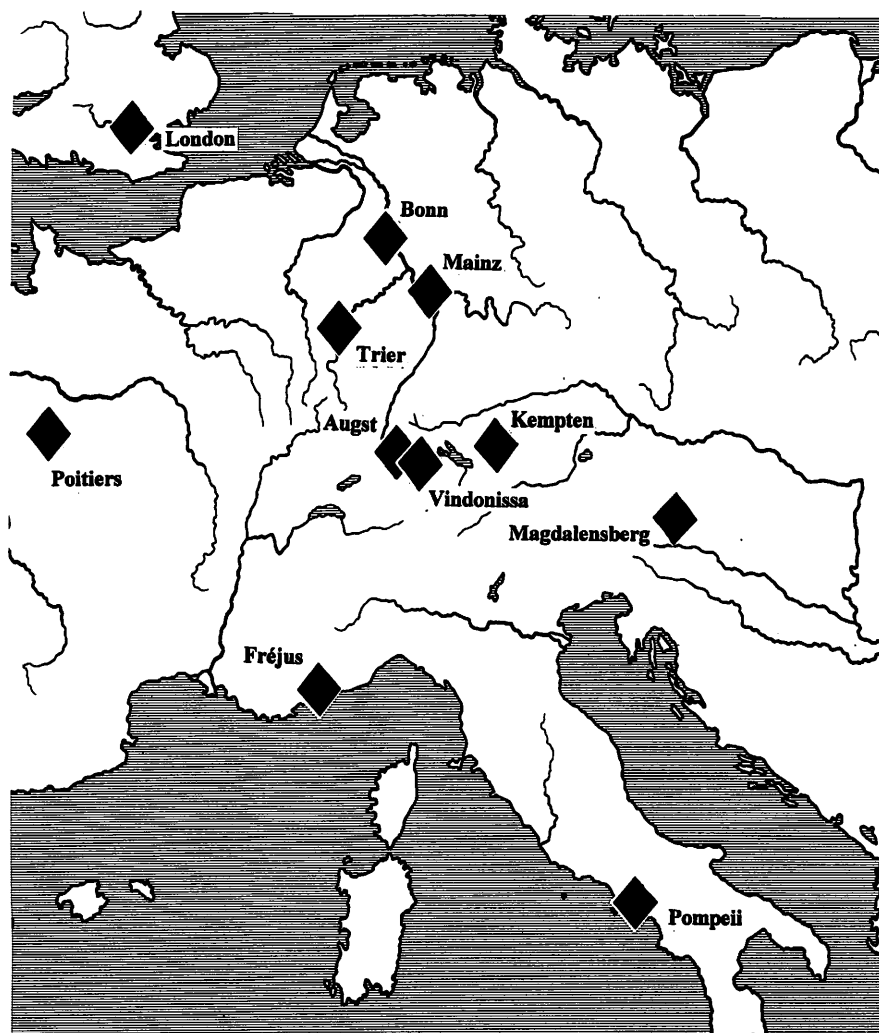


Abb. 32

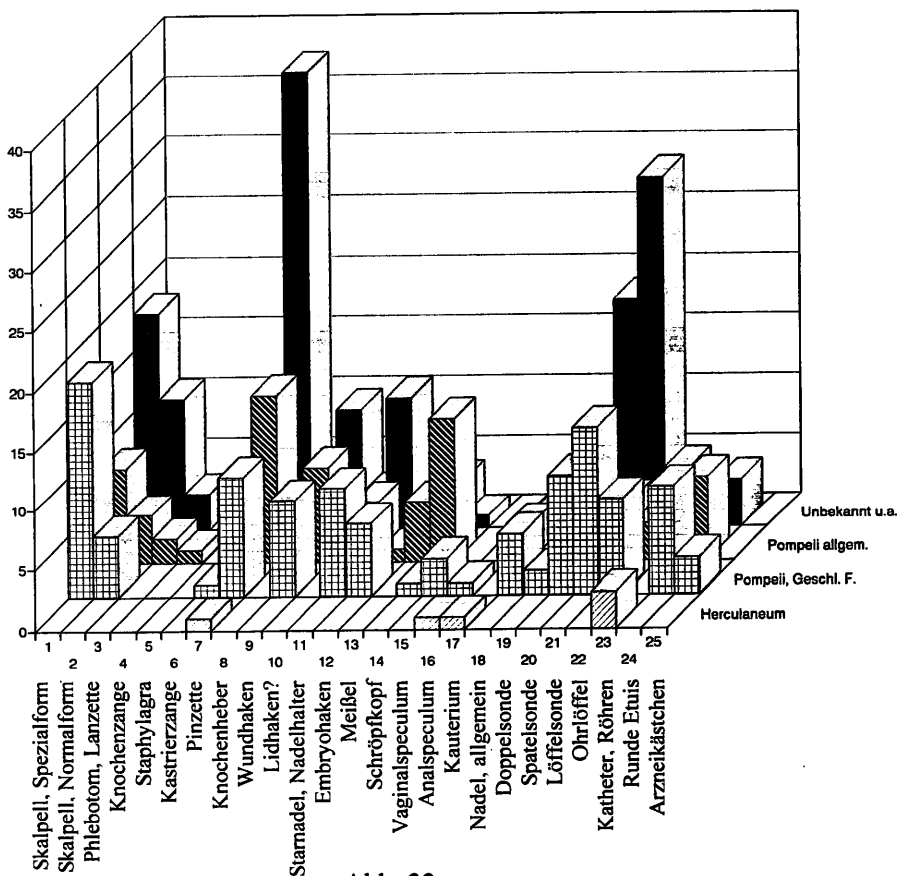


Abb. 33

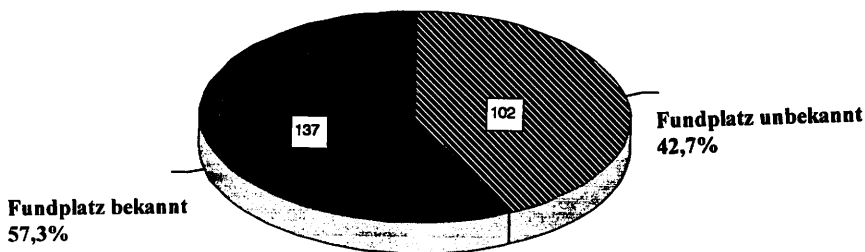


Abb. 34

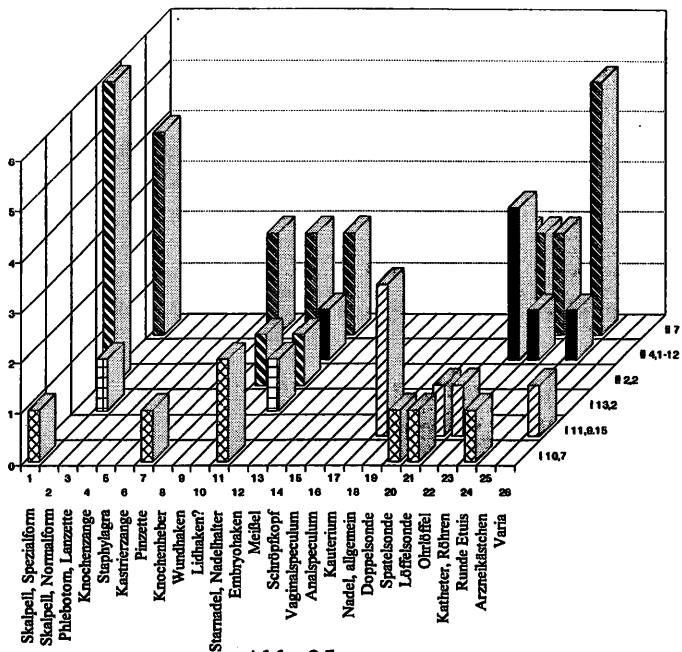


Abb. 35

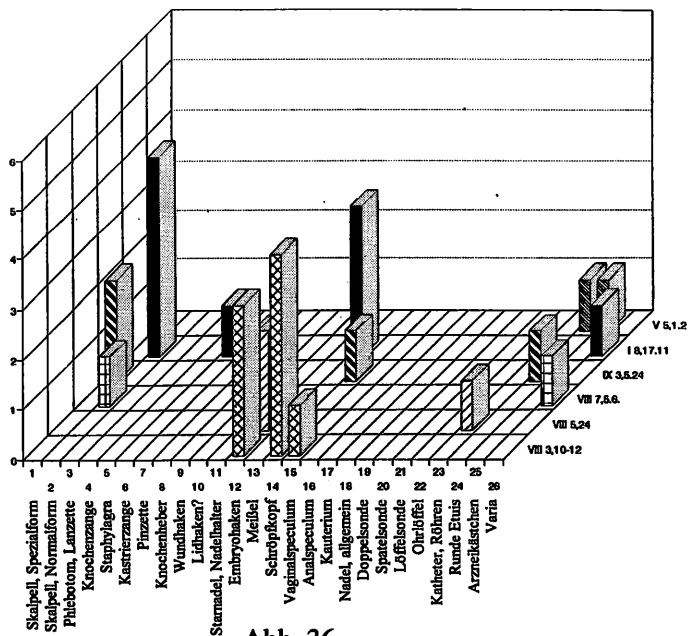


Abb. 36

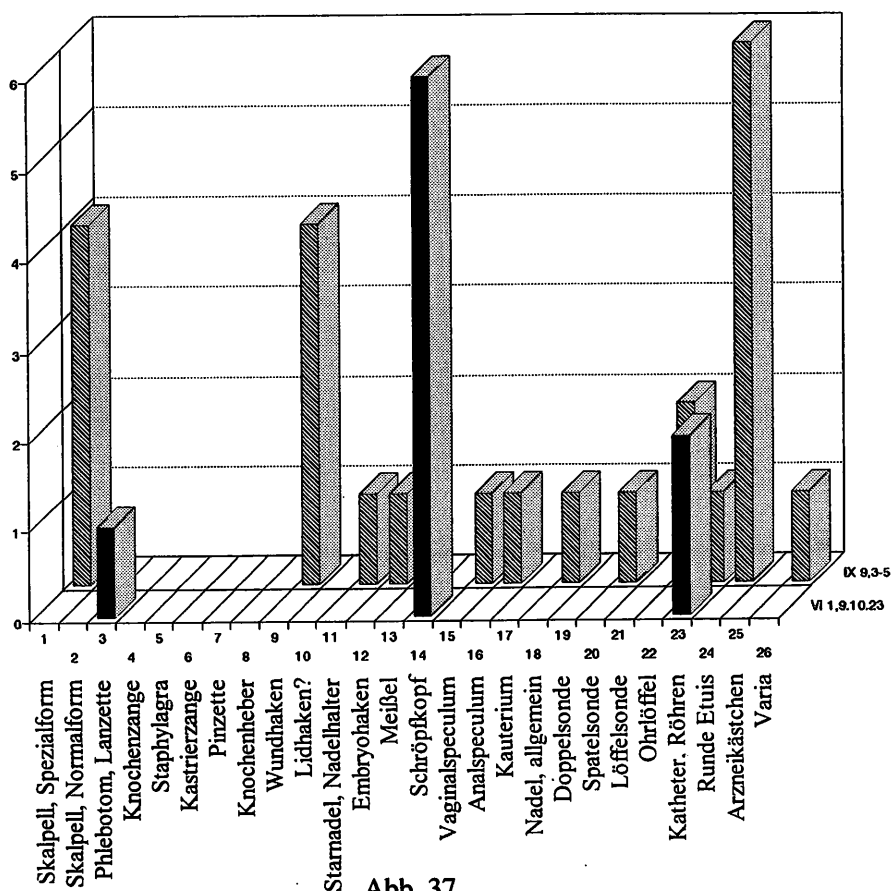


Abb. 37

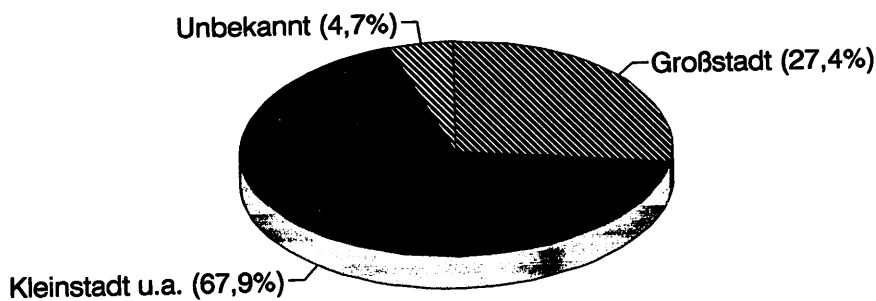


Abb. 39

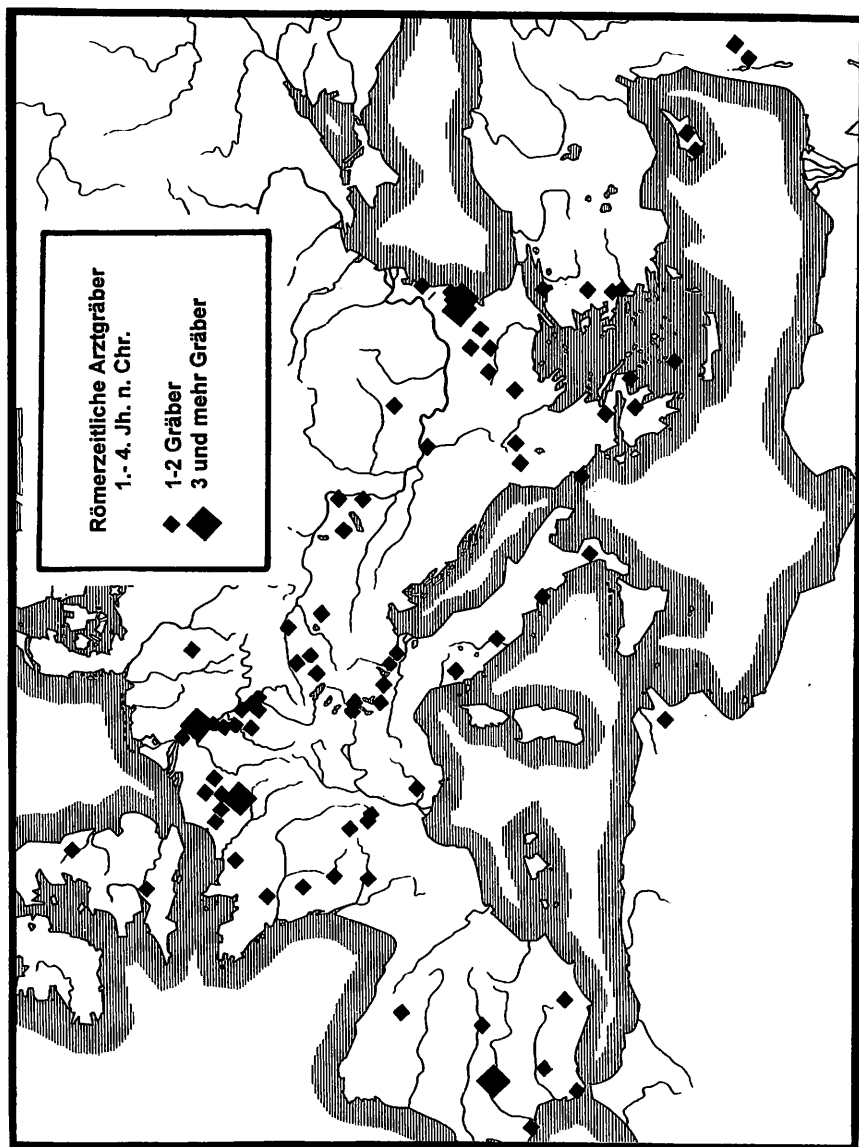


Abb. 38

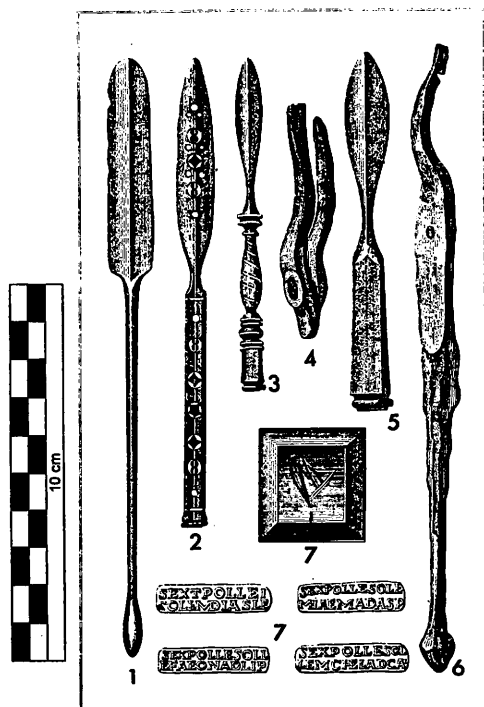


Abb. 40

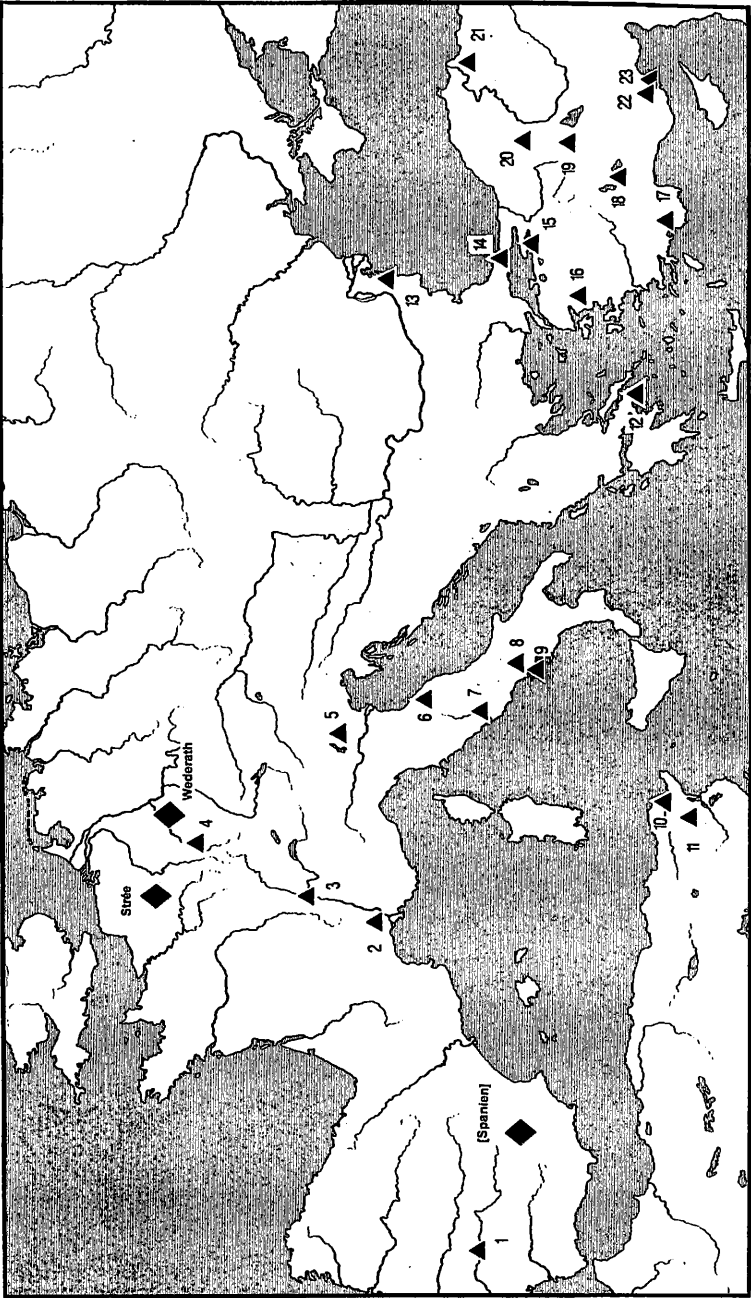


Abb. 41

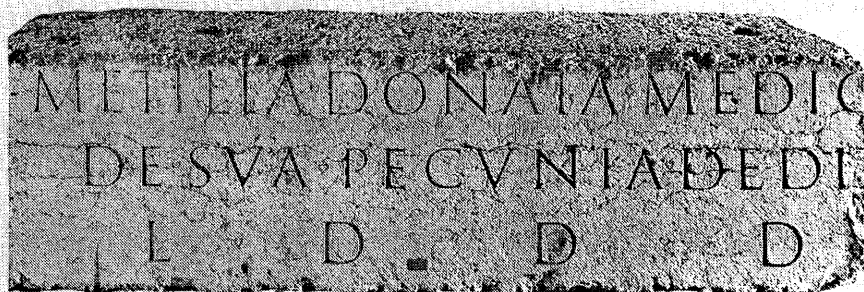


Abb. 42

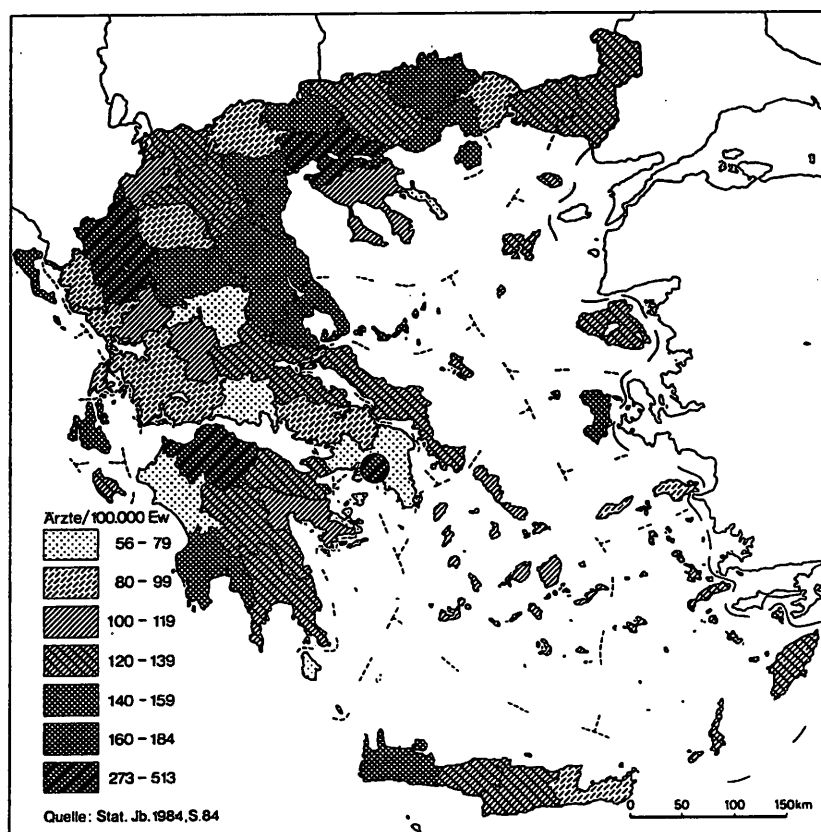


Abb. 43

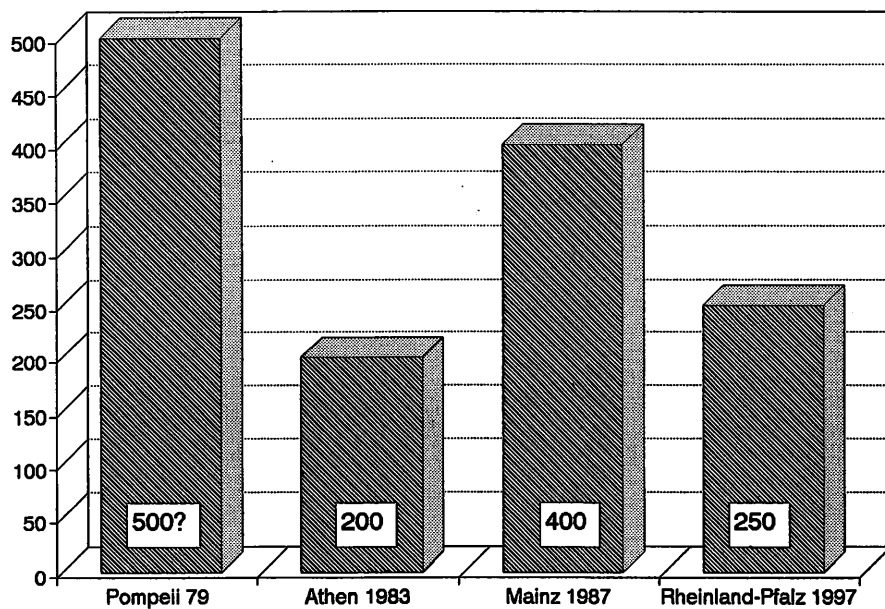


Abb. 44

LAUDATIO KAREL VELLE

Herman Balthazar

Le séminaire gantois d'histoire contemporaine a été mis sur chantier par le professeur Jan Dhondt peu après la Libération en 1945. En 1981, Karel Velle y est sorti avec la plus grande distinction comme Licencié.

Jan Dhondt, décédé en 1972, nous a laissé un département d'histoire contemporaine qui peut se mesurer dans beaucoup de domaines de recherche avec la plus haute qualité en Europe. On ne pouvait pourtant pas dire que l'histoire de la médecine y trouvait une place de marque. A ce point notre université ne faisait pas une exception en comparaison avec la toute grande majorité de la production historiographique ailleurs en Europe. On constatait en effet un paradoxe entre d'une part l'incontestable intérêt qui existe depuis le 19^e siècle pour l'histoire de la médecine et d'autre le manque d'engagement, voire même une hésitation critique de la part des historiens professionnels pour les produits de cet intérêt. Le paradoxe se double en constatant que parmi les sciences en général la médecine compte sans aucun doute le plus grand nombre d'études touchant à l'histoire de sa profession.

Karel Velle, lauréat de la Médaille Sarton est le mieux placé pour démêler ces paradoxes car il se place en tête du peleton d'une nouvelle génération d'historiens qui ont construit un pont entre deux mondes qui s'occupent de l'histoire des sciences et de l'histoire sociale.

Il faut d'abord bien souligner qu'il ne s'agit aucunement d'une hiérarchie qualitative dans ces deux mondes. On ne trouvera pas un historien professionnel que ne confirmera pas la grande valeur et toute l'utilité d'un nombre impressionnant d'études historiques écrites principalement par des médecins. Ce fait caractérise d'ailleurs les thèmes favoris de bon nombre de ces études. Il s'agit en effet et surtout d'études biographiques, parfois même hagiographiques ou d'études concernant des institutions hospitalières, d'évolutions diagnostiques, de techniques chirurgicales etc...

Le grand tournant dans la discipline de l'histoire sociale autour des années '70 a suscité plusieurs nouvelles lignes de recherche.

Dans ce contexte le monde des historiens a en quelque sorte retrouvé

l'histoire de la médecine, en élargissant en même temps ses thèmes traditionnels. Les professions médicales et paramédicales y ont trouvé une place plus liée au processus complexe de modernisation d'une société urbaine et industrielle en transition.

Quand Karel Velle a présenté son doctorat en 1988 il pouvait se vanter à juste titre d'avoir écrit dans ce sens la première grande monographie de l'histoire sociale du médecin et de la médecine en Belgique. Depuis 1982, date de sa première publication sur l'éducation sanitaire au 19^e siècle. Velle a fait preuve d'une érudition remarquable qui se base sur une connaissance remarquable des sources qui trouve sa traduction de synthèse dans un éventail d'études biographiques, statistiques, archivistiques, socio-culturelles ou économiques. L'honneur d'être choisi par la Société Sarton comme porteur de leur médaille est un couronnement bien mérité de son apport à l'histoire de la médecine. Il est un soutien non seulement pour le lauréat mais aussi pour toute la recherche menée au sein du département d'histoire contemporaine de l'université de Gand. Comme porte-parole de ce département je voudrais souligner à quel point nous sommes reconnaissant envers la Société Sarton. Tout comme ce très grand savant qui fut Georges Sarton, la Société Sarton joue aujourd'hui un rôle important pour l'incorporation de l'histoire des sciences dans un renforcement du dialogue interdisciplinaire et dans le contexte plus global des grands débats qui touchent notre société. Les historiens sont fiers qu'un des meilleurs d'entr'eux, Karel Velle, est reconnu digne des objectifs de la Société Sarton. C'est pour nous tous un message à retenir dans les choix à faire dans notre recherche scientifique.



POUR UNE HISTOIRE SOCIALE ET CULTURELLE DE LA MÉDECINE

Karel Velle

Les médecins ont toujours témoigné d'un grand intérêt pour l'histoire de leur discipline. Au XVIII^e siècle, et au début du XIX^e siècle, cet intérêt se focalisait surtout sur les grands noms de l'immense histoire de la médecine en général, et de la médecine belge en particulier. Il suffit ici de mentionner le *Dictionnaire historique de la médecine ancienne et moderne* en quatre volumes de N.F.J. Eloy (Mons, 1778)¹ et l'œuvre de Corneille Broeckx, éminent médecin anversois et membre de l'Académie royale de médecine. Broeckx a écrit quelques dizaines de biographies de prédécesseurs illustres et a composé deux histoires volumineuses de la *Collegia medica* d'Anvers (1858) et de Bruxelles (1862). Dans son *Essai sur l'histoire de la médecine belge avant le XIX^e siècle* (Gent, 1837) et dans son *Discours sur l'utilité de l'histoire de la médecine* (Antwerpen, 2^e édition, 1840) il a mis l'accent sur l'importance de la connaissance des écrits médicaux 'classiques' pour la formation des futurs médecins. L'intérêt quasiment archéologique du médecin pour le passé de la science médicale apparaît également dans les travaux d'autres médecins autodidactes de la première moitié du siècle passé, tels que P.J. d'Avoine, I.J. De Meyer, P.J. Van Meerbeeck, J. De Mersseman et A. Burggraeve.² La tradition des 'hagiographies' médicales devait se poursuivre jusqu'après la Seconde guerre Mondiale, aussi bien en Belgique qu'à l'étranger.³

Au siècle précédent, l'historiographie médicale avait une fonction fortement légitimatrice. Il s'agissait de souligner en premier lieu le caractère original de la médecine 'nationale' belge; de là les innombrables biographies de Vésale, Palfijn, Rega, Van Helmont, Verheyen etc. Les ouvrages les plus importants de médecins du XVI^e et XVII^e siècles furent réédités. Des associations de médecins et des organes de presse insistèrent auprès des autorités pour qu'elles érigent des statues de médecins belges célèbres.⁴ En 1867 encore, *L'art Médical* plaida en faveur de la création d'une chaire permanente d'histoire de la médecine à l'*Université libre*, vu "l'intérêt national".⁵

De plus, l'historiographie de la médecine cadrerait parfaitement dans la stratégie qui voulait persuader la société et les autorités de l'utilité sociale de la médecine, et de la compétence de ses praticiens. Ce n'est pas un hasard qu'aux années trente et quarante du siècle précédent l'Ancien régime 'médical' fut présenté comme une époque de gloire, pendant laquelle les *Collegia medica* contribuèrent à l'élévation intellectuelle des praticiens des diverses branches de la médecine et au développement du sentiment corporatif. Dans ses *Méditations sur la nécessité d'étudier l'histoire de la médecine* de 1841⁶, le médecin et publiciste brugeois, P.J. van Meerbeeck, jugea que la démonstration de l'utilité et de l'importance de la science médicale se ferait le mieux par "l'étude du passé médical". Au cours de la séance du 16 juin 1835 de la *Société de Médecine de Gand*, à l'occasion du décernement du prix d'histoire de la médecine belge, Le Dr. Houdet jugea que "L'étude de l'histoire de la médecine [était] devenue une nécessité généralement sentie" : "l'esprit humain a besoin que sa marche soit incessamment éclairée par les leçons du passé. Etudier l'histoire de la médecine, c'est prévenir les erreurs de l'inexpérience et faire tourner au profit de l'humanité les connaissances trop souvent acquises à ses dépens".⁷ Parfois, les biographies de médecins illustres furent utilisées pour défendre les intérêts professionnels contemporains des médecins. Ainsi, Corneille Broeckx (cf. plus haut) défendit-il, dans un certain nombre de ses biographies, l'idée d'un *numerus clausus* pour les pharmaciens, l'abolition du droit de patente, ou encore la réforme de l'enseignement de la médecine. De plus, l'historiographie médicale devait garder la science d'"erreurs, de préjugés et de toute forme de pensée spéculative". Elle était un guide pour la pratique médicale, parce qu'elle représentait une mémoire collective de connaissance et d'expérience, basées sur des siècles d'observation :

"La science tout entière est dans l'histoire de la médecine, qui renferme tout ce que les grands hommes, nos devanciers, ont observé de remarquable et d'éminemment utile. En liant les découvertes du passé avec celles du présent, de sorte que la chaîne scientifique ne soit jamais interrompue, on marche dans la voie du progrès, la seule véritablement profitable à la science".⁸

Les innovations scientifiques et les évolutions techniques, l'histoire des facultés et des institutions de médecine, l'origine et l'évolution des spécialités médicales étaient d'autres objets d'étude de l'histoire de la médecine

plutôt traditionnelle. En effet, l'histoire de la médecine était, jusqu'il y a quelques décennies, avant tout une histoire des idées de la pensée médicale et des doctrines médicales qu'adoptaient les médecins.⁹

L'histoire de la médecine était enseignée comme cours à option aux facultés de médecine belges.¹⁰ La première loi belge concernant l'enseignement supérieur, celle du 27 septembre 1835, prévoyait le cours "Encyclopédie et histoire de la médecine", en tout cas pour les universités de l'État.¹¹ A l'Université de Gand, ce cours fut pour la première fois enseigné par le jeune psychiatre Jozef Guislain, à partir de 1837. Après le décès de Guislain, en 1860, ce fut Victor Deneffe qui s'acquitta de cette tâche. L'histoire de la médecine était enseignée à Bruxelles à partir de 1835.¹² Le caractère scientifique de cette branche était garantie principalement par l'analyse des travaux des auteurs classiques et de ceux du Moyen Age, tels Hippocrate et Galien. Plus tard, l'histoire des différentes spécialités médicales y fut intégrée.¹³

A partir de la fin du XIXe siècle, l'historiographie médicale conquist sa place dans l'histoire des sciences. En témoignent la parution de bibliographies, d'inventaires d'archives et de collections, la fondation de cabinets spécialisés d'instruments, de musées, de centres de recherche et d'associations. Le médecin français Cabanès fonda en 1893 sa *Chronique médicale. Revue périodique médico-littéraire et historique*; en 1901 fut fondée la *Deutsche gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften*, suivie, un an plus tard, par le *Bulletin de la Société française d'histoire de la médecine*. On peut également renvoyer au périodique *Pal-fijn. Tweemaandelijks tijdschrift voor Nederlandsche natuur- en geneeskundige literatuur* (Anvers, 1902 - 1903), édité par un groupe de médecins et hommes de sciences naturelles flamands, sous la direction de J. McLeod, F. Sano, M. Schuyten et A. Bekaert, de même que l'on peut référer à l'aperçu de la littérature médicale flamande d'avant le XIXe siècle, rédigé par les médecins anversois F. Sano et G. Schaemelhout, qui en était à sa deuxième édition en 1911.¹⁴ En 1907, le professeur allemand Karl Sudhoff, de Leipzig, fonda le célèbre *Archiv für Geschichte der Medizin*. En 1920, sous la direction de Joseph Tricot-Royer, eut lieu le premier congrès international d'histoire de la médecine¹⁵, suivi, quelques années plus tard, par la publication du *Bulletin of the history of medicine* (Baltimore, 1926), organe de l'*International Society of the History of Medicine*. En 1921, Tricot-Royer fonda la première Société belge pour l'histoire de la médecine; il enseigna

cette branche à l'Université de Louvain jusqu'en 1950 et fut la force mouvante derrière le périodique *Yperman*, qui parut de 1923 à 1926.¹⁶ Les premiers médecins belges à accorder dans leur œuvre un certain intérêt aux aspects sociaux de la médecine, et plus particulièrement à l'histoire de la médecine sociale, furent le professeur Liégeois Michel Florkin (Liège, 1900 - 1978), qui s'intéressait surtout aux développements dans la région de Liège, le Gantois Leo Elaut (1897 - 1978) et finalement le médecin et fonctionnaire Bruxellois René Sand (1877 - 1953), dont l'ouvrage *Vers la médecine sociale* (Paris, 1948) constitue encore aujourd'hui un ouvrage de référence pour la connaissance de cette discipline.

L'apport de ces médecins, et de beaucoup d'autres encore, à une meilleure connaissance des points de vue et des pratiques médicales est sans aucun doute importante.¹⁷ Les historiens de la médecine avaient (et ont toujours), le mérite d'inventorier le patrimoine médical¹⁸, et de le conserver; ils ont également le mérite de collectionner des faits, des sources, et des artefacts médicaux, et celui de traduire et d'éditer des textes médicaux qui, sans eux, auraient certainement été perdus. Nous ne pouvons cependant pas nous défaire de l'idée que l'histoire de la médecine a été très encyclopédique, et ceci jusque très loin après la Seconde Guerre Mondiale, et qu'elle a été réduite à une compilation de faits et de données biographiques et bibliographiques. Il n'était pratiquement pas question de réflexion critique, ou d'intérêt pour la fonction sociale de la médecine; de même, on ne s'efforçait pas d'étudier la position de la médecine à l'intérieur d'un cadre référentiel culturel. Les critiques appellent ce type d'historiographie 'a cultural ornament to the medical profession', "bladeren in het familiealbum van het medisch beroep" (feuilleter l'album de famille de la profession médicale).¹⁹ L'historien de la science néerlandais Lindeboom admit en 1963 que la production néerlandaise dans le domaine de l'histoire de la médecine se limitait à des données "fragmentaires et parfois anecdotiques".²⁰

George Rosen

Un premier renouveau dans l'histoire de la médecine se fit parmi une génération de médecins sociaux américains et suisses : de 1940 à 1960, G. Rosen, H. Sigerist, R.H. Schryok, C.E. Rosenberg et E.H. Ackerknecht ont mis l'accent sur le fait que l'historiographie médicale devait tenir compte de

l'interaction entre les facteurs externes, propres à la société, et internes, inhérents à l'évolution de la science médicale.²¹ Ces médecins érudits témoignèrent pour la première fois d'un certain intérêt pour l'histoire plus récente, notamment celle de la fin du XVIII^e siècle, du XIX^e et même celle du XX^e siècle. Leurs études, notamment sur la relation entre la pensée politique et la politique de la santé à la fin du XVIII^e et au début du XIX^e siècles, furent innovatrices, de même que celles sur l'histoire de la statistique médicale, la médecine sociale et l'hygiène publique, tout comme l'étude de l'hôpital du point de vue sociologique et celle de l'acceptation des pensées de S. Freud dans les périodiques religieux américains.

La sociologie historique

A partir des années '70, l'historiographie médicale subissait une métamorphose radicale. Elle devenait un peu moins le terrain exclusif de médecins et d'auteurs scientifiques. Des historiens de l'histoire sociale et de la démographie, des historiens de l'histoire culturelle, des sociologues, des ethnologues, des anthropologues culturels et d'autres spécialistes des sciences humaines vinrent occuper le terrain. Cette évolution se fit d'ailleurs jour sur tous les terrains de l'histoire de la science.²² L'histoire de la médecine 'traditionnelle' céda graduellement la place à une histoire sociale et culturelle de la maladie et de la santé. Le domaine d'investigation s'élargit d'autant. L'influence grandissante d'historiens sociaux et culturels dans le domaine de l'histoire des sciences donna sa chance à l'histoire et à l'étude de l'importance sociale de la science médicale. L'attention fut dirigée vers des sujets d'étude qui, jusque-là, n'avaient guère retenu l'attention dans l'histoire des sciences. On chercha d'autres sources.²³ Je n'ai cependant pas l'intention de faire, dans ce court laps de temps, une synthèse de vingt-cinq ans d'histoire de la médecine; je voudrais simplement apporter quelques précisions et illustrations concernant quelques développements importants.

Une seconde vague de renouveau à l'intérieur de l'historiographie de la médecine naquit presque simultanément à l'intérieur de la sociologie historique et de la démographie historique. Des sociologues, et parmi eux de nombreux critiques du secteur de la santé de l'époque, demandèrent une attention accrue pour l'étude de la maladie et de la santé à l'intérieur du contexte social et pour le rôle des différents acteurs à l'intérieur de la santé

publique.²⁴ Dans une contribution de 1977, les anglais John Woodward et David Richards soutinrent que l'histoire de la médecine avait une certaine utilité pratique et devait conduire à "a deeper and more perceptive understanding of the social role of health and illness, and of social aspects to the organisation of the medical profession and medical services. A social history of medicine can seek to explain how roles and relationships between doctors and patients have changed and trace the influence exerted not only by medicine on society, but also by society on medicine".²⁵ La nécessité d'une interprétation historique plus large fut posée explicitement. Depuis les années '70, et ceci sous l'influence des sociologues, la professionnalisation du métier de médecin, tout comme l'influence de la législation sur l'exercice de la médecine et sur les rapports entre les différents dispensateurs de soins, furent parmi les premiers sujets qui reçurent plus d'attention.²⁶ La question centrale que l'on se posait était : sous l'influence de quels facteurs, et selon quels mécanismes les différents groupes professionnels ont-ils pu conquérir leur part dans le secteur des soins ? L'attention était surtout attirée par la différenciation à l'intérieur de la profession médicale, par la façon dont un certain nombre de groupes professionnels (para)médicaux ont pu délimiter leurs terrains d'action, et par le rôle des autorités dans ce processus (*cf.* la législation sur l'enseignement de la médecine et sur l'exercice de la médecine). On attira entre autres l'attention sur l'évolution de la dispersion des professions médicales. Au XIX^e siècle, les différences des taux de densité médicale entre la ville et la campagne ont donné lieu à des tensions à l'intérieur du corps médical. Les médecins préféraient une pratique en ville à une pratique, moins lucrative, à la campagne. Les médecins ruraux se voyaient obligés d'accroître leur revenu modeste de toutes les façons possibles, par exemple en vendant des médicaments, ce qui conduisait inévitablement à des conflits avec les pharmaciens. Une autre façon d'arriver à un niveau suffisant de revenu était la spécialisation. A travers les différentes évolutions techniques et scientifiques les médecins pouvaient se différencier les uns des autres par leurs connaissances et compétences spécifiques. Pour les omnipraticiens, l'apparition de collègues spécialisés constituait une menace. Plusieurs études ont pris pour sujet les effets de la spécialisation du métier de médecin sur les relations professionnelles. Des spécialistes d'organes, tels que les chirurgiens, les ophtalmologues, ou les oto-rhino-laryngologistes, n'avaient normalement pas beaucoup de problèmes à s'imposer comme un groupe séparé. C'était diffé-

rent pour les pédiatres, les internistes et les hygiénistes, pour lesquels il était plus difficile d'indiquer les différences avec le métier d'omnipraticien. Dans sa thèse sur le mouvement vers l'indépendance de l'obstétrique aux Pays-Bas pour la période 1840 - 1920, Lidy Schoon a mis en relief le conflit d'intérêt entre les médecins et les sages-femmes. Le fait qu'il y avait suffisamment de sages-femmes à une époque où les médecins étaient peu nombreux, leur position lors de l'accouchement 'naturel', en combinaison avec la répugnance des femmes à accoucher dans des cliniques et la tradition néerlandaise d'accouchement à domicile, ont renforcé la position de la sage-femme sur le marché de l'obstétrique.

A l'intérieur de l'histoire sociale de la profession de médecin, d'autres thèmes ont évidemment été traités, tels que les relations de la profession médicale avec les autorités, les relations entre les médecins et les instances d'assurance-maladie (mutualités), la naissance et le développement d'un syndicalisme médical, la lutte contre l'exercice illégal de la médecine, les aspects quotidiens de la pratique médicale, la déontologie médicale, etc..²⁷

Finalement, certains sociologues, ensemble avec des anthropologues culturels, ont attiré l'attention sur les différences sociales et culturelles dans la consommation médicale et dans la perception que l'on a de la maladie et de la santé.²⁸ Ce sont surtout les ethnologues qui fournissent les sources nécessaires à de telles recherches : littérature de colportage, recueils de dictons, représentations iconographiques, contes populaires, livres de remèdes populaires, etc.

La démographie historique

A côté de la sociologie, le rôle inspirateur de la démographie pour l'histoire de la médecine se présente de lui-même.²⁹ A partir des années 70, les démographes historiques focalisent de plus en plus leur attention sur la mortalité différentielle. Ils se mettent à étudier les épidémies, la propagation des différentes maladies, l'évolution des maladies, les causes de décès et l'interaction entre le taux de mortalité et le niveau de vie, le niveau nutritionnel et hygiénique. On a pu constater une véritable inflation de publications dans ce domaine. Les différences sociales face à la mort et la maladie, le rôle de la santé publique et de la science médicale dans la baisse de la

mortalité générale et dans l'évolution du taux de mortalité de maladies spécifiques ont été étudiés.³⁰ Des sources jusqu'ici inutilisées ont été exploitées : topographies médicales³¹, rapports épidémiologiques de rapporteurs de différentes associations médicales, des Commissions Médicales Provinciales (1818) ou de l'Académie Royale de Médecine (1841), de même que des registres de décès d'hôpitaux, des statistiques officielles sur les causes de décès, et des observations cliniques dans la presse spécialisée. Il apparut très vite que les médecins ont laissé, depuis la fin du XVIII^e siècle, une masse impressionnante d'écrits socio-médicaux, qui, de surcroît, ont été conservés pour la plupart sous forme imprimée. Rappelons-nous l'*Enquête sur le travail et la condition physique et morale des ouvriers employés dans les manufactures de coton à Gand*, des médecins gantois Heymans et Mareska, de 1845, l'étude du Dr. M. Schoenfeld de 1846 sur le travail des enfants dans les mines du bassin de Charleroi, ou encore celle de Henri de Ceuleneer sur la santé des campagnards de 1847.³² Ces publications étaient caractérisées par une analyse méticuleuse des conditions de vie et de travail du prolétariat du XIX^e siècle et constituaient une vigoureuse contestation des grandes inégalités sociales.

L'évolution de l'historiographie

Certaines évolutions à l'intérieur de l'historiographie générale ont eu, elles aussi, leur répercussion sur l'historiographie médicale. Ce n'est qu'au début des années 70 que les historiens ont commencé à s'intéresser au vaste champ de l'histoire de la médecine, domaine qui a graduellement évolué vers une histoire sociale et culturelle de la maladie et de la santé dans son sens le plus large. On ne compte plus le nombre de publications sur ce sujet, écrites par des historiens de l'histoire culturelle, ces vingt dernières années. Celui qui dépouille systématiquement les bibliographies et périodiques nationaux et internationaux est à chaque reprise surpris par la créativité dans le choix des sujets et des approches. Aux Pays-Bas, l'*Institut Hui-zinga*, centre de recherche sur le terrain de l'histoire culturelle, a pris, il y a un an, l'initiative d'inventorier les recherches historico-médicales en cours. Depuis lors, cette banque de données est régulièrement actualisée.

A mon avis, cet envol spectaculaire de l'histoire culturelle et sociale de la maladie et de la santé s'explique de deux façons: d'un côté, le renou-

veau de l'historiographie sur le plan de la méthode et du contenu, de l'autre, l'exploitation de sources 'médicales'. Les historiens ont commencé à poser d'autres questions, ont emprunté des définitions, des modèles et des hypothèses de travail à d'autres sciences humaines et ont utilisé d'autres techniques d'analyse. Des notions sociologiques comme l'insertion dans la société de la médecine, la maladie comme catégorie sociale, la légitimation, la délimitation des domaines, le contrôle du marché, la perception de la maladie, le rôle de la maladie, la convergence des intérêts pénétrèrent le vocabulaire historiographique. L'exercice de l'histoire se diversifia sous l'influence de l'approche multidisciplinaire de matières complexes comme les mentalités, les mécanismes sociaux, la rationalisation, la laïcisation, le contrôle social, l'acculturation et la modernisation. L'histoire locale, l'histoire comparée et l'histoire quantitative, la 'nouvelle' histoire sociale (*history from below*³³), l'histoire politique, l'histoire des institutions, l'histoire des femmes et de la sexualité, l'histoire culturelle, l'histoire du quotidien, tous ces domaines partiels de l'espace historique ont ouvert de nouvelles perspectives pour l'histoire de la médecine. Une deuxième explication pour la croissance explosive de ce domaine est la découverte par les spécialistes des sciences humaines de la grande richesse de ce que l'on pourrait appeler très généralement 'les sources médicales'. Je pense en particulier à des monographies médicales et à des périodiques, de même qu'à des archives d'institutions de santé, d'associations professionnelles et de facultés de médecine.

Dans la catégorie de l'histoire locale et régionale nous trouvons des études sur des institutions de santé publique locaux, sur le rôle de médecins et paramédicaux locaux, ou des études concernant des épidémies qui ont ravagé une ville ou une région.³⁴ Des archéologues industriels, ces scientifiques qui se consacrent à la culture matérielle de la société industrielle, ont fait des recherches sur l'histoire de l'hygiène industrielle et ont cherché les restes de la culture matérielle de l'hygiène publique (infrastructure sanitaire) et des soins privés du corps (la culture de la salle de bains). Ils ont ensuite dirigé leur attention sur l'infrastructure et l'architecture hospitalières.³⁵

Les historiens de la politique et des institutions s'intéressaient surtout à l'évolution de la politique en matière de santé, au rôle qu'ont joué des groupes de pression médicaux ou que des médecins individuels ont pu jouer dans les décisions. Ils s'intéressaient également à l'évolution de la prévention en matière de santé publique à partir du double point de vue des

processus de formation de la civilisation et de l'État. D'autres sujets de recherche étaient l'organisation et le financement de la santé publique, la naissance et l'évolution d'organisations de droit privé et de droit public, actives sur le terrain de la santé, la (pré-)histoire de la sécurité sociale et du droit sanitaire et médical; la relation entre le développement de la santé publique, la politique sociale générale (lutte contre la pauvreté), et le morcellement de la société sur des bases idéologiques (la 'pilarisation').³⁶

A la croisée de l'histoire politique et sociale de la médecine, nous pouvons encore mentionner les études qui ont trait à des médecins engagés qui, dans leur réflexion et leur action médicales, se sont laissé guider par des motivations politiques ou idéologiques. Je pense par exemple à la figure de Modeste Terwagne, médecin anversoïis, anti-clérical militant, parlementaire socialiste, défenseur du développement du secteur de la médecine préventive et de la laïcisation de l'instruction médicale en Belgique, au début du siècle. D'autres exemples sont le libre-penseur Wallon Hubert Boëns, membre de l'académie de médecine, adversaire de la vaccination antivariolique, Pol Demade, publiciste, et défenseur du prêtre Daens, ou encore l'obstétricien louvaniste Schockaert, éminent médecin catholique et adversaire de la contraception pendant les années 30.³⁷

Nous avons déjà mentionné l'attention portée à l'évolution de la profession médicale dans tous ses aspects. Il est important d'ajouter que, depuis quelques années, les professions paramédicales elles aussi ont commencé à être l'objet d'études, avec une attention particulière pour les sages-femmes et les infirmières.³⁸ L'histoire socio-économique a laissé des traces, notamment dans le domaine de l'histoire des hôpitaux. Dans l'histoire récente des institutions de soins médicaux, on n'attache pas seulement de l'importance à l'histoire de leur fondation et au contexte institutionnel, mais on s'intéresse également aux aspects sociaux des soins : les rapports sociaux et la vie quotidienne à l'intérieur de l'institution, la division du travail à l'hôpital, les tensions entre les différents acteurs au sein de l'institution (les médecins, les sœurs hospitalières, la faculté de médecins, la Commission des hospices civils, etc.), l'ascendance sociale du patient, la relation médecin-patient, la gestion de l'institution, le prix des soins médicaux, la qualité des soins, etc. On peut constater cette évolution dans l'historiographie des hôpitaux lorsqu'on consulte les *Annales de la société belge d'Histoire des Hôpitaux* (depuis 1963).³⁹ Pour être complet, signalons également l'histoire sociale de la psychiatrie qui est née de la critique sur la fonction

pénale et de contrôle social qu'avaient les institutions pour malades mentaux depuis le XVIII^e siècle. Différents auteurs avaient montré que les personnes internées n'étaient pas nécessairement des malades mentaux, mais qu'elles étaient punies pour leur comportement non-conformiste ou pour des infractions contre l'ordre familial ou social.⁴⁰

Un domaine différent à l'intérieur de l'historiographie récente est constitué par l'histoire de la santé publique et de la médecine préventive. Ces dernières années des dizaines d'œuvres ont vu le jour concernant notamment la lutte organisée contre les maladies infectieuses, l'histoire de la médecine scolaire, l'hygiène nutritionnelle et la médecine du travail, et le mouvement eugénique de la première moitié du XX^e siècle.⁴¹

L'histoire culturelle

Au cours de la dernière décennie, l'influence de l'histoire culturelle sur l'histoire de la médecine s'est accrue d'une façon exponentielle. Les scientifiques se sont mis à la recherche de la signification sociale et culturelle de la médecine. Ils sont partis du point de vue que la science médicale n'était pas un phénomène isolé, mais qu'elle s'appuyait sur des fondements sociaux et culturels très larges. L'attention des scientifiques de la culture se dirigea par exemple vers l'histoire de la perception du corps⁴² et vers le complexe de représentations et d'actions autour de la santé et de la maladie dans le passé. La santé, la maladie et la guérison furent considérées comme des constructions socio-culturelles, comme les produits 'des significations données par les gens et de l'interaction entre eux, à partir de leurs rôles et positions respectives au sein de la société'. Cette perspective n'englobait pas seulement les idées de ceux qui pratiquaient la médecine, mais aussi des définitions et pratiques concurrentes et déviantes de patients et de leur entourage, ou de l'Église par ex. Dans un recueil néerlandais, publié en 1993 ('Grenzen aan genezing' - *Les limites de la guérison*), on montrait par exemple comment certaines limites sont pratiquées dans les constructions autour de la santé et de la maladie : limites entre le naturel et le surnaturel ou le magique; entre la religion et la science, entre le normal et le déviant, entre le licite et l'illicite.⁴³ Il apparaît non seulement que les frontières entre les domaines différents sont mouvantes, mais que les domaines eux-mêmes ont perdu de leur pertinence au cours du temps, et qu'ils ont été remplacés

par d'autres domaines. Dans la catégorie de l'approche historico-culturelle de l'histoire de la médecine, on rencontre des études sur la rationalisation des connaissances et des compétences médicales, sur la relation entre la médecine populaire et la science médicale, des études sur la lutte concurrentielle entre les adeptes de pratiques alternatives (l'homéopathie par exemple) et les praticiens de la médecine régulière, etc..⁴⁴

De plus, l'un des mérites des historiens de l'histoire culturelle est d'avoir montré l'influence sociale et culturelle des épidémies : la peste au Moyen Age tardif, la variole au XVIII^e siècle, le choléra et la tuberculose au XIX^e siècle, etc..⁴⁵ Les maladies épidémiques n'avaient pas seulement une influence démographique, elles provoquaient en outre des réactions psychologiques, culturelles et politiques très diverses. Les différents 'points de vue scientifiques' sur la pathogenèse du choléra par exemple, ont traumatisé la bourgeoisie et ont fait que son aversion pour l'impureté et pour le contact personnel avec le 'peuple' devint une véritable obsession. L'émergence du choléra donna lieu à des nouvelles alarmantes dans la presse locale : des articles sur du pain empoisonné et de l'eau infectée, sur des étrangers errant sur les chemins et des immigrés 'suspects', sur des enterrements précipités (cf. le tableau d'A. Wiertz qui porte le même nom). Le choléra donna lieu à une recrudescence du sentiment religieux et une plus grande fréquentation de l'église. La maladie était en effet considérée comme un 'signe de la puissance de Dieu', par rapport auquel on ne pouvait que s'incliner. Le nombre de vocations s'accrut, les troncs se remplirent plus vite. Les litanies, les prières nocturnes, les offrandes connurent un succès croissant. Selon un article de journal du 14 juillet 1866, une procession nocturne d'environ 20.000 personnes remplit, chantant et priant, les rues de Bruxelles. Les Saints guérisseurs - Saint Roch en tête - furent remis à l'honneur et furent portés dans les processions de presque toutes les villes. Le professeur Gantois J.G. De Block pensait en 1849 que le sentiment religieux avait une influence salutaire sur le développement de la maladie et aidait à prévenir le choléra. Les kermesses et les fêtes religieuses furent remises à plus tard, malgré l'opposition des commerçants. Les jeux populaires, les fêtes dansantes et les réunions nocturnes furent interdites, au lieu de quoi on organisa des distributions de pain et de soupe supplémentaires. Le choléra était également un des sujets du débat politique qui opposait les catholiques et les anticléricaux. Au cours de l'année électorale 1866, les organes de presse catholiques anversoises présentèrent la maladie comme

une punition infligée à cause du programme libéral sacrilège, entre autres à cause de la proposition de sécularisation des cimetières. Les libéraux, par contre, louaient les efforts des conseils municipaux et considéraient les réactions religieuses outrées avec dédain. En 1866, le bourgmestre libéral de Bruxelles, avertit ses administrés que les processions constituaient un danger pour la santé publique, les grands afflux de gens constituant un des grands dangers de contagion. Tandis que les commissions médicales insistent à diverses reprises sur l'amélioration des habitudes nutritives des pauvres, d'autres conseils municipaux plaidèrent en faveur d'une dispense de l'interdiction de viande pendant la période de Carême. On fit pression sur l'épiscopat pour que celui-ci abolît les règles de jeûne pendant les épidémies, ce qui fut considéré par les catholiques comme une manœuvre destinée à ébranler le rôle de l'Église.

Dans le cadre de l'histoire des mentalités on étudiait surtout les opinions concernant la maladie et la santé, et les attitudes par rapport à la médecine. L'intérêt de l'historien des mentalités se focalisait sur des thèmes comme la peur de la maladie et de la contagion⁴⁶, la peur de l'hôpital et des innovations médicales (la vaccination antivariolique par exemple⁴⁷), les préjugés populaires concernant la naissance et le soin des nourrissons⁴⁸, ou encore l'information sanitaire diffusée par la littérature de colportage (XVIIe - XIXe siècles).⁴⁹ L'histoire de l'accueil réservé aux découvertes médicales et la résistance par rapport à certaines innovations (par ex. la vaccination, l'anesthésie, la vivisection, la bactériologie, l'hypnose, la crémation), que ce soit à l'intérieur du corps médical lui-même, soit à l'extérieur (l'Église par ex.), sont des sujets qui se situent à la croisée de l'histoire culturelle et de l'histoire des sciences.⁵⁰

L'histoire des femmes et de la sexualité

Les recherches récentes, faites par des spécialistes de l'histoire des femmes, de l'histoire de la famille et de l'enfant et de la sexualité, montrent que l'histoire de la médecine est devenue, ces dernières décennies, un domaine interdisciplinaire. Les écrits qu'ont laissés les médecins, et plus particulièrement les obstétriciens, ont fortement influencé ces trois domaines de recherche.

Les historiens de la sexualité ont principalement utilisé les sources

médicales pour leurs recherches concernant le discours sur la sexualité et le corps.⁵¹ Le rôle politico-culturel de la médecine dans la reformulation de la problématique de la sexualité a été démontré par plusieurs chercheurs, entre autres à l'aide du discours médical sur la masturbation et l'homosexualité⁵², le discours médical sur la dénatalité du début du siècle (env. 1900 - 1914)⁵³, ou sur la contraception et la continence périodique (les années 1920 - 1930).⁵⁴ Des recherches récentes montrent que le rôle des médecins dans la légitimation et la diffusion de la vision ecclésiastique sur le mariage et la sexualité a été très grand, en Belgique également. Depuis 1910, les médecins catholiques (mais également les infirmières et les sages-femmes catholiques) ont été sommés par l'épiscopat à jouer un rôle dans le contrôle des comportements sociaux et individuels, et à s'opposer à l'avortement, la contraception, les danses et les vêtements immoraux, et d'"autres formes de comportement immoral". L'Église considérait qu'une bonne entente avec le corps médical était cruciale pour la défense du monopole catholique dans le secteur des soins médicaux. C'est entre autres à cause de l'intérêt de l'Église pour la profession médicale que le médecin se transformera en un facteur important du processus de changement socio-culturel et politique du vingtième siècle. Après la Première Guerre mondiale, entre autres sous l'égide des confréries de St-Luc, il y eut une étrange symbiose entre les théologiens de la morale et les médecins catholiques. La profonde interprétation des points de vue médicaux modernes et des points traditionnels de la foi est à la base de l'éthique médicale catholique d'aujourd'hui.

Les historiens de l'enfance se sont surtout concentrés sur la médicalisation des soins du nourrisson (à partir de la fin du siècle dernier) et sur le rôle du médecin dans le secteur de l'éducation et de l'enseignement (cf. la médecine à l'école, l'accompagnement médical des enfants anormaux et déviants, l'éducation sanitaire et l'enseignement de l'hygiène privée, etc.).⁵⁵

Les historiens de la femme ont eu beaucoup d'attention pour la féminisation de la profession médicale⁵⁶, pour la relation entre sage-femme et obstétricien⁵⁷, et finalement pour la vision ancienne du médecin sur la femme.⁵⁸ La recherche sur ce dernier thème a abouti à des conclusions frappantes, entre autres que les obstétriciens et les psychiatres du XIXe siècle ont contribué à confirmer l'image que l'on avait alors de la femme comme être inférieur, hypersensible, impulsivement instable et changeant dans leurs descriptions cliniques de quelques maladies 'typiquement féminines' (l'hystérie, la neurose, la chlorose, etc.). Certains auteurs considèrent

ces études sur 'la physiologie du corps féminin' ou 'la pathologie typiquement féminine' carrément comme des instruments de l'oppression de la femme. La médecine aurait contribué jusqu'à une époque avancée du vingtième siècle à la répression sexuelle de la femme, ou, du moins, au maintien de l'inégalité entre homme et femme. L'historienne française Yvonne Knibiehler a appelé la médecine "un véritable système idéologique".

L'histoire du droit

Un dernier domaine qui a pris plus d'importance à l'intérieur de l'historiographie médicale est celui qui se situe entre la médecine et le droit. Ici, on peut renvoyer au rôle important de la médecine dans la naissance de la criminologie comme discipline scientifique au dernier quart du XIXe siècle. Les médecins, qui remplissaient un rôle social de plus en plus éminent à cette époque, ont réussi à poser le problème de la 'criminalité' dans des termes médico-biologiques. Les recherches anthropométriques et anthropologico-criminelles des professeurs de l'ULB Jules Dallemagne et Paul Héger (1881) et des deux générations de collègues qui leur ont succédé ont été d'une importance capitale pour la pensée concernant le crime et la punition, et pour la classification, la désignation et la pénalité du comportement criminel (criminalisation). Le criminel était considéré comme un dévoyé, un déséquilibré ou un malade qui devait être traité et qui devait être préparé au retour dans la société par un régime carcéral approprié. Le crime était considéré comme 'un symptôme' de la personnalité plus profonde du malfaiteur. De plus en plus de catégories d'anormaux reçurent l'étiquette 'criminel'. Entre 1830 et 1930, la politique en matière de droit pénal en Belgique était largement tributaire des idées des médecins.⁵⁹

D'autres sujets qui font que la recherche sur les relations entre le droit et la médecine est si passionnante sont la problématique de la 'médicalisation' de la procédure criminelle, plus particulièrement le rôle du médecin légiste, de la médecine légale et de la psychiatrie légale. Le colloque annuel de l'*International Association for the History of crime and criminal justice (IAHCCJ)* qui eut lieu en juin 1997 à l'Université de Genève sous le titre de "Uomo criminalis", étudia le rôle de l'expertise juridico-médicale depuis le XVIe siècle.⁶⁰ La lutte concurrentielle entre les médecins légistes, les psychiatres et les magistrats y fut également abondamment traitée. Fi-

nalement, l'histoire de l'éthique médicale du XIX^e siècle et de la première moitié du XX^e siècle offre encore énormément de possibilités de recherche historique. Au cours de la dernière décennie, on traite surtout des débats sur l'eugénisme de la première moitié de ce siècle.⁶¹

Conclusion

L'influence grandissante des historiens des civilisations et de la société sur le domaine de l'histoire de la science médicale a eu des conséquences très importantes. L'histoire de la médecine est devenue un terrain de recherche où des chercheurs de disciplines différentes peuvent se rencontrer. Le caractère interdisciplinaire du champ de recherche apparaît clairement dans la composition des rédactions des périodiques spécialisés et des commissions d'experts des projets de recherche, tant en Belgique qu'à l'étranger. Il n'y a heureusement jusqu'à présent aucune lutte territoriale entre les médecins ayant reçu une instruction scientifique et les scientifiques des sciences humaines. Les objets d'étude traditionnels, comme l'histoire des spécialités médicales et des découvertes médicales ne sont pas oubliés, bien au contraire. Les vieux thèmes réapparaissent et sont réétudiés à partir de nouvelles questions avec une profondeur et une érudition inégalées.⁶² L'internationalisation de la recherche scientifique et le rayonnement de certains centres de recherche et éditeurs renommés, comme le *Wellcome Institute of the History of medicine*, la *Cambridge University Press* et la *Johns Hopkins University Press*, font que la recherche comparée est de plus en plus à la mode.⁶³

Les liens établis avec d'autres disciplines historiques ont enrichi le contenu de la recherche en matière d'histoire de la science. Aujourd'hui, il nous faut, à mon avis, œuvrer pour un meilleur encadrement institutionnel de ce domaine. Tout le monde sait que l'histoire de la science, et en particulier l'histoire de la médecine, est négligée en Belgique, en comparaison avec les pays voisins. L'histoire de la médecine n'est traitée qu'à l'intérieur des facultés de médecine, où ce cours n'est suivi que par de (futurs) médecins. Il n'existe chez nous aucun projet interdisciplinaire dans ce domaine, comme on en trouve en Grande-Bretagne ou aux Pays-Bas. Les historiens culturels et sociaux en Belgique voient toujours l'histoire de la médecine d'une façon différente de celle des médecins. Le morcellement du champ

de recherche en des dizaines de petits domaines partiels, comme nous l'avons décrit plus haut, peut faire craindre que la création de projets communs et l'obtention des fonds nécessaires ne devienne de plus en plus difficile dans l'avenir. J'espère que par une collaboration à une échelle limitée, au-delà des frontières des disciplines différentes en Belgique, naîtra une tradition médico-historique qui puisse se joindre aux initiatives que l'on trouve à l'étranger.

Notes

1. Réédité à Bruxelles en 1973.
2. D'AVOINE P.J., *Notice de Rembert Dodoëns*, Mechelen, 1850; DE BURGGRAEVE A., *Cours théorique et pratique d'anatomie, comprenant l'histoire de l'anatomie depuis son origine jusqu'à nos jours*, Gent, 1840; IDEM, *Études sur André Vésale*, Gent, 1841; DE LOSEN E., *Coup d'œil sur l'ophtalmologie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours*, z.p., 1838; DE MERSSEMAN J., *Notice sur Jean Palfyn*, Brugge, 1844; DE MEYER I.J., *Notice historique sur la société médico-chirurgicale de Bruges*, Brugge, 1841; IDEM, *Recherches historiques sur la pratique de l'art des accouchements à Bruges depuis le XIV^e siècle jusqu'à nos jours*, Brugge, 1843; IDEM, *Analectes médicaux ou recueil des faits qui ont rapport à l'art de guérir et qui se sont passés dans le ressort de la ville et du Franc de Bruges*, Brugge, 1851 (herdruk in 1964); IDEM, *Esquisses biographiques des praticiens distingués de la ville et du Franc de Bruges, depuis 1400 jusqu'à nos jours*, Brugge, 1852; STEVENS W.J., *Notice historique sur l'école de chirurgie d'Anvers*, Anvers, 1850; VAN MEERBEECK P.J., *Recherches historiques et critiques sur la vie et les ouvrages de Rembert Dodoëns*, Mechelen, 1841.
3. Pour la Belgique: DUBOIS J., *La Belgique médicale, ou notice sur la vie et les écrits des Belges qui se sont distingués dans les sciences médicales*, Bruxelles, 1836; KLUYSKENS H., *Les hommes célèbres dans les sciences et les arts*, Gent, 1859; DE METS A., *Icographie médicale anversoise*, Anvers, 1929; ELAUT L., *Cent portraits de médecins illustres*, Gent-Paris, 1960. Pour l'étranger il y a entre autre: KELLNER D., *Redders der menschheid. Doktoren als*

- nobelprijswinnaars*, Amsterdam, z.d.; DUMESNIL R. & BONNET-ROY F., *Les médecins célèbres*, Genève-Paris, 1947; SIGERIST H.E., *The great doctors. A biographical history of medicine*, New York, 1971 et LINDEBOOM G.A., *Dutch medical biography. A biographical dictionary of Dutch physicians and surgeons. 1475-1975*, Amsterdam, 1984.
4. Voir par ex. *Bulletin de la Société de médecine de Gand*, 1841, p. 282, 351-357; *La Gazette médicale belge*, 4 févr. 1844, col. 1-3; 28 juin 1846, p. 119-120.
 5. *L'Art médical*, 1867, p. 329-330.
 6. Publié dans les *Annales de la Société des Sciences naturelles de Bruges*.
 7. *Bulletin de la Société de Médecine de Gand*, 1835, p. 86.
 8. *Annales de la Société de médecine d'Anvers*, 1840, p. 11-12.
 9. *Médecine (histoire)*, in *Encyclographie des sciences médicales. Répertoire général de ces sciences au XIXe siècle. T. XIX*, Bruxelles, 1841, p. 131 sqq.; DAREMBERG C., *La médecine, histoire et doctrine*, Paris, 1865 et VINDEVOGEL J., *Des médecins célèbres et des doctrines médicales*, Bruxelles, 1890.
 10. Voir par ex. KUEHNHOLTZ H., *Cours d'histoire de la médecine et de bibliographie médicale*, Montpellier, 1837; PAULY A., *Bibliographie de l'histoire des sciences médicales*, Paris, 1874 et HAHN L., *Essai de bibliographie médicale. Étude analytique des principaux répertoires bibliographiques concernant les sciences médicales, de leur utilité dans les recherches scientifiques*, Paris, 1897.
 11. GREYSON E., *L'enseignement public en Belgique*, Bruxelles, 1892, T. Ier, p. 63 et NOTHOMB J.-B., *État de l'instruction supérieure en Belgique. Rapport présenté aux Chambres législatives le 6 avril 1843. Tome Ier*, Bruxelles, 1844, p. CLII.
 12. VAN ESSCHEN P.J., *Cours d'histoire de la médecine. Discours d'introduction prononcé à l'Université libre, dans la séance du 19 décembre 1835*, Bruxelles, 1836.
 13. Voir l'œuvre de D. van Duyse (Gand, 1852-1924) et d'A.F.C. Van Schevensteen (Anvers, 1882-1940) sur l'histoire de l'ophtalmologie.
 14. SANO F. & SCHAEDELHOUT G., *Vlaamsche geneeskundige literatuur voor de XIXe eeuw*, Anvers, 1898 (2e édition en 1911).
 15. *Liber Memorialis du Ier Congrès de l'histoire de l'art de guérir*

- (Anvers, 7-12 août 1920), Anvers, 1921 et BISHOP W.J., *Bibliography of international congresses of medical sciences*, Oxford, 1958, p. 79-82.
16. Après la Seconde guerre Mondiale on a continué la publication de la revue pendant la période 1950 à 1967.
 17. Voir SONDERVORST F.A., *Geschiedenis van de geneeskunde in België*, Bruxelles, Elsevier, 1981, p. 257-261.
 18. *8 eeuwen Gentse ziekenhuizen. Tentoonstelling, Gent 13 februari - 13 maart 1993*, Gent, RUG, Universiair Ziekenhuis, 1993, 206 p.; plusieurs contributions de M. Thiry e.a. dans la revue néerlandaise-flamande *Geschiedenis der Geneeskunde*, publiée par Garant à Leuven.
 19. FIGLIO K., *The historiography of scientific medicine: an invitation to the human sciences*, in *Comparative Studies in History and Society*, 1977, XIX, p. 286.
 20. LINDEBOOM G.A., *De beoefening van de geschiedenis der geneeskunde*, in SCHULTE B.P.M. (eds.), *Vijftig jaar beoefening van de geschiedenis der geneeskunde, wiskunde en natuurwetenschappen in Nederland. 1913-1963*, s.l., 1963, p. 17.
 21. ACKERKNECHT E.H., *Beiträge zur Geschichte der Medizinalreform von 1848*, in *Archiv für Geschichte der Medizin*, 1932, XXV, p. 61-109, 112-183; IDEM, *Anticontagionism between 1821 and 1867*, in *Bulletin of the History of Medicine*, 1948, XXII, 562-593; IDEM, *Medicine at the Paris Hospital 1794-1848*, Baltimore, 1967; IDEM, *Villermé and Quetelet*, in *Bulletin of the History of Medicine*, 1952, XXVI, 317-329; IDEM, *Rudolf Virchow. Arzt, Politiker, Anthropologe*, Stuttgart, 1957; ROSEN G., *The philosophy of ideology and the emergence of modern medicine in France*, in *Bulletin of the History of Medicine*, 1946, XX, p. 328-339; IDEM, *Political order and human health in Jeffersonian thought*, in: *Bulletin of the History of Medicine*, 1952, XXVI, p. 32-44; IDEM, *Mercantilism and health policy in eighteenth-century French thought*, in *Medical history*, 1959, III, 4, 259-277; IDEM, *The hospital: historical sociology of a community institution*, in FREIDSON E. (eds.), *The hospital in modern society*, Glencoe, 1963, p. 1-36; IDEM, *From medical police to social medicine. Essays on the history of health care*, New York, 1974; ROSENBERG

- A.E., *Freudian theory and American religious journals, 1900-1965* (*Studies in American history and culture*, 17), s.l.n.d.; SHRYOCK R.H., *The development of modern medicine. An interpretation of the social and scientific factors involved*, New York, 1947; IDEM, *National Tuberculosis Association, 1904-1954. A study of the voluntary health movement in the U.S.*, New York, 1957; IDEM, *Medicine and society in the nineteenth century*, in *Journal of World History*, 1959, V, p. 116-146; IDEM, *Medicine and society in America, 1660-1860*, New York, 1960; SIGERIST H.E., *The social history of medicine*, in MARTI-IBANEZ F. (eds.), *Henry E. Sigerist. On the sociology of medicine*, New York, 1960, p. 25-33.
22. PESTRE D., *Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques*, in *Annales. Histoire; Sciences sociales*, 1995, n° 3, p. 487-522.
23. LEUILLOT P., *Problèmes de méthode: histoire (et archives) de la santé*, in LIVET G. & SCHAFF G. (eds.), *Médecine et assistance en Alsace*, Strasbourg, 1976, p. 11-17; LÉONARD J., *La santé et les soins corporels: ethnologie, sociologie et histoire, XVIIe-XXe siècles*, in *Bulletin de la section d'histoire moderne et contemporaine* (Paris), 1984, n° 14, p. 37-58; HAVELANGE C., *L'histoire de l'histoire de la médecine et ses significations. Perspectives pour une discipline en transformation*, in *Bulletin et mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique*, 148, 1993, p. 362-369.
24. McKEOWN T., *A sociological approach of the history of medicine*, in *Medical history*, 1970, XIV, p. 342-351; BLASIUS D., *Geschichte und Krankheit. Sozialgeschichtliche Perspektiven der Medizingeschichte*, in *Geschichte und Gesellschaft*, 1976, II, 3, p. 386-415; GROB G.N., *The social history of medicine and disease in America: problems and possibilities*, in *Journal of social history*, 1977, X, 4, p. 391-409; CARTWRIGHT F.F., *A social history of medicine*, Londres-New York, Longman, 1977; WOODWARD J. & RICHARDS D., *Towards a social history of medicine*, in *Health care and popular medicine in nineteenth-century England. Essays in the social history of medicine*, Londres, Croomhelm, 1977, p. 15-55; BRANCA P. (eds.), *The medicine show. Patients, physicians and the perplexities of the health revolution in modern society*, New York, Science History Publications, 1977; LABISH A., *Zur Sozial-*

- geschichte der Medizin. Methodologische Überlegungen und Forschungsbericht*, in *Archiv für Sozialgeschichte*, 1980, XX, p. 431-469.
25. WOODWARD J. & RICHARDS D., *Op. cit.*, p. 42-43.
 26. LÉONARD J., *L'exemple d'une catégorie socio-professionnelle au XIXe siècle: les médecins français*, in ROCHE D. & LABROUSSE C.E. (eds.), *Ordres et classes. Colloque d'histoire sociale. Saint-Cloud, 24-25 mai 1967*, La Haye-Paris, 1973, p. 221-234; IDEM, *Femmes, religion et médecine, les religieuses qui soignent, en France au XIXe siècle*, in: *Annales. Économie, société, civilisation*, 1977, p. 887-907; IDEM, *Les médecins de l'Ouest au XIXe siècle*, 3 vol., Lille, 1978; PARRY N. & PARRY J., *The rise of medical profession: a study of collective social mobility*, Londres, 1976; MURPHY T.D., *The French medical profession's perception of its social function between 1776 and 1830*, in *Medical History*, 1979, XXIII, p. 259-278; VAN DER KROGT T.P., *Professionalisering en collectieve macht. Een conceptueel kader*, La Haye, Vuga, 1981; VAN LIEBURG M.J., *Geneeskunde en medische professie in het genootschapswezen van Nederland in de eerste helft van de negentiende eeuw*, in *De Negentiende eeuw*, 1983, VII, 2, p. 123-145; WADDINGTON I., *The medical profession in the industrial revolution*, Dublin, Gill and MacMillan Humanities Press, 1984; BINNEVELD J. (eds.), *Over geneeskunstbeoefenaren in Nederland (1795-1865)*, N° spécial de *Gewina. Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 1985, VIII, nr. 3 (contributions de W. Frijhoff et de M.J. Van Lieburg); de BLÉCOURT W. & VAN VEGCHEL G., *De medische markt*, N° spécial de *Focaal. Tijdschrift voor antropologie*, 1993, n° 21, 247 p.; SCHEPERS R., *Om de eenheid van het medisch beroep: het debat over de specialisatie in België (1900-1940)*, in PALM L.C., VANPAEMEL G. & VAN LUNTEREN F.H. (eds.), *De toga om de wetenschap. Ontwikkelingen in het hoger onderwijs in de Geneeskunde, Natuurwetenschappen en Techniek in België en Nederland (1850-1940)*. N° spécial de *Gewina. Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 1993, XVI, 3, p. 155-170; *Om de verdeling van de zorg. Beroepsprofilering in de Nederlandse gezondheidszorg in de ne-*

- gentiende en twintigste eeuw. N° spécial de Gewina. Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek*, 1996, XIX, nr. 4, p. 202-360; KRUTHOF B., *Het conflict tussen apothekers en drogisten. De professionalisering van twee beroepsgroepen tussen 1865 en 1932*, Houten, Bohn Stafleu Van Loghum, 1995, XV-594 p.; *Médicalisation et professions de santé. XVIe-XXe siècles*, N° spécial de la *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, XLIII, 1996, 4, p. 571-764.
27. LÉONARD J., *La vie quotidienne du médecin de province au XIXe siècle*, Paris, Hachette, 1977, 285 p.; HAVELANGE C., *Médecine traditionnelle ou exercice illégal de l'art de guérir? Les empiriques liégeois au dix-neuvième siècle*, in *Revue médicale de Liège*, 1983, XXXVIII, p. 860-866; LÉONARD J., *Le sacerdoce médical et le praticien de province au XIXe siècle*, in *Populations et cultures. Études réunies en l'honneur de Fr. Lebrun*, Rennes, Université de Rennes II, 1989, p. 49-54; VAN LIEBURG M.H., "Collegialiteit moet hier ons wachtwoord zijn". *De geschiedenis van de Onderlinge Verzekerings-Maatschappij van Geneeskundigen tegen de geldelijke gevolgen van invaliditeit: Artsen-Ouderlingen 1896-1996*, Rotterdam, Erasmus Publishing, 1996, 135 p.
 28. HERZLICH C., *Santé et maladie: analyse d'une représentation sociale*, Paris, Mouton, 1969, 210 p.; LOUX F., *Le jeune enfant et son corps dans la société traditionnelle*, Paris, Flammarion, 1978, 276 p.; LOUX F. & RICHARD P., *Sagesses du corps. La santé et la maladie dans les proverbes français*, Paris, 1978.
 29. DESAIVE J.-P., GOUBERT J.-P. & PETER J.-P., *Médecins, climats et épidémies*, Paris, Mouton, 1972, 254 p.; IMHOF A.E. & LARSEN O., *Sozialgeschichte und Medizin. Probleme der quantifizierenden Quellenbearbeitung in der Sozial- und Medizingeschichte (Medizin in Geschichte und Kultur, 12)*, Oslo-Stuttgart, 1975; BIRABEN J.-N., *Les hommes et la peste en France et dans les pays méditerranéens*, 2 dln., Paris-La Haye, 1975-1976; BLASIIUS D., *Geschichte und Krankheit. Sozialgeschichtliche Perspektiven der Medizingeschichte*, in *Geschichte und Gesellschaft*, 1976, II, 3, p. 386-415; *Médecins, médecine et société*, N° spécial des *Annales. Économie, société, civilisation*, 1977, n° 5; IMHOF A.E. & LARSEN O., *Social and medical history: methodological problems*

- in interdisciplinary quantitative research, in *Journal of interdisciplinary history*, 1977, VII, p. 493-498; *La médicalisation en France du XVIIIe au début du XIXe siècle*, in *Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest*, 1979, n° 2; BIRABEN J.N., *Histoire des classifications de causes de décès et de maladies aux XVIIIe et XIXe siècles*, in IMHOF A.E. (eds.), *Mensch und Gesundheit in der Geschichte. Vorträge eines internationalen Colloquiums in Berlin vom 20. bis zum 23. September 1978 (Abhandlungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, 39)*, Husum, Matthiesen Verlag, 1980, p. 23-34; BINNEVELD J.M.W., *Ziekte en gezondheid in historisch perspectief*, in *Tijdschrift voor Sociale Geschiedenis*, 1982, VIII, nr. 26, p. 94-111; RUTTEN W.J., *Mortaliteit en medicalisering. Een regionaal-differentiële analyse van de sterfte zonder geneeskundige behandeling in Nederland (ca.1870-1900)*, in *Holland*, 1985, XVII, 2, p. 131-160; NEVEN M. & ORIS M., *Les statistiques des dispensaires antituberculeux et des hôpitaux au service de l'histoire sociale et de l'épidémiologie de la "peste blanche" fin XIXe -début XXe siècle*, in *Annales de Démographie historique*, 1995, p. 225-240; BEAUCHAMP C., *La maladie et son double. La suette miliaire et son traitement au XIXe siècle*, in *Annales. Histoire; sciences sociales*, 1993, 1, p. 203-225 et NEVEN M., *Epidemiology of town and countryside. Mortality and causes of death in East Belgium, 1850-1910*, in *Revue belge d'Histoire contemporaine*, 1997, XXVII, 1-2, p. 39-82.
30. McKEOWN T., *Medical issues in historical demography*, in CLARKE E. (eds.), *Modern methods in the history of medicine*, Londres, 1971, p. 57-74; McKEOWN T., *The role of medicine. Dream, mirage or nemesis?*, Oxford, Basil Blackwell, 1979.
 31. PETER J.-P., *Aux sources de la médicalisation, le regard et le mot: le travail des topographies médicales*, in *Populations et cultures. Études réunies en l'honneur de F. Lebrun*, Rennes, Université de Rennes II, 1989, p. 103-111.
 32. Voir par ex. BURGGRAEVE A., *Sur l'amélioration du sort des ouvriers de fabrique. Etudes sociales*, Paris-Bruxelles, 1862; DE CEULENEER-VAN BOUWEL J.J. Henri, *Considérations sur le service sanitaire des indigents dans les communes rurales, sous les rapports financier, réglementaire et les améliorations qu'il réclame*,

- Bruxelles, 1847; DEROUBAIX, DUGNIOLLE, SEUTIN & LEROY, *Rapport sur l'hygiène de l'ouvrier*, Bruxelles, 1841; DIDOT A., *Aperçu sur la condition des ouvriers et des enfants dans les manufactures, mines et usines de l'arrondissement de Dinant*, in *Bulletin de l'Académie Royale de Médecine de Belgique*, 1847-1848, VII, p. 126-202; GALLET L., *L'ouvrier houilleur*, Bruxelles, 1869; HEYMAN J. & MARESKA J., *Enquête sur le travail et la condition physique et morale des ouvriers employés dans les manufactures de coton à Gand*, Gent, 1845; SCHOENFELD M., *De l'état hygiénique et moral des enfants ouvriers employés aux mines de charbon dans le district de Charleroi*, Charleroi, 1846.
33. PORTER R., *The patient's view: doing medical history form below*, in *Theory and society*, 1985, XIV, p. 175-198.
 34. STRUYE P., *Tussen traditie en vernieuwing: Meulebeekse vroedvrouwen in de 18de eeuw*, in *De Roede van Tielt*, 1991, XXII, p. 106-140; VERMEIRE M., *Le choléra à Bruxelles en 1849. Confrontation de l'environnement et de l'épidémie*, in *Bulletin du Crédit communal de Belgique*, 1993, XLVII, p. 21-26; DE BOECK D., *Driehonderd jaar geneeskundige zorgen te Erpe*, in *Mededelingen van de Heemkundige Kring van Erpe-Mere*, 1991, XXXI, *passim*; 1992, XXXII, *passim*; 1993, XXXIII, p. 21-33; EVERS I.M.H. & UBACHS P.J.H., *Voorkomen is beter dan genezen. 75 jaar georganiseerde gezondheidszorg te Maastricht (Stichting Historische reeks Maastricht, dl. XXIV sous la direction de W.A.A. Mes)*, Maastricht, Stichting historische reeks Maastricht, 1996, 140 p.
 35. VELLE K., *Lichaam en Hygiëne. Naar de wortels van de huidige gezondheidscultuur. Tentoonstellingscatalogus Bijloke, 20 december 1984 - 27 februari 1985*, Gent-Leuven, Museum voor Industriële Archeologie en Textiel & Kritak, 1984, 164 p.; SAINTE-FARE-GARNOT P.-N. & MARTEL P., *L'architecture hospitalière au XIXe siècle: l'exemple parisien. Catalogue d'une exposition à Paris du 18 octobre 1988 au 22 janvier 1989*, Paris, Édition de la Réunion des Musées Nationaux (*Les dossiers du Musée d'Orsay*, 27), 1988, 88 p.
 36. LÉONARD J., *La médecine entre les savoirs et les pouvoirs*, Paris, Aubier, 1981, 386 p.; GOUBERT J.-P. (eds.), *La médicalisation de la société française 1770-1830*, N° spécial de *Réflexions histori-*

- ques. *Historical reflections*, 1982, IX, n° 1-2, 304 p.; ELLIS J.D., *The physician-legislators of France. Medicine en politics in the early Third Republic 1870-1914*, Cambridge (New York), Cambridge University Press, 1990, XII-305 p.; HOUWAART E.S., *De hygiënisten. Artsen, staat en volksgezondheid in Nederland 1840-1890*, Groningen, Historische Uitgeverij Groningen, 1991; PORTER D. & PORTER R. (eds.), *Doctors, politics and society. Historical essays*, Amsterdam-Atlanta, Rodopi, 1993, 319 p.; BRUNEEL C., *L'aurore de la médicalisation dans les Pays-Bas Autrichiens*, in *Ann. de la Soc. belge d'Histoire des Hôpitaux*, 1993, XXVII, p. 137-150; HONNORÉ L., *Les institutions locales de salubrité publique à Mons au XIXe siècle: la consommation sanitaire locale (1831-1833) et le comité de salubrité publique (1848-1881)*, in *Ann. Cercle archéol. de Mons*, 1994, XXVI, p. 311-336; FAURE O., *Histoire sociale de la médecine (XVIIIe-XXe siècles)*, Paris, Anthropos-Economica, 1994, 272 p.; FAURE O. & DESSERTINE D., *La maladie entre libéralisme et solidarité (1850-1940)*, Paris, Mutualité française, 1994, 163 p.; THUILLIER G. & TULARD J., *Les institutions médico-sociales en Nivernais, 1550-1930*, Paris, Comité d'histoire de la Sécurité sociale, 1995, XIV-414 p.; VERBRUGGEN P., *Van "Ziekentrok" tot "integrale welzijnszorg". Een geschiedenis van socialistische mutualiteiten in België*, Gent, AMSAB, 1995, 32 p.; DE KORT M., *Tussen patiënt en delinquent. Geschiedenis van het Nederlandse drugsbeleid*, Hilversum, Verloren, 1995, 343 p.; WESTHOFF H. & ROES J., *Een geestelijke bevrijding. De beweging voor geestelijke volksgezondheid en de veranderingen in het Nederlands katholicisme na 1945*, in *Trajecta*, 1996, V, p. 156-176; MURARD L. & ZYLBERMAN P., *L'hygiène dans la République: la santé publique en France ou l'utopie contrariée (1870-1819)*, Paris, Fayard, 1996, 805 p.
37. DELAET J.-L., *Rationalisme et progressisme au Pays de Charleroi. Biographie du Docteur Hubert Boëns (1825-1898)*, in *Documents et rapports de la Société royale d'archéologie et de paléontologie de Charleroi*, 1986-1988, LX, p. 156-167; SCHAMPHELEIRE E., *Terwagne*, in *Nationaal Biografisch Woordenboek*, IX, col. 734-742; DE LOOSE W., *Dokter Pol Demade (1863-1936). Vermaard geneesheer, journalist-publicist en verde-*

- diger van priester Daens, in *Mededelingen van de Heemkring Haaltert*, 1993, XIII, p. 18-22; *L'engagement social et politique des médecins: Belgique et Canada, XIXème et XXème siècles*. Colloque organisée par le groupe d'Histoire et de Sociologie du Communisme et le Centre d'Études Canadiennes sous le patronage de la Faculté de Médecine de l'Université Libre de Bruxelles, in *Socialisme. Revue bimestrielle de l'Institut Émile Vandervelde*, 1993, hors-série 2: (contributions de MORELLI A., *Les médecins parlementaires belges (XIXème-XXème siècles)*, p. 9-18; ANCIAUX A., *René Sand et le bien-être social*, p. 31-40; GOTOVITCH J., *Médecins engagés, des années trente à la Libération*, p. 51-66; HERSCOVICI A., *Les médecins engagés pour la dépénalisation de l'avortement*, p. 105-112); VANDEWEYER L., *Het primaat van de macht. De strategie van de artsenverenigingen in de aanloop tot de Tweede Wereldoorlog*, in *Bijdragen tot de Eigentijdse Geschiedenis*, 1997, nr. 2, p. 199-226. Pour l'étranger il y a par ex.: LABISH A., *Die Entwicklung der gesundheitspolitischen Vorstellungen der deutschen Sozialdemokratie von ihrer Gründung bis zur Parteilspaltung (1863-1917)*, in *Archiv für Sozialgeschichte*, 1976, XVI, p. 325-370 et GOUBERT J.-P. & LORILLOT D., 1789. *Les médecins et le changement*, Toulouse, 1981.
38. DONNISON J.E., *Midwives and medical men. A history of inter-professional rivalries and women's rights*, Londres, 1977; HELLER R., *Officiers de santé: the second-class doctors of nineteenth-century France*, in *Medical History*, 1978, XXII, p. 125-43; LÉONARD J., *Les guérisseurs en France au 19e siècle*, in *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 1980, p. 501-516; VAN LIEBURG M.J., *De tweede geneeskundige stand (1818-1865). Een bijdrage tot de geschiedenis van het medisch beroep in Nederland*, in *Tijdschrift voor Geschiedenis*, 1983, XCVI, p. 433-453; KNIEBIEHLER Y. (eds.), *Cornettes et blouses blanches: les infirmières dans la société française (1880-1980)*, Paris, Hachette, 1984, 366 p.; GÉLIS J., *La sage-femme ou le médecin: une nouvelle conception de la vie*, Paris, Fayard, 1988, 560 p.; OSTE M., *De vroedvrouw in het bisdom Antwerpen tijdens de 17de en 18de eeuw*, in DE KOK H. & COPPENS H. (eds.), *Van zotten, kwakzalvers, chirurgijns, vroedvrouwen. Medische zorg in de Kempen voor de me-*

- dicalisering (Centrum voor de studie van land en volk van de Kempen, 5), Turnhout, 1994, p. 36-52; NIEUWENHUIS T., *Vroedmeesters, vroedvrouwen en verloskunde in Amsterdam 1746-1805*, Amsterdam, Spinhuis, 1995, 128 p.
39. BORSA S. & MICHEL C.R., *La vie quotidienne des hôpitaux au XIXe siècle*, Paris, Hachette, 1982; VERMEIREN L., *Het Sint-Elisabethgasthuis te Antwerpen in de 19e eeuw. Een analyse van de financiële structuur (1820-1913)*, Leuven, mémoire de licence K.U.L. (R. Baetens), 1984; HAVELANGE C., *L'hôpital à la croisée des chemins. la question des malades payants à la fin du XIXe et au début du XXe siècle*, in *Ann. de la Soc. belge d'histoire des Hôp. et de la Santé publique*, 1987, XXV, p. 81-94; GRANSHAW L. & PORTER R., *The hospital in history (The Wellcome Institute Series in the History of Medicine, XI)*, Londres-New York, Routledge, 1989, IX-273 p.; JACOB F., *Histoire du prix de journée en milieu hospitalier dans le cas de traitement de la maladie mentale à Toulouse de la fin du XVIIIe siècle à 1950*, in *Bulletin d'histoire de la Sécurité sociale*, 1990, p. 49-61; WEINER D.B., *The citizen-patient in Revolutionary and Imperial Paris*, Baltimore, The John Hopkins University Press, 1993, XVI-444 p.; DHAENE C. & DHAENE L., *Sint-Jozef Kortenberg. Van 'Maison de Santé' tot Universitair Centrum. 145 jaar zorg voor geesteszieken, 1850-1995*, Kortenberg-Leuven, Universitair Centrum Saint-Jozef & KADOC, 1995, 328 p.; DENECKERE G., *Het Gentse Sint-Vincentiusziekenhuis. De Zusters van Liefde J.M. en de ziekenzorg te Gent van 1805 tot heden*, Gent, Sint-Vincentiusziekenhuis, 1997, 250 p.; VON BUELTZINGSLOEWEN I., *Machines à instruire, machines à guérir. Les hôpitaux universitaires et la médicalisation de la société allemande 1730-1850*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon, 1997, 359 p.
40. FOUCAULT M., *Histoire de la folie à l'âge classique*, Paris, 1972; SCULL A. (eds.), *Madhouses, mad-doctors and madmen. The social history of psychiatry in the Victorian Era*, Philadelphia, 1981.
41. LÉONARD J., *Les médecins des prisons*, in PETIT J.G. (ed.), *La prison, le bagne et l'histoire (Déviance et Société)*, Genève, Médecine et hygiène, 1984, p. 141-150; WEINDLING P., *The social history of occupational health*, Londres, 1986, 267 p.; COLIGNON

- A., Malvoz E. et la politique médicale de la Province de Liège: 1895-1985, Liège, Province de Liège. Affaires culturelles, 1985; TAILLEUX P., *La Révolution française et la naissance de la médecine contemporaine*, in *La Révolution française et le processus de socialisation de l'homme moderne. Colloque internationale de Rouen, 13-15 octobre 1988*, Paris, Messidor, 1989, p. 701-709; LABISCH A., *Homo hygienicus. Gesundheit und Medizin in der Neuzeit*, Francfort-a.-M./ New York, Campus Verlag, 1992, 340 p.; ORIS M., *Hygiène publique et médicalisation dans une cité industrielle. Seraing au XIXe et au début du XXe siècle*, in *Revue belge de Philologie et Histoire*, 1995, p. 983-1010; WITZLER B., *Grosstadt und Hygiene. Kommunale Gesundheitspolitik in der Epoche der Urbanisierung (Medizin, Gesellschaft und Geschichte, Beiheft 5)*, Stuttgart, Franz Steiner, 1995, 264 p.; HARRIS B., *The health of the schoolchild: a history of the school medical service in England and Wales*, Buckingham & Philadelphia, Open University Press, 1995, X-260 p.; CAROL A., *Médecine et eugénisme en France, ou le rêve d'une prophylaxie parfaite (XIXe-premières moitié du XXe siècle)*, in *Médicalisation et professions de santé. XVIe-XXe siècles. N° spécial de la Revue d'Histoire moderne et contemporaine*, 1996, XLIII, 4, p. 618-631.
42. KAMPER D. & RITTNER V. (eds.), *Zur Geschichte des Körpers. Perspektiven der Anthropologie*, München, 1976; VIGARELLO G., *Le corps redressé. Histoire d'un pouvoir pédagogique*, Paris, 1978; IDEM, *Le propre et le sale. L'hygiène du corps depuis le Moyen Age*, Paris, 1985;
 43. de BLÉCOURT W., FRIJHOFF W. & GJISWIJT-HOFSTRA M. (eds.), *Grenzen van genezing. Gezondheid, ziekte en genezen in Nederland, zestiende tot begin twintigste eeuw*, Hilversum, Verloren, 1993. Voir aussi GJISWIJT-HOFSTRA M., *Geloven in genezen. Beschouwingen over recent onderzoek*, in *Volkskundig Bulletin*, 1991, XVII, 2 p. 118-142.
 44. LÉONARD J., *Les guérisseurs en France au XIXe siècle*, in *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 1980, 3, p. 501-516; LEBRUN F., *Se soigner autrefois. Médecins, saints et sorciers aux 17e et 18e siècles*, Paris, Messidor & Temps actuels, 1983; BERCÉ Y.-M., *Le chaudron et la lancette. Croyances populaires et méde-*

- cine préventive 1798-1830*, Paris, Presses de la Renaissance, 1984, 336 p.; ANDRIES L., *Médecine populaire et lettres de colportage au XIXe siècle*, in *Raspail et la vulgarisation médicale. Colloque de Paris du 10 octobre 1986*, Paris, Vrin, 1988, p. 11-26; RAMSEY M., *Professional and popular medicine in France 1770-1830: the social world of medical practice*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988, 406 p.; GJJSWIJT-HOFSTRA M. (eds.), *Geloven in genezen. Bijdragen tot de sociaal-culturele geschiedenis van de geneeskunde in Nederland*, in *Volkskundig Bulletin*, 1991, XVII, 2, p. 117-221.; FAURE O. (eds.), *Praticiens, patients et militants de l'homéopathie aux XIXe et XXe siècles (1800-1940)*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon, 1992, 242 p.; GJJSWIJT-HOFSTRA M., MARLAND H. & de WAARDT H., *Illness and healing. Alternatives in Western Europe (Studies in the social history of medicine)*, Londres, Routledge, 1997, 305 p.
45. RUFFIÉ J. & SOURNIA J.-C., *Les épidémies dans l'histoire de l'homme*, Paris, Flammarion, 1984, 280 p.; GUILLAUME P., *Du désespoir au salut: les tuberculeux aux XIXe et XXe siècles*, Paris, Aubier, 1986, 376 p.; QUÉTEL C., *La mal de Naples: histoire de la syphilis*, Paris, Seghers, 1986, 348 p.; BARDET J.P. e.a., *Peurs et terreurs face à la contagion: choléra, tuberculose et syphilis. XIX-XX siècles*, Paris, 1988; HILDESHEIMER F., *Fléaux et société: XIVème-XIXème siècle (Hachette Éducation)*, Paris, Hachette, 1993; MOOIJ A., *Van syfilis tot aids. Reacties op geslachtsziekten (1880-1990)*, in *Spiegel Historiael*, 1994, XXIX, p. 226-230; KUDLICK C.J., *Cholera in post-revolutionary Paris: a cultural history (Studies on the history of science and culture)*, Berkely, University of California Press, 1996, XIV-293 p.
46. KERN S., *Anatomie en noodlot, een cultuurgeschiedenis van het menselijk lichaam*, Baarn, 1977, plus particulièrement p. 95-107; GOUDSBLOM J., *Civilisatie, besmettingsangst en hygiëne: beschouwingen over een aspect van het Europese beschavingsproces*, in *Amsterdams sociologisch tijdschrift*, 1977, 4, p. 271-300; HERZLICH C. & PIERRET J., *Malades d'hier, malades d'aujourd'hui*, Paris, Payot, 1984.
47. DARMON P., *La longue traque de la variole*, Paris, Perrin, 1986, 503 p.;

48. GÉLIS J., LAGET M. & MOREL M.F., *Entrer dans la vie. Naissance et enfances dans la France traditionnelle*, Paris, 1978; LAGET M., *Naissances: l'accouchement avant l'âge de la clinique*, Paris, Seuil, 1982, 348 p.; GÉLIS J., *L'arbre et le fruit: la naissance dans l'Occident moderne (XVIIe-XIXe siècles)*, Paris, Fayard, 1984, 611 p.
49. LAGET M., *Les livrets de santé pour les pauvres aux XVIIe et XVIIIe siècles*, in *Histoire, Économie, Société*, 1984, n°4, p. 567-582.
50. BECK A., *Issues in the anti-vaccination movement in England*, in *Medical History*, 1960, IV, p. 310-321; RUPKE N., *Vivisection in historical perspective (Wellcome Series in the History of Medicine)*, Londres, 1990, 384 p.; FRENCH R.D., *Antivivisection and medical science in Victorian Society*, Princeton-Londres, 1975; VELLE K., *De geneeskunde en de R.K. Kerk (1830-1940): een moeilijke verhouding?*, in *Trajecta*, 1995, IV, 1, p. 1-21.
51. HALLER J.S. jr. & HALLER R.M., *The physician and sexuality in Victorian America*, 2e édition, Carbondale, Southern Illinois U.P., 1995, XV-331 p.; PORTER R. & HALL L., *The facts of life. The creation of sexual knowledge in Britain, 1650-1950*, New Haven-Londres, Yale U.P., 1995, XII-415 p.
52. TRISTRAM ENGELHARDT H., *The disease of masturbation: values and the concept of disease*, in *Bulletin of the History of Medicine*, 1974, XLVIII, 2, p. 234-248; GILBERT A.N., *Doctor, patient and onanist diseases in the nineteenth century*, in *Journal of medical history*, 1975, XXX, p. 217-234; STENGERS J. & VAN NECK A., *Histoire d'une grande peur: la masturbation*, Bruxelles, 1984; HEKMA G., *Homoseksualiteit, een medische reputatie. De uitdoktering van de homoseksueel in negentiende-eeuws Nederland*, Nijmegen, SUA, 1987; VELLE K., *De nieuwe biechtvaders. De sociale geschiedenis van de arts in België*, Leuven, 1991, p. 305 sqq.
53. RONSIN F., *La grève des ventres. Propagande néo-malthusienne et baisse de la natalité en France 19e-20e siècles*, Paris, Aubier, 1980.
54. GORDON L., *The politics of birth control, 1920-1940: the impact of professionals*, in *International Journal of Health Services*, 1975, V, 2, p. 253-277; WESTHOFF H., *Natuurlijke geboorteregeling*, Baarn, Ambo, 1986.

55. MOREL M.-F., *Mère, enfant, médecin: la médicalisation de la petite enfance en France (XVIIIe-XIXe siècles)*, in IMHOF A.E. (eds.), *Op. cit.*, p. 301-314; LEWIS J., *The politics of motherhood: child and maternal welfare in England, 1900-1939*, Londres, 1980; VELLE K., *Medische schoolinspectie, gezondheidsvoorlichting en seksuele opvoeding in België in de 19de en 20ste eeuw*, in *Pedagogisch Tijdschrift*, 1990, XV, 2 (N° spécial 'En toen zijn de artsen gekomen'.. over de medicalisering van het opvoeden in België en Nederland in de 19de en 20ste eeuw), p. 64-75; LE BERGE A.F., *Medicalization and moralization: the crèches of XIXth century Paris*, in *Journal of Social history*, 1991, XXV, p. 65-87; JACOB F., *Les aliénistes français et les jeunes adolescents déviants au XIXe siècle*, in GARNOT B. & FRY R. (eds.), *Ordre moral et délinquance de l'Antiquité au XXe siècle*, Dijon, 1994, p. 197-204; JOIRIS A. & TRESKA A., *L'enfant et l'hôpital. Un siècle de pédiatrie dans les hôpitaux publics liégeois. Exposition du 14 novembre 1994 au 6 janvier 1995*, Liège, C.H.R. La Citadelle, 1994, 191 p.
56. WALSH M.R., *"Doctors wanted: no women need apply". Sexual barriers in the medical profession, 1835-1975*, New Haven-Londres, 1977; HAVELANGE C., *Pour une histoire du long terme. Les femmes et l'art de guérir dans la région liégeoise (XVIIIe-XXe siècles)*, in *Historiens et Populations. Liber Amicorum E. Hélin*, Louvain-la-Neuve, 1991, p. 669-682; BRINKSCHULTE E. (eds.), *Weibliche Ärzte: die Durchsetzung des Berufsbildes in Deutschland (Reihe Deutsche Vergangenheit, 108)*, Berlin, Edition Hentrich, 1993, 208 p.; KEYMOLEN D., *Les premières femmes médecins en Belgique*, in *Femmes. Histoire au tournant du siècle. Cahiers marxistes*, nr. 191, aug-sept. 1993, p. 101-112; NOLTINCX D., *La femme médecin à Bruxelles (1890-1950 et actualisation)*, Bruxelles, mémoire de licence ULB (E. Gubin), 1994.
57. GÉLIS J., *La formation des accoucheurs et des sages-femmes aux 17e et 18e siècles*, in *Annales de Démographie historique*, 1977, p. 153-180; IDEM, *L'enquête de 1786 sur les sages-femmes du Royaume*, in *Ibidem*, 1980, p. 301-343; IDEM, *Sages-femmes et accoucheurs: l'obstétrique populaire aux XVIIe et XVIIIe siècles*, in *Annales. Économie, société, civilisation*, 1977, XXXII, 4, p. 927-

- 957; IDEM, *La sage-femme ou le médecin. Une nouvelle conception de la vie*, Paris, 1988.
58. SMITH-ROSENBERG C., *The hysterical woman: sex-roles and role conflict in 19th-century America*, in *Social Research*, hiver 1972, p. 652-678; IDEM & ROSENBERG C., *The female animal: medical and biological views of woman and her role in nineteenth-century America*, in *Journal of American History*, sept. 1973, LX, p. 332-356; WOOD A.D., 'The fashionable diseases': women's complaints and their treatment in nineteenth-century America, in *Journal of interdisciplinary history*, zomer 1973, IV, p. 25-52; DEGLER C.N., *What ought to be and what was: women's sexuality in the nineteenth century*, in *The American Historical Review*, 1974, LXXIX, 2, p. 1467-1490; MORANTZ R., *The lady and her physician*, in HARTMAN M.S. & BANNER L. (eds.), *Clio's consciousness raised: new perspectives on the history of women*, New-York-Londres, 1974, p. 38-54; VERBRUGGE M.H., *Women and medicine in nineteenth-century America*, in *Signs. Journal of women in culture en society*, I, zomer 1976, p. 959-972; WAJEMAN G., *Psyché de la femme: note sur l'hystérie au XIXe siècle*, in *Romantisme*, 1976, n°s. 13-14, p. 57-66; L'ESPERANCE J., *Doctors and women in nineteenth century society: sexuality and role*, in WOODWARD J. & RICHARDS D. (eds.), *Health care and popular medicine in nineteenth century England*, Londres, 1977, p. 105-127; HONEGGER C., *Ueberlegungen zur Medikalisierung des weiblichen Körpers*, in IMHOF A.E. (eds.), *Leib und Leben... Op. cit.*, p. 203-213; AZOUVI F., *La femme comme modèle de la pathologie au XVIIIe siècle*, in *Diogène*, n°115, juli-sept. 1981, p. 25-39; SHORTER E., *A history of women's bodies*, Londres, 1982; KNIBIEHLER Y. & FOUQUET C., *La femme et les médecins. Analyse historique*, Paris, 1983; LIVI J., *Vapeurs de femmes. Essai historique sur quelques fantasmes médicaux et philosophiques*, Paris, 1984; KNIBIEHLER Y., *La "science médicale" au secours de la puissance maritale (la femme vue par les médecins du XVIIIe siècle)*, in *La famille, la loi, l'État, de la Révolution au Code civil. Colloque de Paris des 14-15 décembre 1989*, Paris, Centre G. Pompidou, 1989, p. 59-71; MOSCUCCI O., *The science of woman. Gynaecology and gender in England 1800-1929* (Cambridge History

- of Medicine), Cambridge, Cambridge University Press, 1993, 278 p.; ALLEN A.T., *Feminism, venereal diseases and the State in Germany*, in *Journal of the History of Sexuality*, 1993-1994, IV, 4, p. 27-50; EHRET-WAGENER B., *Das Frauenbild in der Gynaekologie*, in *Zeitschrift für Frauenforschung*, 1994, XII, p. 47-55; WILSON L., *Women and medicine in the French Enlightenment: the debate over "maladies des femmes"*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1993, VII-246 p.; SCHOON A.I., *De gynaecologie als belichaming van vrouwen. Verloskunde en gynaecologie 1840-1920*, Zutphen, Walburg pers, 1995, 322 p.; MICALE M.S., *Approaching hysteria. Disease and its interpretations*, Princeton University Press, 1995, 327 p.; JOANNISSON K., *Het duistere continent. Dokters en vrouwen in het fin-de-siècle*, Amsterdam, Van Genneep, 1996.
59. KALIFA D., *Concepts de défense sociale et analyses du fait délinquant dans la France du début du XXe siècle*, in GARNOT B. & FRY R. (eds.), *Ordre.. op. cit.*, p. 233-240; WEBER D., *Homo criminalis. Belgische parlementsleden over misdaad en strafrecht, 1830-1940*, Bruxelles, VUB-Press, 1996, 190 p.
 60. KOENRAADT F. & POUW A., *Verborgen in Medemblik. Geneeskundig rapportage over krankzinnige en misdadige vrouwen rond de eeuwwisseling*, in *Tijdschrift voor Kriminologie*, 1987, XXIX, p. 53-72.; POUW A., *Het Rijkskrankzinnigengeesticht Medemblik (1884-1922). De verpleging van misdadige krankzinnigen en krankzinnige misdadigers*, in *Het ongelukkige lot der krankzinnigen (NcGv-reeks, 115)*, Utrecht, 1988, p. 83-103; DARMON P., *Médecins et assassins à la Belle Époque. La médicalisation du crime au XIXe siècle*, Paris, le Seuil, 1989, 334 p.; NUTTON V. (eds.), *Medicine at the Courts of Europe, 1500-1837 (The Wellcome Institute Series in the History of Medicine)*, London-New York, Routledge, 1990; VELLE K., *Medisch onderwijs en de professie: de gerechtelijke geneeskunde in België*, in PALM L.C. e.a., *De toga.. op. cit.*, p. 57-72; TRIMAILLE G., *Criminalité et folie, XVe-XIXe siècle*, in GARNOT B. & FRY R. (eds.), *Ordre.. op. cit.*, 1994, p. 303-310; CLARK M. & CRAWFORD C. (eds.), *Legal medicine in history (Cambridge History of Medicine)*, Cambridge University Press, 1994, XI-364 p.; VELLE K., *Recht, ge-*

recht en psychiatrie in België (begin 19de eeuw-1930): territoriumstrijd tussen juristen en medici?, in *Acta Belgica Historiae Medicinae*, 1994, VIII, p. 157-172; MOHR J.C., *Doctors and the law. Medical jurisprudence in nineteenth-century America* [reprint], Baltimore & Londres, Johns Hopkins University Press, 1996, IX-319 p.

61. KEOWN J., *Abortion, doctors and the law: some aspects of the legal regulation of abortion in England from 1803 to 1982*, Cambridge-New York-Sydney, Cambridge University Press, 1988, X-212 p.; NOORDMAN J., *Om de kwaliteit van het nageslacht. Eugenetica in Nederland 1900-1950*, Nijmegen, Sun, 1989; WEINDLING P., *Health, race and German politics between national unification and nazism 1870-1945*, Cambridge-New York, Cambridge University Press, 1993; *Doodgezwegen. Experimenten en moord op krankzinnigen en andere 'onwaardigen' in Nazi-Duitsland* [catalogue de l'exposition temporaire de Gand, 18 novembre 1994-30 avril 1995], Gent, Museum Dr. Guislain, 1994, 115 p.; CAROL A., *Histoire de l'eugénisme en France. Les médecins et la procréation (19e-20e siècle) (L'Univers historique)*, Paris, Seuil, 1995, 381 p.
62. Quelques publications récentes: LÉONARD J., *A propos de l'histoire de la saignée (1600-1900)*, in *Mentalités*, 1990, p. 73-94; MOULIN A.-M., *Le dernier langage de la médecine. Histoire de l'immunologie, de Pasteur au Sida*, Paris, 1991; DARMON P., *Pasteur*, Paris, Fayard, 1994; DOWD M.J.O. & PHILIPP E.E., *The history of obstetrics and gynaecology*, New York, Parthenon Publishing, 1994; MAZUMDAR P.M.H., *Species and specificity: an interpretation of the history of immunology*, Cambridge University Press, 1995; BERRIOS G.E. & PORTER R. (eds.), *A history of clinical psychiatry: the origin and history of psychiatric disorders*, Londres, Athlone Press, 1995; MOULIN A.-M. (eds.), *L'aventure de la vaccination. Penser la médecine*, Paris, Fayard, 1996; MEYER P. & TRIADOU P., *Leçons d'histoire de la pensée médicale. Sciences humaines et sociales en médecine*, Paris, O. Jacob, 1996; VAN LIEBURG M.J., *De geschiedenis van de kindergeneeskunde in Nederland*, Rotterdam, Erasmus publishing, 1997.

63. BINNEVELD H. & DEKKER R. (eds.), *Curing and insuring. Essays on illness in past times: the Netherlands, Belgium, England en Italy, 16th-20th centuries. Proceedings of the Conference 'Illness and History', Rotterdam, 16 November 1990*, Hilversum, Verloren, 1993, 256 p.; WEISZ G., *Medical directories and medical specialization in France, Britain and the United States*, in *Bull. Hist. Med.*, 1997, p. 23-68.

LAUDATIO MAURICE DORIKENS

Kris Heyde

Today, one of the Sarton medals is handed over to Prof. M. Dorikens, physicist and present director of the museum on the history of physics. He gets the credit of not only having given new life to the former museum, which was located at the Korte Meer in town, but of having enlarged its scope and having brought it into a high national and international level through his many initiatives. The new museum has become a point of reference for many other musea devoted to the history of sciences.

Prof. Dorikens was born on october,7 1936 in Antwerp. After studies at the 'Koninklijk Atheneum' in Antwerp, he started physics studies at the « Rijksuniversiteit van Gent » where he also took the degree of 'licentiaat' in physics in 1959. He started his research in the field of nuclear physics at the 'Laboratorium Verschaffelt' under the guidance of the late Prof. Verhaeghe. His experimental research led, in 1964, to the Ph.D. degree in physics. With the move from the early research laboratory at the Rozier, in town, to the domain of the INW, outside of town, new research possibilities at the electron accelerator developed quickly. I remember very well, as a young physicist then entering research, the fine experimental skills of Prof. Dorikens in reaching the technical limits with the available experimental apparatus. In the period between 1960 and 1970, he pursued research in nuclear structure mainly at the electron accelerator facility. From 1972 onwards, his interests were gradually shifting towards applications of experimental methods then used and he was at the origin of the positron annihilation work that started in Gent around that period. Prof. Dorikens was also a productive scientist : he was author and/or co-author of about 100 papers that appeared in the international literature on nuclear physics and instrumentation. Around that time, he also started interesting initiatives as the promotor of an Erasmus project, a project that combined the efforts of 10 universities from 9 different countries.

Until the end of 1993, Prof. Dorikens was active within the 'Vakgroep Subatomaire en Stralingsfysica', also the moment he was appointed to the post of deputy-director of the museum on sciences and techniques: an essential and turning point in this further career. Within a short time span, on march,1 1994 he was appointed director of the museum on the history of sciences at the University of Gent. Here, his sense of detail, organisational capacities and insight in the existing and historical physics instruments appeared in full 'light' and exposition – a set of capacities he developed when carrying out basis research. In a very short time span, he modified the museum, taking care of putting up the new 'home basis' at the building of S30 at the 'Sterre' complex. On june,28 1995 the museum, reborn in some way, could open its doors. Within a period of just a couple of years, Prof. Dorikens gave fame to this relatively small but high-quality museum. Besides a lot of inventory work, in 1996, a photographic archive of all existing pieces in the museum has been built up. In that work, the museum owed a lot to the photographic talents of Prof. Dorikens, an amateur photographer of recognition far beyond Gent an even Belgian borders. By this undertaking, the museum at the University of Gent has become the owner of a technical well-equipped photopgraphic studio, one of the only smaller musea to have one. Since 1994, the fragile technique of restorating old scientific apparatus has been improved and put to state-of-the-art work. In short, it is remarkable what Prof. Dorikens has accomplished within such a short time of not more than 5 years, with the support of a small but very enthousiastic team of collaborators only, quite often contributing on a voluntary basis.

Prof. Dorikens has written a number of papers on the history of the historical scientific instrument in the period 1993-1998. He is a well appreciated speaker and has been receiving a large number of invitations to talk on the issue of the history of scientific instrumentation and measuring devices from the 19th century, an issue on which he is considered to be one of the world-authorities. He has set up an intensive exchange program and developed a net of connections with important musea active in this field too e.g. the Museum Boerhave in Leiden, the 'Musée Curie' in Paris, the 'Centre National des Arts et Métiers' in Paris. He was also at the origin of a series of noteworthy exhibitions on e.g. the work of the eminent physicist J. Plateau, on the late Prof. Verschaffelt, L. Baekeland and contributed to

exhibitions presenting the history of sciences in Flanders and the Netherlands.

Prof. Dorikens, dear Maurice,

All the work performed in the past, your great love for the history of the scientific instrumentation in physics, the essential starting point in creating new knowledge, has been 'crystallized' in 'your' museum on the history of sciences. You have gone literal and also figurative a 'long' road. Quite difficult in the early attempts. Today, your work is fully recognized within but also far outside of our own university of Gent. Your dedication and the one from the group surrounding you in your work have resulted into a fine and important collection of most interesting scientific instruments, many of them originating from former research work at the university of Gent itself. Your many efforts to bridge the gap between the more technical use of various instruments in the early scientific community and the larger public and make the latter group appreciate the many efforts needed in order to enable experiments to be carried out successfully in the old days, is put into full 'spotlight' today. With your work, you have built the perfect 'bridge' into the past of sciences and illustrated how, in the 19th. century, physicists tried to unravel the mysteries of sciences quite often with hand-made and rudimentary instruments. It is good to show these elements: it helps us bringing into the correct perspective, the big drive and fast evolutions in present-day research and experimental work.

Today, this large involvement and work is fully put in the spotlight and recognized through the Sarton Medal.



100 YEARS OF RADIUM: THE COMPLEX HISTORY OF AN ELEMENT

Maurice F. Dorikens

I. From philosophy to science

Introduction¹

It has been generally accepted that the notion of "atom" was first used by Democritus (460 - 370 BC) around 420 BC. The original texts are lost, so we have to rely on citations. The ideas of Democritus can be summarised as follows. Everything that happens, consists of mechanical movement, necessary to nature, of small indivisible particles, called *atoms*, which are everlasting and differ from one another only in size, form and place. The worlds and the bodies arise from collisions. "*There exists an infinitely divisible space, in which there are immutable and invisibly small atoms. Space is emptiness, the atoms are fullness, definite*".

The atomic model of the Greek philosophers was purely *theoretical*. They did not perform any experiments (if needed, these were done by slaves). It was not deemed necessary to confirm or reject any theory by doing an experiment.

Over the ages, the Greek atomic model was completely forgotten. In the Middle Ages "science" was reduced to the obscure doings of the alchemists who pursued the *transmutation* of matter. They believed that by changing some of the components of materials either quantitatively or qualitatively, one substance could be made to convert into another. For example: lead contains a lot of "earth", thus it is opaque and dark grey; gold on the other hand contains less "earth" and a small amount of "fire", which makes it bright yellow. Therefore, to make gold out of lead, it is sufficient to eliminate some of the "earth" and add some "fire".²

It is only through the publications of Descartes (1596-1650) and Newton (1642-1727) that new interest in serious scientific thought arises.

The atomic theory of Dalton

It would take up till the beginning of the 19th century before philosophy concerning the atom evolved to science. The contribution of Dalton (1766 - 1844) was important in that respect. On 21 October 1803 he made a speech in which he explained his atomic theory, before 9 members of the Literary and Philosophical Society of Manchester.

His atomic theory was based on the work of *Boyle* (1627 - 1691) (1661 - *Chernista sceticus*: an element is a material which is not divisible), *Lavoisier* (1743-1794) (chemical changes are due to the rearrangement of fundamental immutable building blocks) and *Proust* (1799: every chemical compound consists of fixed weight ratios - when a chemical compound decomposes the elements are always released in fixed ratios). The atomic theory of Dalton can be summarised as follows:

1. Matter consists of indivisible atoms.
2. All the atoms of the same element are identical (in weight and in all other properties).
3. Different elements consist of different atoms (and thus have different weights).
4. Atoms are indestructible; chemical reactions are rearrangements of atoms.
5. The formation of compounds arises from the formation of "compound atoms", which consist of small numbers of atoms of each of the elements concerned.

The importance of Dalton's theory was not its novelty, on the contrary. The fact that it stressed the *weight* of the atoms was a turning point in the history of science. He even determined some weight for different elements, many erroneous however. Only about 1860 some clarity would be achieved around the notion of "*atomic weight*".

Mendeleev's table

It is obvious that elements can be classified by atomic weight. The big breakthrough comes when *Mendeleev* (1834 - 1907) *sees a periodic connection between the chemical properties of the elements and their atomic weight*. In 1869 his *Periodic System of the Elements* is published.

Periodic chart of the elements

	Ia	IIa	IIb	IVb	Vb	VIb	VIIb		VIII	IIb	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0	
1	1 H 1,0079																2 He 4,0026	
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122										5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,179	
3	11 Na 22,990	12 Mg 24,305										13 Al 26,98	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948	
4	19 K 39,098	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,90	23 V 50,94	24 Cr 51,998	25 Mn 54,938	26 Fe 55,847	27 Co 58,93	28 Ni 58,70	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 97 ±	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,4	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,90	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,85	75 Re 186,21	76 Os 190,2	77 Ir 192,22	78 Pt 195,09	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,98	84 Po 209 ±	85 At 210 ±	86 Rn 222 ±
7	87 Fr 223 ±	88 Ra 226,02	89 Ac 227,03															
			Lanthanides	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 145 ±	62 Sm 150,4	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97	
			Actinides	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np 237,05	94 Pu 244 ±	95 Am 243 ±	96 Cm 247 ±	97 Bk 247 ±	98 Cf 251 ±	99 Es 254 ±	100 Fm 257 ±	101 Md 258 ±	102 No 259 ±	103 Lw 260 ±	

Table 1 : Mendeleeev's Table

The place of the elements in this table is called the *atomic number*. Hydrogen has atomic number 1; the last element in the (normal) table is uranium, the heaviest element present in nature, which has atomic number 92.

To understand the rest of the story it is important to remember the following aspect "hidden" in the table. The elements in the columns of the table form "groups". The elements in such a group have comparable chemical properties. This is of primary importance in the discovery of new elements, among which radium. One can see that Ra and Ba are chemically related and react in a comparable way, which would prove to be the number one problem in the purification of radium.

II. The period 1894 - 1904

The end of the 19th century can be called one of the most important periods in physics. One discovery follows another. This period has been described in several modern review books ³ but let's see how it was perceived at the beginning of the century: "*The last decade, 1894 - 1904, will probably always be considered a remarkable one in the history of scientific progress on account of the advances made in connection with the phenomena of radiation*". ⁴

The term "radiation" has to be understood as:

- (1) The already well known group of ether-vibrations which permitted to explain everything up till 1895 (for example light propagates as a succession of waves in the "ether").
- (2) A new group of "radiations" emitted by high-velocity particles: the discharge tubes of Crookes (1879) ⁵, ⁶ introduce the "cathodic rays". (During some 20 years the Crookes-tubes would be merely demonstration instruments).

Without going into too much detail we can cite the following dates:

* 1895: *discovery of X-rays by Wilhelm Röntgen.*

It is Röntgen who establishes in 1895, by coincidence, that when cathode rays impinge upon the wall of the discharge tube, they produce an

invisible radiation that is very penetrating, and has the property of making some substances fluoresce (among which the glass wall of the tube).

These X- or Röntgen-rays also blacken photographic plates and ionise the air. They could be easily produced; everyone had the necessary instruments. One can surmise that if Röntgen hadn't stumbled on the "discovery", someone else would have done so within a few months at the most. In continuation of the research of Röntgen and Lenard, Poincaré suggests that the production of X-rays is a general effect *connected* to fluorescence.

** 1896: discovery of natural radioactivity by Henri Becquerel.**

Following the suggestion of Poincaré, Becquerel studies the fluorescence of uranium compounds. He sees that the exposure of the salts to sunlight has no influence on the imprint upon photographic plates, when the salts are put on the paper covering these plates. What is even more important is that he sees that the imprint on photographic plates is caused by *all uranium salts, not only by the fluorescent ones, and that the property is linked to uranium*. He had discovered a *new property of the element uranium*. A whole series of publications in the *Comptes Rendus* of 1896⁷† describe the successive experiments and results. Recently these papers by Becquerel have been criticised; some of the results he published are being questioned, especially so since he never published any hard evidence for them⁸ (at the Académie des Sciences, Becquerel did show some negatives, but he never published them). Becquerel has admitted that he made some mistakes (like the properties of reflection, refraction and polarisation of the uranium rays), but he always pretended that he himself had corrected his errors. Concerning the so-called "spontaneous emission" of the radiation, all is not clear either. Before 1898, Becquerel never mentions "spontaneous emission", but later, when it is obvious that this is the fundamental aspect, Becquerel manages to re-interpret his work, so that he can cover up for his

* For an overview of "radioactivity" before Becquerel and the Curies, see: L. Badash, *"Radioactivity before the Curies"*, Am. Journ. of Phys. **33**, (1965), 128.

† An overview of the publication meant here, can be found in K. Van Camp, "De ontdekking van de radioactiviteit", in "100 years of Radiology" R. Van Tiggelen and J. Pringot, Belgian Museum of Radiology, Brussels, 1965, p.65.

omission. This is not what can be called a sound scientific way of doing things, but it can be explained by the fact that Becquerel was a prominent figure in the Académie des Sciences. In spite of the criticism, it is a fact that it was Becquerel who discovered natural radioactivity. Without his research on uranium at the Muséum, Marie Curie would never have started her doctoral thesis on radioactivity.

Rarely do we consider to-day with which instruments these fundamental discoveries * were made. Becquerel used photographic plates, where the degree of blackness was a measure for the radioactivity. It was soon seen that the new radioactive radiation ionised the air (just like X-rays), an effect that could be observed by one of the oldest instruments of physics: the electroscope. Making a gold foil electroscope was easy, and every laboratory will have had one or more. *It was therefore not the lack of detectors which explains why "radioactivity" was not discovered any sooner*, as F.Soddy remarked in 1904.⁹

** 1897 - 1899: the discovery of the electron.*

1897 is usually cited as the year when the electron was discovered. This is not entirely correct.¹⁰ Indeed, on 7 august 1897 J.J. Thomson sends a paper to the *Philosophical Magazine*, in which he calculates the ratio e/m of the charge to the mass of the electron, determined with the help of cathode rays. In 1899 he applies the same technique to the photo-electric effect and thus proves that the emitted particles are *electrons*. He makes the particles describe a circular path in the magnetic field of a Wilson-chamber, and determines the elementary charge of the electron (using also droplet counting).

A. Pais puts that J.J. Thomson should be more cited for these last experiments than for the discovery of the electron in 1897. In 1899 the electron of the cathode rays is recognised as being identical to the beta-rays emitted by radium (experiments of Becquerel and Curie). This makes the electron the first known elementary particle.

In 1899 Michelson thinks that everything is solved: *"The main fundamental laws of physics have all been discovered now. They are so well established that the chance of them being replaced by new discoveries is very small. Our future discoveries have to be sought in the 6th digit after the decimal point..."*. A very premature conclusion indeed.

This assertion also shows that the discoveries made in the period 1895 to 1899 are known only in a small circle and have not yet caused a revolution. The discovery of natural radioactivity in 1896 is the beginning of a new era, an era where experiment and theory will go hand in hand, push each other forward, broaden the limits of scientific knowledge, and this time not one small step at the time, but more often in huge bounds. After 1896 science will be quite different from what it was before. The whole thought process as well as the way of experimenting are completely changed. Many physicists and chemists have problems with that; in some laboratories the importance of what is happening is not recognised and they fail to join the new developments. They keep working in the old familiar research, which is interesting also anyway. In 1897 Pierre Curie suggests to Marie Curie that she take as subject for her doctoral thesis "*the new phenomenon of Monsieur Becquerel*". Fascinated by these "new physics" she will deserve recognition world-wide in a few years time.

Pitchblende and St. Joachimsthal, the beginnings

St. Joachimsthal is situated in the "*Erzgebirge*" in Bohemia (now Czechia) close to the border with Germany. Even in the Middle Ages, iron was mined here. In 1516 silver was found in St. Joachimsthal, from which the "Joachimsthaler" was minted in 1519 (later to be called the "Thaler", a word which gave rise in 1600 to the English word "dollar"). The German self-made chemist Martin Heinrich Klaproth (1743 - 1817), in 1810 the first chemistry professor at the Berlin University, in 1789 manages to separate from the *pitchblende of St. Joachimsthal*, a greyish to black metallic substance. Looking for a name for it, he stumbles on the work of Sir William Herschel (1792 - 1871), who had just discovered a new planet, Uranus. To honour Herschel, Klaproth calls his new metal *uranium*.

The pitchblende from St. Joachimsthal, used by Pierre and Marie Curie for their first extractions, is an exceptionally "rich" ore, which contains more radium than most other ores that would later be found around the world.

In the beginning only small amounts of radium are produced, exclusively for use in science and medicine. The high price of radium then can be explained by the huge amounts of materials necessary in the radium ex-

traction. To obtain *one gram* of the element radium the following amounts were necessary:

8 tons of pitchblende (St. Joachimsthal) or 800 tons autunite

300 tons of chemicals

200 tons of coal

15.000 tons of liquids

III. Radioactivity becomes a subject of research

Uranium compounds and uranium minerals

Becquerel publishes his discovery of the natural radioactivity of uranium in 1896 - *les rayons invisibles, rayons uraniques* - in the Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (C.R.). In 1897 it is Marie Curie who (as said above, as a start of her doctoral thesis ¹¹), starts a methodical research of the radioactivity of all uranium compounds and uranium minerals she can lay her hands on in the collections of the Muséum and the Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris. She systematically compares their activity with that of pure uranium metal. ¹²

Mineral	Intensity (10^{11} A)	Found in
Uranium	2.3	-
Pitchblende Joachimsthal	7.0	Bohemia
Pitchblende Cornwall	1.6	England
Chalcolite	5.2	France, Portugal
Autunite	2.7	France, Portugal, Madagascar, United States, Australia
Monazite	0.5	Brazil, Madagascar
Carnotite	6.2	Colorado, Utah, Australia

Table 2: Some uranium minerals and their radioactivity as measured by Marie Curie

In 1896 Becquerel “measured” the activity of uranium by means of radiography, not a very precise method indeed. Marie Curie makes her measurements with an ionisation chamber (designed by Pierre Curie), a primitive version, yes, but an enormous step forward with regard to precision, and which permits to *compare the intensities with that of a standard of pure uranium*. She notes two very important facts:

- * The absorption of the “uranium rays” by matter is very important.
- * The radioactivity increases with the uranium content.

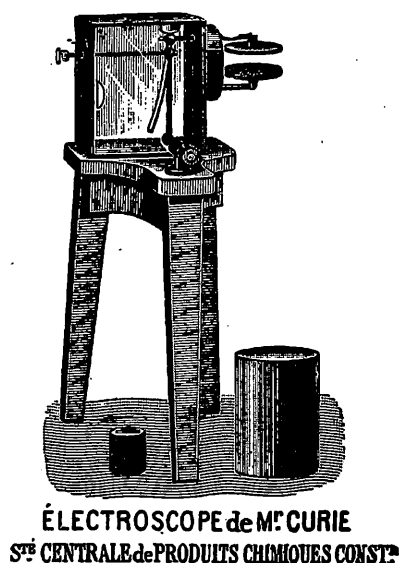


Fig. 1: Ionisation chamber as designed by Pierre Curie

As early as 1899, Ernest Rutherford in studying uranium, uses the terms ¹³ α , β and γ -rays, but in 1910 Marie Curie in her *Traité de Radioactivité* continues to use the term “Becquerel-rays”, when it comes to determining which substances can be called radioactive: “*Les substances qui ont été nommées radioactives sont celles qui émettent spontanément des rayons Becquerel, l’émission étant liée à une espèce d’atomes déterminée.*” In the same book she also writes that one can (...d’après les théories modernes de la radioactivité...) assume that radioactivity is linked

to matter (*la matière qui en est douée*) and that when radioactivity disappears, matter also disappears and that atoms of a lower atomic weight are formed.

It is remarkable that in this text there is no real reference to the work and the publications of Rutherford who had already published a second edition of his book "*Radio-Activity*"[†] in 1905. Of course the *Traité de Radioactivité* is meant for the students at the Université de Paris, a circumstance which can explain the omission, but the rivalry that existed between Marie Curie and Rutherford can also have played a role.

Searching for chemical elements by means of radioactivity

The measurements of the radioactivity of uranium minerals show Pierre and Marie Curie the way to the extraction of the radioactive components. Chemical analysis at that time is precise to about 1%, but in this case the amounts of material are much smaller, so the usual chemical techniques are of no use. This forces them to base their extraction methods on the measurement of the "radioactivity". The method works as follows: the radioactivity of a compound is measured, then a chemical separation is applied and one measures where the radioactivity goes to. It soon appears that by this method the "enriching" in active material can be followed. This gives rise to a whole new chemical technique. Rutherford also has seen this in 1904 as "*the first notable triumph of the study of radio-activity*".¹⁴

In order to measure the radioactivity, all substances are carefully dried. A layer of sufficient thickness - *sufficient so that the measurement of the radioactivity would no longer depend on that thickness* - is formed and its radioactivity (α , β activity) is measured with an ionisation chamber. Usually a thickness of 1 mm is sufficient. By keeping identical all other parameters, like for example the surface of the product, measurements take place in the same conditions and can be compared. Problems arise when the activity becomes too intense. The surface of the product is then reduced by putting a plate with a slit on top of the layer. Another problem, this one less easily solved, comes from the steadily rising activity in the apparatus (i.e. background): there is not only contamination from the product itself,

[†] Between 1903 and 1905 it was usual to write "radio-activity" with a hyphen.

but also - and that is something they did not know at the beginning - from the deposition of radium-emanation (radon Rn^{222} , half-life 3.8 d, first daughter-product of radium Ra^{226} , half-life 1600 y). The plates of the condenser of the ionisation chamber are *always more or less radioactive...* Later it would become clear that the whole laboratory, all apparatus and even the Curies themselves were highly radioactive.

Extraction of radium from pitchblende - the discovery of radium and polonium

The minerals that are radioactive contain either uranium or thorium. Some of these have unexpectedly high activities, such as the pitchblende from St. Joachimsthal. At that time there was no reason *why the activity would be higher than that of uranium or thorium itself*. Marie Curie therefore prepares one of the minerals, chalcocite, from its components. The activity of this product is - as could be expected - about 2,5 times lower than that of pure uranium. Therefore Pierre and Marie Curie conclude that *"...since pitchblende and other minerals are that radioactive, it is highly probable that these minerals contain in small quantities simple components ("des corps simples"), different from uranium and thorium, but highly radioactive"*.

Thus it seemed that radioactivity was linked to the presence of uranium or thorium. It did not change, not with changes in the physical condition of the material, not with chemical transformations. It was logical for Marie Curie to ask herself *"s'il existe des substances radioactives autres que les composés d'uranium et de thorium"*. That starts her on new and painstaking experiments, the type of research in which she excels. But all the substances from the collections of the Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris prove to be at least 100 times less radioactive than the reference material uranium.

As can be expected from a good experimental physicist, she voices her findings in a very careful way (a style of writing that can be found in all the works of Pierre and Marie Curie): *"Dans les limites de sensibilité de mon appareil je n'ai pas trouvé de substance simple autre que l'uranium et le thorium, qui soit douée de radioactivité atomique"*.¹⁵

The pitchblende from St. Joachimsthal which the Curies dispose of, has a composition that will not make chemical extraction any easier.

The bismuth and barium separated in the analysis show a radioactivity not usually found in these substances. Therefore Pierre and Marie Curie rightly conclude that in pitchblende *two* new radioactive elements have to be present. This is the start of their revolutionary research that would lead to the discovery of *polonium* (which follows the extraction of bismuth) and *radium* (which follows the extraction of barium). They surmise that the chemical properties of polonium have to be much like those of bismuth, the chemical properties of radium much like those of barium (see also the Table of Mendeleev). The discovery of polonium is published in 1898 in the Comptes Rendus under the names of Pierre and Marie Curie¹⁶, the discovery of radium on 26 December 1898, under the names of the Curies and Bémont.¹⁷

Product	Content (%)
U ₃ O ₈	75
PbS	5
SiO ₂	3
CaO	5
FeO	3
MgO	2
Bi, Ba, Sb, Cu, Zn, Al, Ni, Co, V, Ag, Nb, Th, ...	7

Table 3: Composition of pitchblende from St. Joachimsthal

In her *Traité de Radioactivité*¹⁸ Marie Curie summarises her research on pitchblende. In her text she always talks about “nous, nos recherches, P. Curie et moi”, except in one place, there where she specifically describes the extraction of radium, where she writes: “*Je me suis spécialement occupée du travail ayant pour but l'isolement du radium et du polonium. Après un long travail j'ai réussi à obtenir le radium à l'état de sel pur, en quantité suffisante pour pouvoir déterminer son poids atomique et lui assigner ainsi une place définitive dans la série des corps simples*”.¹⁹ From this we may conclude that she *alone* performed the chemical separations. This is in stark contrast to the articles published shortly after the awarding of the Nobel Prize to Becquerel and the Curies in 1903, where

this titanic amount of work was completely suppressed. Some even pretended that Pierre Curie did the extractions.²⁰

There is some confusion when it comes to the amount of minerals treated by Marie Curie herself. The myth around Marie Curie as a female researcher was sometimes instrumental in taking liberties with the truth, and producing stories that are questionable to say the least. The "tons of materials" that she is claimed to have treated herself, are vastly overestimated; the truth lies more at about 100 kilos.

Marie Curie does her first experiments on a sample of pitchblende of merely 100 g (probably from the collections of the Ecole de Physique et de Chimie). Soon it is obvious that much larger quantities will be needed. Pierre Curie starts writing to his colleagues, in search of more ore. Thus they get 500 grams from the U.S. Geological Survey.²¹ Via E. Suess of the University of Vienna they obtain 100 kilos of pitchblende-tailings from St. Joachimsthal from the Austrian government.

These (small) quantities are hand-ground by the Curies, treated with concentrated acids, in containers not suited to the purpose, without any suitable instruments, without any means to move the heavy vats and tubs, but most of all without any protection to themselves.

Between 1898 and 1902 they receive about 11 tons, also from St. Joachimsthal, having to pay only for the transport. For the first treatments of these large amounts of ore, they call upon the *Société centrale de produits chimiques*.

Marie, Pierre Curie and André Debierne are counsellors of the *Société centrale de produits chimiques*. The factory was established in 1904 by the French industrialist Emile Armet de Lisle in Nogent-sur-Marne. It would come to completely dominate French radium production. Over the years, the plant treated ore from Hungary, Sweden, Canada and Colorado; autunite (from Autun); chalcocite from Bohemia; carnotite from Portugal and Utah and thorianite from Ceylon (see below the industrial treatment). The final treatment, the most dangerous and most difficult one - the fractional crystallisation - is done by Marie Curie in her laboratory (that is: her hangar).

The atomic weight of radium and optical spectroscopy

A very important factor in the determination of new elements was optical spectroscopy. The Curies seek the help of an authority in the field, Demarçay. He studies the spectrum of radium in the range 5000 to 3500 Å²² and finds a first new line at 3814.7 Å. After him, between 1900 and 1904, Runge, Precht, Exner, Haschek and Crookes also study the radium spectrum. The optical radium spectrum is thus perfectly well known, and could be considered proof of the existence of the *new element*. Alas, only in 1907, when Marie Curie manages to separate a large enough amount of radium to be able to directly determine its atomic weight, will radium be really accepted as a new element.

After the discovery of the element, determining the atomic weight of radium is without any doubt a major contribution by Marie Curie in this confusing early period of the development of radioactivity. It would give “the” proof that radium was an element and that radioactivity is an “*atomic property*” (“*la preuve définitive que le radium est un corps simple et que la radioactivité est une propriété atomique*”²³).

Activity of radium chloride (Uranium = 1)	Atomic weight of Ra	Intensity of the radium and barium lines in the spectrum (Ra: 4554.2 Å Ba: 4533.3 Å)
3500	140	very weak Ra spectrum
4700	141	idem
7500	145.8	stronger spectrum, but Ba dominates too much
10 ⁶	173.8	Ba and Ra are about equal in intensity
idem	223	the three strongest Ba lines are still visible
idem	225.3	the three strongest Ba lines are present but weak (0.1 g chloride material)
idem	226.45	the strongest Ba line is very weak (0.4 g chloride material)

Table 4: Evolution of the determination of the atomic weight of Ra (Marie Curie -1907)

Between 1899 and 1907 Marie Curie publishes several figures.²⁴ Each time the enrichment of the material in radium and the available quantity of radium grow larger, optical spectra are recorded and the atomic weight is determined. Marie Curie handles amounts of 0.5 to 1 gram of radium...

In order to check the accuracy of the method, the atomic weight of barium is also determined in each run; it is always between 137 and 138. A first determination of the atomic weight of radium at 140, points towards an atomic weight *larger* than that of barium. As the enrichment of the available samples grows, so does the atomic weight.

In the last stages, the radium chloride used in 1907 contains maximum 0.06% of barium chloride. The atomic weight of radium is therefore exact to 0.1.

In Great Britain in 1908²⁵, Thorpe also determines the atomic weight of radium (using Marie Curie's method). He obtains the value 226.7. This leads Marie Curie to remark: "*Cette concordance entre les résultats obtenus par des expérimentateurs différents, sur un sel préparé indépendamment en France et en Angleterre, est très remarquable et constitue une garantie sérieuse de l'exactitude du nombre obtenu pour le poids atomique du radium.*" But she feels it is necessary to "protect" her own results, as she often does: "*...Il semble, d'ailleurs, naturel d'adopter pour ce dernier la valeur 226.45 donné par M. Curie, dont les expériences ont porté sur une quantité de sel pur cinq fois plus grande que celle dont disposait M. Thorpe ...*"

Runge and Precht, who published very precise optical spectroscopy data for radium, in 1903²⁶ publish an atomic weight for radium of 258, markedly different from the 226 measured by Marie Curie on chemical bases. Rutherford takes a stand (albeit carefully) and supports the results obtained by Marie Curie: "*Considering that the number found by Mme Curie agrees with that required by the periodic system, it is advisable (!) in the present state of our knowledge to accept the experimental number rather than the one deduced by Runge and Precht from spectroscopic evidence.*"²⁷

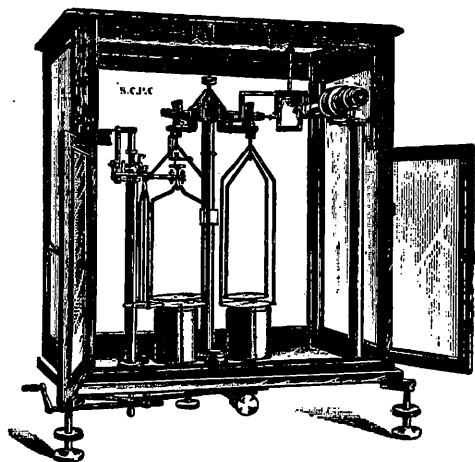


Fig 2.: Pierre Curie's aperiodic balance

It is evident that in order to determine the atomic weight very precise weighing is required. Marie Curie does that with the aperiodic balance^{28 §} designed by Pierre Curie. Weights below 100 mg can be read directly with a microscope, and this, says Marie Curie to a precision of 0.1 to 0.05 mg (Pierre Curie pretends he can read as precisely as 0.01 mg). The weighing works very fast. Equilibrium is obtained after only 10 seconds, thanks to the special air-buffers. This is very important because radium chloride is hygroscopic. Even with drying-agents present in the balance, the weighing has to succeed from the very first attempt, otherwise the salts have to be returned to the oven. An experienced manipulator can follow the oscillations on the micrometer scale through the microscope and read the exact weight even before the oscillations stop.

Luminescence and other spectacular effects of radium salts

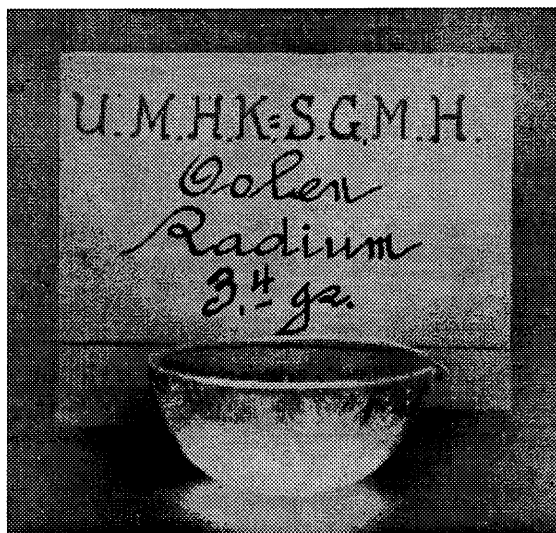
Many of the “*properties*” of radium, mentioned in the early papers

[§] The Museum for the History of Sciences of the University of Gent has an aperiodic balance by Pierre Curie on display (inventory number MW 95/1018)

are linked to the very high intensities of radiation which the scientists handled. Some properties can now be easily explained and may even seem commonplace nowadays, but in 1905-1910 the Bohr model of the atom was still unknown, the scientists knew little or nothing about radiation damage, radiochemistry was a long way off. The very origin of radioactivity is a problem to them: "*Le radium est doué de radioactivité permanente*".²⁹

Three examples to illustrate this:

1. In 1903 Marie Curie presents her doctoral thesis in Paris. In the evening there is a garden party at which Rutherford is present (he was in Paris by coincidence). In the twilight, Pierre Curie shows to his guests the blue light emitted by a tube of radium salts, carried in his vest pocket.
2. Giesel does an "experiment" on himself in which he puts highly radioactive barium-radium salts on his eyelid, eyes closed, and sees a light effect.
3. In his book "Radio-Activity", F. Soddy publishes a picture in which the text "Ra" is written on a photographic plate *with a tube containing a few mg pure radium bromide*.³⁰



*Fig.3: 3.4 grams of radium -
Union Minière - Oolen, Belgium*

IV. The origins of radioactivity (1900 - 1905)

Giving names...

In the (small) world of research in radioactivity, the confusion is enormous. Everyone thinks he has discovered some new radioactive substance. The names given to these follow no logical pattern.

Each time a new radioactive substance is discovered, people think it is a new element. Thus Giesel in Germany discovers "*emaninium*" in pitchblende, which is identical to "*actinium*" discovered as early as 1899 by Debiere. ³¹ Marckwald finds "*radiotellurium*" also in pitchblende, which is identical to "*polonium*" discovered by the Curies.

About the *nomenclature* (a term coined by Rutherford) there also is a lot of confusion. In 1905 ³² Rutherford insists on coming to some unity, in what we now call the radioactive families: "*... since there are at least seven distinct substances produced from radium, and probably five from thorium and actinium, it is neither advisable nor convenient to give each a special name such as is applied to the parent elements. At the same time, it is becoming more and more necessary that each product should be labelled in such a way as to indicate its place in the succession of changes* (see also the footnote "transformation").

Rutherford's nomenclature was in principle quite clearly structured. An example:

Radium → Radium emanation → Radium A → Radium B → Radium C → Radium D → etc.

If we write this down in to-day's terminology, we can see that what *seemed* simple according to the nomenclature, was not. This partly explains the big confusion about the determination of radioactive substances:

$\text{U}^{238} \rightarrow \text{Th}^{234} \rightarrow \text{Pa}^{234} (\text{UX}_2) \rightarrow \text{U}^{234} (\text{UII}) \rightarrow \text{Th}^{230} (\text{Io}) \rightarrow \text{Ra}^{226} (\text{Ra})$
 $\rightarrow \text{Rn}^{222} (\text{Rn}) \rightarrow \text{Po}^{218} (\text{RaA}) \rightarrow \text{Pb}^{214} (\text{RaB}) \rightarrow \text{Bi}^{214} (\text{RaC}) \rightarrow$
 $\text{Tl}^{210} (\text{RaC'}) \rightarrow \text{Pb}^{210} (\text{RaD}) \rightarrow \text{Bi}^{210} (\text{RaE}) \rightarrow \text{Po}^{210} (\text{RaF}) \rightarrow \text{Pb}^{206}$

Explanation of radioactivity in the first decade of the 20th century

Between 1900 and 1904 several papers by P. Curie, A. Debiere and J. Danne formulate hypotheses about induced radioactivity: an object placed in the proximity of a radioactive salt becomes radioactive itself. In

1902³³ Rutherford finds the explanation for this and introduces the term *transformation**. In Paris however, other ideas prevail, and the old notions in which the nature of the material on which the activity is deposited, the surrounding air, the temperature, etc. play a role. But even in Paris Rutherford is cited.³⁴ *Emanation*: "Pour expliquer ces phénomènes M. Rutherford admet que le radium ou le thorium dégagent constamment un gaz matériel radioactif qu'il nomme émanation." *Nature de l'émanation*: "... l'on a pu observer jusqu'ici aucune pression due à l'émanation, et l'on n'a pas davantage constaté par une pesée la présence d'un gaz matériel... on n'a pas encore constaté avec certitude la production d'un spectre caractéristique dû à l'émanation..."

Here Pierre Curie invokes the classical vision of chemistry, uses the arguments with which the existence of radium was proven by the Curies, to tone down Rutherford's idea as much as possible. Up till then, and with one exception, the French school considers radioactivity something permanent; radioactive decay and half-life were new concepts.

Marie Curie is occupied with the purification of radium and the determination of its atomic weight; Pierre Curie is more interested in finding the explanation for radioactivity, but he cannot accept Rutherford's theory, and tries out all possible issues.

In March 1904 Curie and Danne³⁵ write in a paper in which they measure a compound decay: "On peut interpréter théoriquement ces résultats en adoptant la manière de voir de M. Rutherford et en imaginant

* Transformation: Why was not the term transmutation used here? The story (about a conversation between Rutherford and Soddy) goes as follows: Soddy: Rutherford, this is transmutation: the thorium is disintegrating and transmuting itself into an argon gas. Rutherford: For Mike's sake, Soddy, don't call it transmutation. They'll have our heads off as alchemists" Ref.: A. Pais, *Inward Bound*, Oxford University Press, 1994, p.112; L. Badash, How the "Newer Alchemy" Was Received, *Sci. Am.* **215**, (1966), 154.

In his book "Radio-Activity" in 1905 Rutherford is very careful: Chapter X bears the title: "Transformation products of uranium, thorium and actinium"; when he describes the daughter products of radium, again: "... It is possible that further investigation will show that transformation does not end with radium F". ($\text{RaF} = \text{Po}^{210}$). Even in 1930 in the publication by Rutherford, Chadwick and Ellis, "Radiations from Radioactive Substances" there is still talk of radioactive transformations. Soddy on his own does not have these scruples and in his 1904 book "Radio-Activity" boldly mentions "transmutation" in the summary table.

que l'émanation agit sur les parois solides de façon à créer une substance radioactive qui disparaît spontanément suivant une loi exponentielle ..."

In the same year 1904 a paper by Pierre Curie ³⁶ appears, written in collaboration with James Dewar at the Royal Institution, in which the heat generated by radium bromide is measured at liquid hydrogen temperatures. A quartz tube with radium bromide is evacuated, then it is heated till it is red hot and the radium bromide melts. The gasses that are produced are caught in a U-tube which is cooled with liquid air and thus absorbs the emanation. The tubes are luminescent and the spectrum is recorded. After a recording that takes three days, the tube has become violet in colour, but the spectrum does not show anything spectacular, only the nitrogen bands. Now the vacuum is made a lot better by condensing the nitrogen with liquid hydrogen. Immediately after sealing off the tube, the spark-spectrum only contains the hydrogen lines. Pierre Curie takes the quartz tube with the specimen with him to Paris. *Twenty days* after the sealing of the tube, Deslandres sees the spectrum of *helium* in the tube. (After twenty days of alpha-emission of the sample, a sufficient amount of helium had accumulated in the tube to be observed spectroscopically). In a footnote Pierre Curie writes: "*Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par M. Ramsay sur la production de l'hélium par des sels de radium dissous dans l'eau*".* After 1904, Pierre Curie completely accepts Rutherford's theory.

These experiments are clearly a turning point in Pierre Curie's way of thinking. Before that time, all references he made were to the French research (mainly by Becquerel and the colleagues of the Curies) or to the Germans (Giesel), but now suddenly he turns his attention to the English school. Another point is that from 1903 onward, the *Physical Review* becomes very important in the scientific world (the first volume of the *Physical Review* dates from 1893). Under the influence of its publications, the

* To perform these experiments in 1903, Ramsay disposed of 30 mg pure radiumbromide. Later he would obtain 350 mg from the Viennese Academy of Sciences for University College in London. These he had to share with Rutherford, something that didn't work out all that well, in view of the prevalent climate of rivalry. Rutherford then obtained another 350 mg from Vienna, for his laboratory, just before WW.II. After WW.II the British government wanted to impound this radium as "enemy property". Rutherford then managed to have the British government purchase this radium officially. With this money the Austrian physicists could start their research again (ref. 62, p.102).

style in which Pierre Curie's papers are written becomes more concise, more "modern"; especially the presentation of the graphs is more clear.³⁷ Unfortunately 1906 would see the end of Pierre Curie's life and work. Had he lived, his work would certainly have continued on a very high level; in 1905 no one in France had a more clear insight in the origin of radioactivity than Pierre Curie.

Among all the hypotheses propounded to explain radioactivity, two schools can be seen: one accepts that the energy emitted in radioactivity comes from a form of energy present in the *interior* of the atom, the other thinks that the energy emitted comes from some *external* source, but that radioactive elements have some sort of mechanism to convert this energy into radioactivity.

Rutherford, who has a very clear insight in the "atomic structure", writes, as early as 1905³⁸: "*Of these two sets of hypotheses the first appears to be more probable, and to be best supported by the experimental evidence. Up to the present not the slightest experimental evidence has been adduced to show that the energy of radium is derived from external sources.*" This is a very clear reference to the opinions of the Curies (mainly Pierre Curie) who suggested in 1904 that space was pervaded with a sort of Röntgen-type radiation, and that radio-elements had the property of absorbing this.

In 1903 Mc Lennan³⁹ finds a very penetrating radiation in some buildings, not due to radioactive sources (no radioactive source had ever been present in the building). A lead shield of 5 cm thickness around the electrometer decreases the ionisation current by 30%. More lead has no effect at all. The radiation comes from all directions. There is no difference between day and night. The radiation therefore has to be present at the surface of the earth. At that time no explanation can be given.*

Rutherford analyses the different hypotheses and comes to the conclusion that even if the radio-elements possess the power to absorb energy from some unknown type of radiation, this radiation being one that can penetrate any other matter with only a slight absorption, the fundamental problems in trying to explain the properties of radio-elements remain.

* McLennan sees cosmic rays of course. These are studied experimentally for the first time in 1911. Their properties are studied in detail by Millikan in 1925.

Anyway the possibly absorbed energy would be much too small to explain the energy emitted by the radioactive substances.

In 1903 ⁴⁰ Pierre Curie measures, together with Laborde, the heat emitted by 1 gram radium, using a Bunsen ice-calorimeter: 1 gram radium produces enough energy to bring 1.3 grams of water in 1 hour from 0° to 100°C. *“Le dégagement d’une telle quantité de chaleur ne peut s’expliquer par une transformation chimique ordinaire... cette transformation doit être due à une modification de l’atome de radium lui-même... l’énergie mise en jeu dans la transformation des atomes serait extraordinairement grande..”*, a very astute observation, were it not that the paper ends with these words: *“Ce dégagement de chaleur peut encore s’expliquer en supposant que le radium utilise une énergie extérieure de nature inconnue.”* Kelvin⁴¹ also was a great defender of the “external energy” theory, and since Kelvin greatly esteemed Pierre Curie’s work (especially his very important contributions to the theory of magnetism), Kelvin’s opinion was influential in Pierre Curie’s thinking. Of course both Kelvin and Pierre Curie in the end have to admit that Rutherford was right.

V. The industrial preparation of radium

The initial treatment

The industrial extraction of radium is a complicated process, that can be subdivided into two stages: in the first stage chemical separations are performed with ordinary chemicals. In the second stage comes the fractional crystallisation of the different salts. In these extractions first the radium-containing barium salts, polonium-rich bismuth and rare earth metals with actinium are deposited. Afterwards an adapted fractional crystallisation will allow to separate the radioactive substances from these three mixtures. Because of the many different ores from which the process can start, all the extraction procedures differ in one way or another, sometimes only in details, sometimes fundamentally, sometimes also because the process was improved over the years. The separation is easiest when starting from carnotite, the most difficult when starting from autunite. A lot also depends on the quantities to be treated (from milligrams to tons). About the separation technique developed by Marie Curie, she says: *“Le traitement*

*de ce minéral à l'usine a été organisé par M. Debiegne, après étude préliminaire de la question".*⁴²

For historical reasons we describe in what follows the procedures developed by Marie Curie⁴³:

* Grinding of the ore: Because large amounts have to be treated it is important to have an efficient system which needs little manpower. Per working day, about 1.5 tons of ore can be ground to grains of about 2 mm.

* Treatment of the ore with hydrochloric acid, in the presence of barium chloride. The process takes place in wooden barrels of about 1 m³ (300 kilos of ore) which revolve around a horizontal axis (50 turns/s).

* Then the radium-containing barium sulphate is deposited by adding sulfuric acid. In this, process the 300 kilos of ore is converted to about 700 liters of solution. The treatment with acid, the rinsing and the subsequent pressing and filtering takes place in stages, and takes a day and a night.

* The first radium-containing sulphates have about 100 mg of the element radium per ton of ore from which the process started. Now the sulphates are converted to carbonates by heating to high temperatures, in the presence of sodium carbonate.

* Then the radium-containing carbonates are treated with hydrochloric acid, in wooden vats which are heated by steam (in lead pipes and under pressure). The process ends with filtering and pressing. This gives fairly pure barium chlorides containing radium, which then go to the "fractional crystallisation workshop", i.e. the laboratory in Marie Curie's hangar.

* The fractional crystallisation: The fractional purification is based on the property that radium salts (bromides and chlorides) are less soluble than the barium salts (bromides and chlorides) and therefore they first crystallise when evaporation takes place. The crystallisation first separates out the radium-containing chlorides, then the radium-containing bromides. The separation of radium seems to work better via bromides than via chlorides. In 1902 Giesel starts working with bromides, in 1907 Armet de Lisle and the Société des Produits Chimiques too.

The fractional crystallisation

At the start of the fractional crystallisation the chlorides contain about 0.2 mg of radium element per kilo. Marie Curie does the first steps of the crystallisation from a watery solution of chlorides. She boils them and

lets them cool down in closed capsules. On the bottom nice crystals form. Then the solution is drained away with rubber tubes. In this way there are two parts "1" and "2" with which she starts over again. Each of these parts gives two new parts. After crystallisation the least radioactive part of "1" is added to the most radioactive part of "2", since these two are about equally radioactive. This gives three parts, "1", "2" and "3". The process continues in the same way. When 6 parts are reached, the 6th solution is too weak in activity to be used any further. It is discarded. At the same time, solution "1" is so far enriched in radium that it is also taken out of the process.

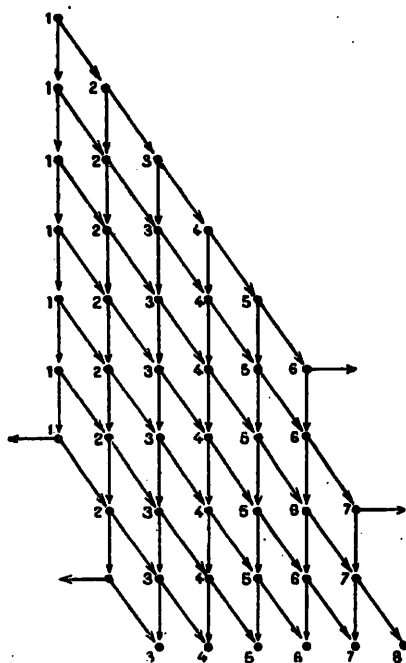


Fig 4: Fractional crystallisation as developed by Marie Curie

The crystals are long needles, which unfortunately look the same for barium chloride as for radium chloride. When one considers how radio-

active these crystals were, one shudders at the following description of the experiments Marie Curie does with them: "*Les uns et les autres sont bi-réfringents*".⁴⁴ Or elsewhere: "*Les cristaux de chlorure de baryum radifère se déposent incolores, mais, quand la proportion de radium devient suffisante, ils prennent au bout de quelques heures une coloration jaune allant à l'orange, quelques fois une belle coloration rose. Cette coloration disparaît par la dissolution. Les cristaux de chlorure de radium pur ne se colorent pas, ou tout au moins pas aussi rapidement, de sorte que la coloration paraît due à la présence simultanée de baryum et du radium.*" This coloration is even used as a means of controlling the process. As long as there is coloration, a sizeable amount of barium is present; when all the crystals are colourless it is pure radium chloride.

From 1907 onward all chlorides are converted to bromides.

The last fractional crystallisation of the bromides takes place in open porcelain crucibles, heated with a flame. To reach an enrichment of about 50% some 20 fractional crystallisations are needed. The crucibles get smaller and smaller. The enrichment is followed by the coloration in a flame. For medical purposes, radium bromide, which is soluble in water, it is converted to insoluble radium sulphate by treatment with sulphuric acid, evaporation and heating.

The final fractional crystallisations are critical, and the distilled water must be absolutely pure. Glassware always gives some impurities, thus contaminating the distilled water. Therefore Marie Curie uses a distilling apparatus and bottles in platinum.⁴⁵

VI. Belgium and radium production

Union Minière controls the uranium-ore from the Belgian Congo

In 1902-1903 the Austrian government puts an embargo on the export of pitchblende, so other sources have to be found. In early 1913 rich deposits of uranium ore are found in the copper mines of Katanga (the Belgian Congo) and in 1915, during World War I, a rich deposit of pitchblende is found there in Shinkolobwe.

At the end of 1921 the *Union Minière du Haut Katanga* starts to mine these ores. Shinkolobwe is 125 kilometres from Elisabethville

(Lubumbashi). Pitchblende is mined in open mines. Also present, among other minerals, is chalcocite. The minerals are put in bags in Shinkolobwe and then transported by lorry over 20 kilometres to the railroad, which takes it to Rhodesia and from there to the seaport of Beira in Mozambique, from where it is shipped to Antwerp.

The *Société générale métallurgique de Hoboken* (in which the Union Minière has interests) starts up a uranium-ore treating plant in Olen near Antwerp (then spelled Oolen), under the direction of P. Leemans. It is a large factory, very modern for its time. On 5 December 1921 for the first time 12 tons of minerals arrive in Antwerp. On 13 November 1922 the existence of "Belgian radium" is made public in a ceremony in the Colonial Museum of Tervueren, in the presence of King Albert I. From then on Belgium and the Belgian Congo are an established part of the world of radium. On 15 December 1922 the first batch of a few grams of radium leaves the plant. The first 4 grams produced in Olen, are granted to four Belgian Universities for (medical?) research.

The process used by the Société Métallurgique Hoboken - Union Minière

The process used in Olen for the ore coming from the Belgian Congo is derived from Marie Curie's process, used by Debiegne (and improved by E. Armet de Lisle). Armet de Lisle is not involved in the Olen factory.⁴⁶ On the other hand, the American companies Standard Chemical Company and Radium Company of Colorado give advice in the building of the plant. Later on, they will also act as agents for the sale of Belgian radium in the USA. The National Radium Institute in the USA describes the new factory as "*more like a fine kitchen than an actual metallurgical plant*".⁴⁷

Union Minière (in 1931)⁴⁸ and Maurice Curie (in 1925)⁴⁹ give slightly different descriptions of the three last phases of the process applied by the Métallurgique Hoboken. In the main however it is the same as what Marie Curie already published in 1910.⁵⁰ We will not describe the whole process here but just cite some details, which can give an idea about the volume and quantity of highly radioactive material treated at the plant.

The fractional crystallisation scheme takes one month. During that time several grams of radium are treated. The concentration in radium

bromide reached is about 97 to 98% of the marketable product. Before the radium bromide is sealed into glass tubes it is carefully dried, then the tubes are closed with a gas-flame. The substance in the tubes is then a whitish powder that emits a bluish light.

Around 1925 several factories in the world produce radium: the principal ones are in the USA (6), in France (4), in Belgium (1) and smaller ones in Portugal, Czechoslovakia, Germany and Great Britain. Some research institutes possess large quantities of radium for the treatment of cancer, but the bulk of the product is at the hands of private medicine, in all possible countries. In that period about 100 grams of radium must have been around.

The price of radium.

The quantity of radium that can be obtained from different ores varies greatly (see Table 5), and this has has a big influence on the price.

In Utah and in Colorado, in the USA, the uranium-containing mineral carnotite is found. In 1910 the Standard Chemical Company starts the production of radium. Together with the Radium Company of Colorado, founded during the first World War, they produce 80% of the world production of radium in 1922. The price of radium then is about 100.000 \$ per gram. Portugal and Madagascar supply the French plants with weakly radioactive minerals.

Ore	Ra-element content per ton
autunite	2 mg
carnotite	5 mg
pitchblende Joachimsthal	25 mg
pitchblende Belgian Congo	50 to 100 mg

Table 5: radium content of different ores

From the moment the industrial production of radium is a fact in Olen, the world-wide price of radium decreases in a sensational manner and soon falls to half of what was charged when the USA had the monopoly. In a very short time Belgium becomes the main supplier of radium. The only producer competitive with Olen, is Port Hope (Ontario), near

Great Bear Lake in Canada. In 1931 pitchblende is found there, which contains about 30 to 60% uranium oxide. In 1932 Port Hope produces about 2 grams of radium a month, in 1938 double that quantity. In 1938 an agreement is reached with Union Minière, fixing the price of radium at 40.000 \$ a gram. After 1940 the price would fall a bit more. After World War II attention would go much more to uranium, and the radium production is stopped in 1954 in Canada and in 1960 in Belgium.

Marie Curie and Union Minière - Métallurgique Hoboken

Marie Curie is in regular contact with the "Métallurgique". It is all a bit secretive and little has been published about these contacts. On Sunday 18 March 1923, Marie Curie and Dr. Regaud (the director of the medical section of the Institut du Radium), visit the plant in Olen, together with Emile Francqui. The previous day they had attended a meeting of the *Commission du Radium*, founded by the *Fondation universitaire*, and a dinner offered by Francqui. It is not clear what was discussed on this occasion. At present, plans exist to publish the whole correspondence of Marie Curie as it is kept in the Bibliothèque Nationale in Paris, completed with what is dispersed throughout the world. Maybe this will clarify things.

In 1926, at the 4th Solvay Congress, Marie Curie insists that the Métallurgique produce more intense alpha-ray emitters like actinium and polonium, which in her opinion, are needed for research. The Belgian ores are quite suited to such a production. She also proposes a collaboration and promises to make all her findings available. It will take until 1930 however, before Irène Curie will have regular contacts with the Métallurgique regarding intense polonium sources (see below).

VII. The International Radium Standard

The Congrès de Radiologie et d'Electricité - Brussels 1910

In the radium-related research of the early 20th century some fundamentally important results are obtained by scientists, but they cannot be

compared because the figures depend on the purity of the radium. Some examples:

- * the intensity of the emission of alpha-particles
- * the production of He
- * the heat generation
- * the total ionisation

In order to compare the results they have to be expressed as a function of one and the same Ra-standard. In September 1910 the *Congrès de Radiologie en d'Electricité*⁵¹ takes place in Brussels. Marie Curie is commissioned to make the International Radium Standard. In August 1911 this is ready: 21.99 mg of pure RaCl_2 sealed in a glass tube. In March 1912 the "Commission du Radium" meets in Paris and decides to compare this standard with the ones produced by Hönigschmidt who used material from the Viennese Academy of Sciences. These consist of three tubes containing respectively 10.11, 31.17 and 40.43 mg of RaCl_2 , all prepared from uraninite from St. Joachimsthal (about which it is known that it contains only a very small amount of Th, a possible source of contamination). The standards agree very well indeed, the deviations being less than 0.3%. The standard prepared by Marie Curie is adopted as International Standard and deposited at the Bureau international des Poids et Mesures in Sèvres. The 31.17 mg standard from Vienna becomes the secondary standard. The committee also takes measures to make duplicate-standards. These are calibrated at the Institut für Radiumforschung in Vienna, using the gamma-activity.

In principle Marie Curie is not willing to yield the first standard, which she considers to be *her radium*. She has to concede however, and keep a secondary standard at the Institut du Radium. Using this standard, certificates can be supplied, which give, just as the Viennese standard did, intensity calibrations of radium sources, based on the gamma-radiation. Of course Union Minière is very interested in a comparison of the first radium products from Olen with this standard. This brings about many contacts between Marie Curie and the Métallurgique (director P. Leemans). These contacts are not direct, but go through an intermediary, E. Sengier. It is clear from the correspondence that Marie Curie becomes aware that Union Minière and the Métallurgique are interested *solely* in the *commercial* aspects of relations with research.

Purity of the radioactive products

In preparing pure radium sources, one has to make a distinction between “chemically pure” and “radioactively pure”. Indeed radioactively pure preparations will not remain so because of the decay products which are formed over a period of time. In the case of radium, a radon contamination (and its decay products) will build up. “Radioactively pure” therefore is something that is not permanent; thus each source is delivered with a dated certificate. For the same reasons, old radon tubes will contain concentrated polonium preparations.

VIII. Applications of radium, radon and polonium as alpha-sources for experiments

The Cavendish research under E. Rutherford

1. *The Marsden-Rutherford scattering and disintegration experiments (1914 - 1919).*

In 1914 Marsden⁵² makes the first experiments concerning scattering of alphas. As a source he uses *radon* in a thin-walled tube. The radon tube is placed in a copper vessel, filled with hydrogen. The scattering is measured by visually observing and counting the scintillations on a ZnS screen. The range of the alpha's is determined by placing metallic foils before the ZnS screen until the scintillations stop. The range of the less heavy *hydrogen atoms* is measured to be about 4 times that of the alpha's.

Unexpectedly Marsden observes that when the vessel is vacuum (not filled with hydrogen) the radon tube itself “*gives rise to a number of scintillations like those from hydrogen*”.⁵³ Rutherford can't believe that the source is producing *yet another* type of radiation, i.e. hydrogen atoms. Marsden then returns to Australia, and Rutherford continues the experiment by himself. It is by then halfway through the war, and Rutherford is more occupied with military research (tracking down submarines), but he still manages to sneak in some scattering experiments. In 1917 he writes to Bohr⁵⁴: “*I occasionally find an odd half day to try a few of my own experiments and have got I think results that will ultimately prove of great importance. I wish you were here to talk matters over with. I am detecting and counting*

the lighter atoms set in motion by alpha particles... I am also trying to break up the atom by this method."

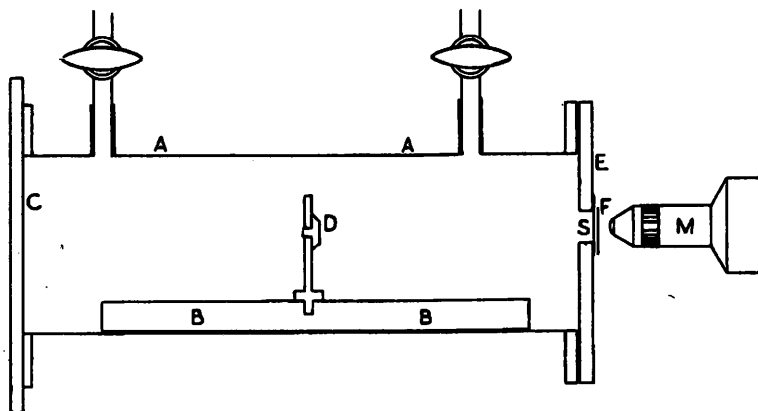


Fig.5: The experiments of Marsden and Rutherford

As an alpha-source he uses a copper disk on which radium is deposited. The "detector" still remains the well-known ZnS screen, coupled to a measuring microscope and the very well trained eye of Rutherford. It is said that Rutherford (and Chadwick, also at the Cavendish laboratory) are extremely skilled in observing scintillations.

The apparatus used by Marsden and Rutherford is typical for the Cavendish design: simple, but where the skill of the experimenter plays an all-important role. The apparatus is described twice in the standard-publication "*Radiations from Radioactive** Substances*"⁵⁵ from 1930. It is used by Marsden for scattering experiments and by Rutherford for disintegration experiments. For these last the radium-source ("*radium deposit*") is at D, the distance source-detector S is adjustable. F is where the absorbers are placed. M is the measuring microscope to observe and count the scintillations. The chamber can be filled with gas through A. The whole apparatus is so small that it fits into the palm of a hand. (A photograph exists of Rutherford holding the apparatus).

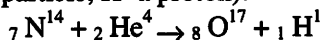
**

Unlike the years 1900, in 1930 the word *radioactive* is spelled as one word.

The observations by Marsden could have been due to a hydrogen contamination of the source; this was not the case, as was proved. Later the vessel is filled with dry air. Instead of diminishing, the number of scintillations increases, even *doubles* in number. After another series of tests (to exclude all contaminations), he has to come to the conclusion that this increase is due to hydrogen atoms, coming from the nitrogen in the air (not oxygen, that had been tested before) and not from the radioactive source. Rutherford presents his findings in a typically British manner: ⁵⁶ *"From the results so far obtained it is difficult to avoid the conclusion that the long-range atoms arising from collision of (alpha) particles (of the Ra-source) with nitrogen are not nitrogen atoms but probably atoms of hydrogen... If this be the case, we must conclude that the nitrogen atom is disintegrated."* The newspapers of 1919 are less reticent and boldly claim *"Rutherford had split the atom"*.

In June 1919 Rutherford ⁵⁷ publishes a four part paper in which he says: *"... the hydrogen atom which is liberated formed a constituent part of the nitrogen nucleus...The result as a whole suggests that if alpha particles - or similar projectiles - of still greater energy were available for experiment, we might expect to break down the nucleus structure of many of the lighter atoms."*

In a modern notation, he has produced the following reaction (note that He^4 is in fact an α -particle, H^1 a proton):



Split an atom is not really what Rutherford has done, but anyway the dream of the alchemists had finally come true (although it was not lead that had been changed into gold....). Thanks to the judicious use of strong radium and radon sources, physics suddenly evolved from *atomic physics* to something very close to *nuclear physics*.

The polonium sources derived from the radium and radon sources, as used by Rutherford and the other European scientists, give alphas that have an energy too low (a few MeV) to break through the Coulomb barrier in heavy nuclei, and make nuclear reactions possible. Thus as early as 1920 Chadwick and others in the Cavendish laboratory were trying to accelerate the particles, so that higher energies could be reached. Rutherford, who had made his greatest discoveries using the most simple apparatus, fundamentally distrusted complicated experiments and opposed the attempts. Without this opposition *nuclear physics* might have evolved even faster.

2. Rutherford and the Bakerian Lecture⁵⁸: the road to the neutron.

In May 1904 Rutherford gives his (first) Bakerian^{††} Lecture: "*The Succession of Changes in Radio-Active Bodies*". It mainly treats radium, thorium, uranium and actinium. Rutherford's reasoning goes as follows: if radium has a half-life of about 1000 years, then all radium older than 100.000 years should have disappeared. Therefore the radium quantities *had to be replenished* by longer-living radioactive matter. Rutherford considers uranium as responsible for this, but first wants to see experimental proof. He reasons that if this were true, the ratio radium/uranium should be the same in all minerals, a supposition that is later confirmed. Rutherford had an unbelievably clear *insight* into the radioactive phenomena; only Bohr would equal and even surpass him eventually.

On 3 June 1920 Rutherford gives a second Bakerian Lecture before the Royal Society in London: "*Nuclear Constitution of Atoms*". As an innovative thinker, he speculates about the existence of a third building block in the nucleus. Most physicists were satisfied with the symmetrical image of the elementary components in the atom, as it was accepted up till then: a negatively charged electron and a positively charged proton. (In the lecture the word *proton*, to describe the positive particle in the nucleus is not used. Rutherford keeps referring to the hydrogen nucleus, or charged hydrogen atoms). He keeps hammering on the question: if the building blocks of the nucleus are protons and electrons, how is it possible to build up a heavy positively charged nucleus. The only answer to that seems to be a *neutral* particle: "*an atom of mass 1 which has zero nuclear charge*". He does not see it as a new *elementary* particle, but more like a bond between proton and electron. According to Rutherford such an "atom" should have extraordinary properties: because of the almost total absence of an electric field it should be able to move freely through matter, be difficult to detect, and practically impossible to contain in a vessel. As it can easily penetrate the structure of the atom, it can bind to a nucleus or disintegrate it, due to the very strong fields existing there.

The *neutron*, as he calls this particle one year after the Bakerian Lecture, "*might be the most effective of all tools to probe the atomic nucleus*". The speculations of Rutherford voiced in this Lecture have impor-

^{††} Named after Henry Baker who supplied the funds for such lectures in 1775.

tant consequences. Radium alpha-sources remain for many years to come the essential tool for the research in physics.

3. Polonium, decay product of Radium, becomes important for research - Specialisation in scintillation-counting - Introduction of the Geiger counter.

James Chadwick, *Assistant Director of Research* and Rutherford's right hand, is present at the *Bakerian Lecture* of course. In his opinion Rutherford's hypothesis is based on too weak arguments and he has serious reservations. From 1920 onward the problem keeps nagging. Together with Rutherford he sets up reaction experiments on heavier elements. In the winter of 1920 Chadwick develops a better version of the scintillation counter, by improving the microscope used. Before starting the actual counting, an experimenter would sit for at least half an hour in complete darkness, to allow the eye to observe the very weak light flashes. Meanwhile Rutherford's technician would bring the radium source (Rn derived from a 400-mg Ra solution ⁵⁹) from the radium-room to the cellar where the experiments took place, and install the apparatus. During this time of course discussions about the *Bakerian Lecture* went on. Later Chadwick would say that it was there that he understood that the image Rutherford had of the neutron was not exact, and that the *neutron* had to be something else, not an electron bound to a proton. On a theoretical level also (among others by the developments in quantum theory about 1920) a number of conclusive reasons were formulated, to explain why the image of electrons present in the nucleus had to be false, but that is another story.

Detecting radioactive radiation by the scintillation method has reached its highest possible level of sensitivity in those days. It was not possible to observe more than 150 counts/min in a reproducible and dependable way, or to process less than 3 per minute by one single observer.

Then a vehement discussion arises between the Cavendish Laboratory and the Radium Institute in Vienna, where they are unable to reproduce Chadwick's experiments and pretend the apparatus used is of inferior quality. Chadwick once more repeats the experiments (improving the experimental set-up in the process, by putting the ZnS screen directly onto the objective of the microscope) and can only confirm earlier results. He goes to Vienna and sees that the counting is done by three young ladies, as the people there are convinced that they have better eyes than men, and are less

distracted from the counting than men. Chadwick closely observes the young ladies, and notes that since they know what is expected from the experiments, they produce the expected results, and count non-existing scintillations. He asks them to do another experiment, one they don't know anything about. Then their results perfectly match his.⁶⁰

It is high time then for counting-techniques to change, something Rutherford is well aware of. Hans Geiger, also working at the Cavendish, reverts to an old counter developed by Rutherford in 1908, and builds a much better version, which was to become the famous *Geiger-Müller counter*, still in use to day. Electronics had made giant steps forward, so that an amplifier can be built, and each impact of radiation is heard as a distinct "click" in the loudspeaker. This counter is an *objective observer* and expands the counting limits over a few orders of magnitude.

The introduction of the Geiger-counter has a big problem however: the visual scintillation counting with ZnS screens was practically imperious to gamma rays, the Geiger counter detects them! Radium sources emit a strong gamma component and the Geiger-counters go crazy. From the introduction of the Geiger counter onward, it is mostly polonium that is used as a source (little used since it was discovered by Marie Curie in 1898). Polonium (Po^{210} , RaF) is an almost pure alpha-emitter, thus reducing the background in the Geiger-counter over a factor of almost 100.000 as compared to a radium source of the same alpha-intensity.

Unfortunately polonium is not readily available, in fact only as a decay-product of radium. Here the Cavendish Laboratory is at a disadvantage as compared to the Paris laboratories of Marie Curie: the medical radon capsules, which were returned (for free) to Marie Curie after use, gave her plenty of polonium. We will see that, even as late as 1930, this will be of capital importance for the Joliot-Curies.

The discovery of the neutron made possible thanks to strong polonium sources, derived from radium

In 1928 Bothe starts on a research about the gamma-radiation following alpha-irradiation of light nuclei. It is of course very important that the background due to gammas be as low as possible and therefore polonium sources are used. Chadwick has a polonium source from Lise Meitner, but it is far too weak to even try to reproduce Bothe's experiments. At

the end of 1930 Bothe and Becker publish a remarkable result: *irradiation of beryllium with the alphas from the polonium source gives rise to radiation that is more energetic than the radiation coming from the alpha-source*. This is a conflict situation with regard to the conservation of energy. Therefore it is concluded that disintegration of the nucleus has occurred, even though no protons are seen. These are extremely fascinating experiments for those who have the necessary source... very frustrating for those who have not.

Chadwick keeps very busy. On his suggestion, his student Webster directs the radiation coming from a polonium-beryllium combination into a Wilson chamber. Chadwick reasons that if the neutron is really an electron-proton combination, it might still have a very weak electrical charge and give a faint ionisation track in the Wilson chamber. Evidently, nothing is found, and Chadwick is disappointed. Webster leaves for the University of Bristol and in the years 1929-1930 Chadwick continues the research on his own. His first aim is to obtain a much stronger polonium source. At the Kelly Hospital in Baltimore (USA) he finds hundreds of radium needles, no longer used. Together they contain almost as much polonium as the Curies (Marie and Irène) have amassed in Paris. The hospital gives them to the Cavendish laboratory, and Chadwick does the very dangerous chemical purification himself.

The experiments of Irène Curie and Frédérick Joliot - a missed opportunity

Starting in 1929 the Joliot-Curies work on developing a new technique to make polonium sources. In 1931 they have purified so much polonium that they have a source 10 times more intense than any other existing one: 100 mCi ($1.5 \times 10^9 \alpha/s$ in 2π). With this source they start a research on beryllium ("glucinium" as it was then called). Now many things happen in rapid succession:

* *December 1931*: Irène Joliot-Curie finds that the "beryllium radiation" of their extra-strong Po-Be source is even more penetrating than Bothe and Becker had found. The Joliot-Curies wonder whether this radiation could liberate protons from the nucleus, as alpha-particles do. They surmise that the radiation coming from the Po-Be source is *gamma*-

radiation. Different materials are placed in front of the window of their ionisation chamber. They find nothing, except when using thin layers of paraffin-wax, or other hydrogen-rich substances: then the current in the ionisation chamber increases. They make Wilson-chamber photos (see fig.6) and prove that protons are emitted from the material.⁶¹

* 18 January 1932: the Joliot-Curies present a communication at the Académie des Sciences and publish a paper in the *Comptes Rendus*, where they claim that the protons are due to Compton-effect of the gammas from the Po-Be source. By building on this Compton-effect theory, the Joliot-Curies make very improbable suppositions: a very high energy for the gammas and an inordinately large reaction cross-section. Gammas can indeed easily liberate electrons, but for them to liberate protons, with their 1836 time larger mass, was a bit too optimistic (the reaction cross-section to liberate protons should have been 3.10^6 times larger than for electrons). The possibility of the presence of a neutral particle is not even considered, since Rutherford's Bakerian Lecture has not been read...



Fig. 6: Wilson-chamber photograph by Joliot and Curie of a scattered proton.

When Chadwick sees the paper he is flabbergasted. He shows it to Rutherford who exclaims "*I don't believe it*". Such a spontaneous reaction is very unlike Rutherford. Of course he does believe the experiment, but not its explanation in terms of Compton effect. On reading this paper in the *Comptes Rendus* in Rome, Majorana, still very young then, says: "What fools. They have discovered the neutral proton and they do not recognise it."⁶²

The Joliot-Curies had difficulty admitting that they had missed the neutron. In a later paper they write: "*Les rayons H produits dans un écran mince de paraffine placé à l'intérieur de la chambre. Certains rayons ont plus de 14 cm et traversent tout l'appareil.... L'interprétation du phénomène est facilitée si l'on suppose, comme l'a fait J. Chadwick et plus récemment, Webster, que le rayonnement émis par Po + Be se compose de neutrons... L'hypothèse du neutron avait déjà été émise, dans des cas différents, par plusieurs savants (Bragg, Rutherford, Meitner, Rosenblum, Fournier, Pauli, etc. L'existence de ce nouveau rayonnement avait été envisagée à la suite de considérations générales et n'avait aucun fondement expérimental. ...*"

The Chadwick experiment - the discovery of the neutron

* 7 February 1932 (*Sunday*) ⁶³ With his strong Po-Be source, Chadwick repeats the experiments. He is convinced that the Joliot-Curie experiments cannot be explained in terms of Compton-effect, but that something a lot more fundamental and new is going on!

The ionisation chamber (air at 1 atm.) has an Al-foil window. By adjusting the amplifier Chadwick sees pulses on the oscilloscope, proportional to the ionisation in the chamber, and can deduce from that the energy of the incoming particle. Thus he disposes of a lot more information than the Joliot-Curies who used an electrometer.

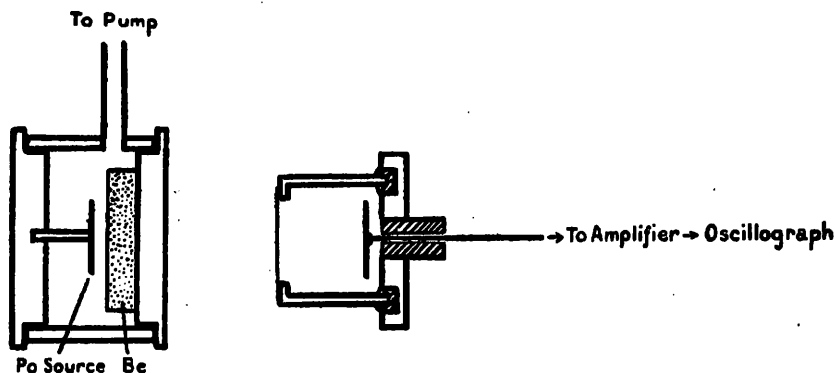


Fig.7: Chadwick's set-up with the Po-Be source and the ionisation chamber linked to an oscilloscope. (The Po-Be source is mounted on a silver plate of 1 cm diameter; the Be has a diameter of 2 cm)

The ionisation chamber (air at 1 atm.) has an Al-foil window. By adjusting the amplifier Chadwick sees pulses on the oscilloscope, proportional to the ionisation in the chamber, and can deduce from that the energy of the incoming particle. Thus he disposes of a lot more information than the Joliot-Curies who used an electrometer.

Chadwick soon notices that *the energetic radiation generated by the alpha's in the Be, penetrates 2 cm of lead without any absorption* (gamma radiation would certainly decrease in intensity). 2 mm of paraffin placed in front of the ionisation chamber makes the counting rate increase noticeably. This means that particles get *into the chamber from the paraffin*. Placing absorbers in the path of the particles shows that their range is 40 cm of air-equivalent, therefore they must be *protons*. This far the experiment is just a repeat of the Joliot-Curie one. But now Chadwick goes his own way! He takes away the paraffin and replaces it with materials like Li, Be, B. Gasses are introduced directly into the ionisation chamber: H, He, N, O, Ar. Each time he sees an increase in the counting rate, which means that protons are liberated from each of these elements. In his paper about the discovery of the neutron, Chadwick writes ⁶³: *"The experimental results show that if the recoil atoms are to be explained by collision with a gamma-ray (photon) we must assume a larger and larger energy for the*

(photon) as the mass of the struck atom increases. It is evident that we must either relinquish the application of conservation of energy and momentum in these collisions or adopt another hypothesis about the nature of the radiation. If we suppose that the radiation is not a gamma radiation, but consists of particles of mass nearly equal to that of the proton, all the difficulties connected with the collision disappear, both with regard to their frequency and to the energy transfer to different masses. In order to explain the great penetrating power of the radiation we must further assume that the particle has no net charge. We may suppose it (to be) the "neutron" discussed by Rutherford in his Bakerian Lecture of 1920."

* 17 February 1932: Chadwick works on this research for 10 days, with barely 3 hours of sleep per night. On Wednesday 17 February 1932 he sends his first short report to "Nature"⁶⁴ in order to claim the discovery of the neutron. The Joliot-Curies had missed the big discovery (and in the process set at defiance the fundamental rules of conservation of energy and momentum).

On Tuesday 23 February Chadwick gives a talk about the neutron in the so-called "*Kapitza club*" (an informal discussion group within the Cavendish laboratory). It must have been the shortest communication ever on such an important discovery. At the end Chadwick says: "*Now I want to be chloroformed and put to bed for a fortnight.*" A very understandable wish of the exhausted discoverer of the third elementary particle! Rutherford insists that Chadwick get the Nobel prize. To someone who remarks that the Joliot-Curies have some merit too, Rutherford replies: "*For the neutron, to Chadwick alone; the Joliot-Curies are so clever that they soon will deserve it for something else.*"

Chadwick's discovery now opens the way to the real research into the nucleus. As a consequence alpha particles become less important to experiments. The existing alpha-sources (mainly polonium) are converted to neutron sources, but these are in fact too weak to do any serious experiments. The emergence of accelerators would soon change the whole world of physics research. Hans Bethe remarks that everything that happened before 1932 belongs to the prehistory of nuclear physics; real nuclear physics started in 1932. The discovery of the neutron is the big turning point.

1932: Fermi in Rome: Rn production for the first neutron reactions

Enrico Fermi, professor of theoretical physics, knows of the existence in the cellars of the Physics Institute in Rome, of a container containing 1 gram of radium. He gets the permission to extract the radon from it. Each time 50 mCi are taken out (at that time they called that "small quantities"!). Each week the radon source has to be renewed ⁶⁵, not an easy task. The glass tube in which the radon is caught breaks repeatedly, thus spreading the activity all over the place. The aim of the experiments is to systematically irradiate all the elements in Mendeleev's table with the neutrons from the Rn-Be.

On 24 March 1934 Fermi publishes ⁶⁶ his first results about artificial radioactivity caused by neutron irradiation. The glass tube with the beryllium powder and 50 mCi radon produces a flux of some 10^5 neutrons, a lot for the time.

The first results are obtained with fluor and aluminium:



On 15 January 1934, only two months prior, the Joliot-Curies had published their results with alpha-irradiations in the Comptes Rendus ⁶⁷, thus proving correct Rutherford's prediction that they also would get a Nobel prize. With an alpha-source of 100 mCi of polonium they got the following reaction:



After the Po source was removed, the active P^{30} remained ($T_{1/2} = 2.5$ min.)

These α - and n-reactions open up the whole world of artificial radioactivity, and a new chapter in nuclear physics. Marie Curie, then already very ill, writes to her daughter: "*Nous voici revenus aux beaux temps du vieux laboratoire.*"

IX. 1939: the research moves to the USA

Starting from 1933 the political developments in Nazi-Germany have a big influence on science. Many physicists leave Germany and even continental Europe to go to Great Britain or the USA. For the experimental physicists the fact whether or not Ra-Be sources are present in a laboratory

is an important argument in the choice of their destination. Many also wander about from one laboratory to another university.

Ra-Be in the search for secondary neutrons in fission studies of uranium - the role of Union Minière

* *January 1939*: Leo Szilard, emigrated to the USA, by way Great Britain, learns that Fermi has held a talk at the 5th Conference for Theoretical Physics in Washington, about the possibility of a chain reaction in uranium. Shortly afterwards they meet and Fermi confirms "... *there is the remote possibility that neutrons may be emitted in the fission of uranium and then of course perhaps a chain reaction can be made*". Upon that Fermi is asked to specify what he means by "remote possibility". The reply is "*Ten percent*". Upon that Rabi remarks: "*Ten percent is not a remote possibility if it means I may die of it. If I have pneumonia and the doctor tells me that there is a remote possibility that I might die, and it's ten percent, I get excited about it.*"⁶⁸

At that time however no experimental research has been done on the emission of secondary neutrons in the n-irradiation of uranium. For the first experiments about neutron production Fermi and Anderson use a fish-pond,⁶⁹ a tub of some 1m diameter and 1m high. It is filled with water and in the middle they hang a sphere of about 15cm diameter with a Rn-Be source. In the tub the emitted neutrons are moderated. Their number is counted by using the activation of a 42 second isomeric state in Rh¹⁰⁴. In the sphere later uranium oxide is added, in order to see whether *more neutrons* are produced, and if so, *how many*.

* *February - March 1939*: Szilard is looking for radium. In 1939 the radium production in the USA is almost completely controlled by the *Radium Chemical Company of New York*, a subsidiary of our Belgian *Union Minière du Haut Katanga*. The company agrees to rent out two grams of radium, at 250 \$ a month. In combination with a beryllium-disc from

⁶⁹ Fermi had already used fish-ponds in experiments earlier, back in Rome: Pierre de Latil, "*Enrico Fermi, The Man, His Theories*", 1964, p.76 (Professor Corbino's pond for goldfish was used on 22 October 1934 to place into it a Rn-Be source in order to measure the slow neutrons, by means of the activation of silver).

Clarendon lab in Oxford, where Szilard had worked before coming to the USA, he can now set up his own neutron experiments.

Fermi's neutron source is based on radon, not radium. Szilard remarks that in beryllium radon produces faster neutrons than radium does. An increase in neutrons in Fermi's tub could come not from fission, but from a different reaction in Be. Fermi agrees to repeat his fishpond experiment with Szilard's 2g Ra-Be source. The set-up now consists of paraffin in which there is a beryllium cylinder with the 2 grams of radium; on top of that a box with uranium oxide. In the uranium oxide there is an ionisation chamber, linked to an oscilloscope. Their first results give an estimate for the production of secondary neutrons: per initial neutron 2 are generated.

* *February 1939, Paris*: In Paris, in the last week of February 1939, Joliot, von Halban and Kowarski begin their experiments to detect secondary neutrons in fission experiments. They use a water-tank with a central neutron source and uranium dissolved in the water, not piled up around the source. They have a great advantage: direct access to the large stock of radium in the *Institut du Radium*. Their results come just one week prior to Fermi and Anderson's. They find there is "more than 1" secondary neutron.

* *17 March, 18 March and 22 April 1939*: Wigner, Bohr, Rosenfeld, Szilard, Fermi and Teller meet in Washington. They want to deposit the results of the fission research with the *Physical Review*, *without publishing* them, in view of the Nazi-threat. The decision is taken on 17 March 1939: the majority does not want to publish, though Fermi does. He concedes to the majority.

Alas, on *18 March* Joliot, von Halban and Kowarski publish their results in *Nature*. Upon that Fermi says: not to publish makes no sense. On *22 April* a second paper by Joliot, von Halban and Kowarski appears in *Nature*. There they claim that *3.5 neutrons are liberated per fission*. Within a few days the whole world is aware of the explosive powers of a chain reaction in uranium.

* *29 April 1939 - June 1940*: As a consequence of this publication a conference is held in Nazi-Germany in Berlin on 29 April 1939. A research program is started, all exports of uranium products are forbidden, and all the radium reserves of St. Joachimsthal are impounded. It is almost unbelievable that in June 1940 the German journal *Naturwissenschaften* publishes a paper by Flugge, about the possibilities of nuclear energy. This

development causes great concern in the West. In 1942 Werner Heisenberg gives a talk in Berlin (for a small group of military and physicists, among which Otto Hahn) about the explosive possibilities of U^{235} but during the war-years little or nothing of this transpires to the rest of the world.

In June 1940 (Belgium is then occupied by the Nazis since a month), the Americans order 60 tons uranium oxide from Union Minière. Union Minière manages to ship *1250 tons of extremely rich pitchblende* (65% uranium oxide) to the USA.⁶⁹

X. Radium and Fission

Rn-Be used to start the first reactor - Chicago CP1 - 1942

In 1939 Szilard suggest to use carbon as a moderator for the neutrons, and says to Fermi "... *next best guess to heavy water...*". Finding and purchasing a large quantity of *very pure* carbon is no small matter. In July 1939 Szilard buys 4 tons of high quality graphite from the National Carbon Company of New York. Thus the first experiment with carbon as a moderator can be set up. Fermi is very enthusiastic. They want to know how far the neutrons of the radon-beryllium source, placed in paraffin under the carbon mass will reach, after their collisions with the carbon. The farther they reach, the better carbon is as a moderator. The distribution of the neutrons is measured using the activation of Rh^{104} ($T_{1/2} = 42s.$). Fermi, a stop watch in hand, runs with the activated sample, to the Geiger counter in less than 20 seconds, to measure its activity. In the course of 1940 the necessary data are obtained to develop the theoretical model of a reactor. Unfortunately the data are precise only to 10% and more reliable measurements are needed for the construction of an experimental reactor. The first reactor, CP-1 (Chicago Pile Number 1), is built under Fermi's direction. It becomes critical on 2 December 1942.⁷⁰ The (Ra, Be) source plays an important role: it gives the starting neutrons.

Ra and Po in the neutron initiators of the first atomic bombs - Trinity 16 July 1945

As compared to the development of the atomic bomb, the development of its initiator can be seen as a *small* problem, albeit a very important one. The chain reaction needs a few (one or two) neutron to get started. No one wants to take the chance that the many billions invested in the production of plutonium and of the bomb, are be lost because of erratic neutrons. Since the time that Chadwick produced neutrons by the (α , n) reaction on beryllium, with radium, radon and polonium as α -emitters, everyone had his own neutron source. Making a neutron-source for research is no problem at all, but making one as an initiator for the bomb, that had never been done.

In Los Alamos in 1943, Robert Serber theoretically studies the possibilities of a Ra-Be source in the initiator of the bomb. In the *Los Alamos Primer*^{§§} there is an extremely crude sketch of the two types of bombs (the *gun* and the *implosion* type) and their initiators.

For example to fire the gun-type the Ra (together with part of the U) is shot into the U-mass, in which there is also the Be. That way the critical mass is surpassed, and by means of the Ra-Be neutrons the chain reaction ignites. Radium however has the drawback that it produces intense gamma-radiation (we talk here about large amounts of radium, in order to have a strong enough neutron source), so Serber preferred Po as primary neutron source: "*some other source such as polonium ... will probably prove more satisfactory*".⁷¹ The challenge consists not only of making a neutron source as strong as possible, but also one that produces its neutrons at a precisely given moment.

^{§§} The *Los Alamos Primer* is the nickname for the only document that the scientists received when entering the seclusion of the development centre (the "*Teac Area*" for which a *Secret Limited access pass* was needed). It contained a very succinct description of what they were expected to do there. One of the items on the list was "make an initiator for the bomb".

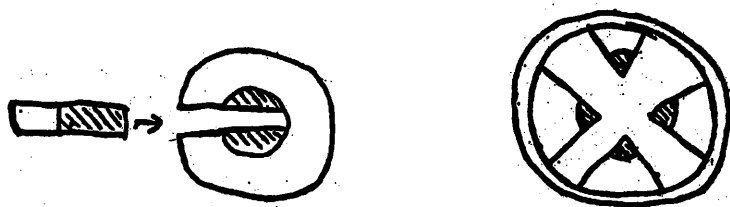


Fig.8: Schematic representation of the two types of atomic bombs, such as they were presented in the "Los Alamos Primer". Left: the "gun" type, right the "implosion" type.

This is of course not the finest application of radium and polonium, but one that is all important in writing a new chapter in history.

For the U^{235} -gun type, the procedure is fairly easy: the alpha-source is in the "projectile", the beryllium in the main U-mass; they are apart and come together when the projectile is fired into the U-mass. For the Pu-implosion type of bomb, it is more difficult. In the "Fat Man" both Po and Be have to be in the center of the Pu-mass, but without producing any neutrons up till a fraction of a nanosecond prior to the implosion, in which the Pu-mass is pressed together and thus the critical mass is surpassed.

The range in a metal foil of the alphas from Po^{210} is just a few hundreds of a millimeter. They can therefore be easily screened between two foils. The source is spherical, with the Be on the outside, the whole has about 1 cm diameter. *A quantity of Po, alpha-emission wise equivalent to 32 grams of Ra^{***}*, is used to produce 9 to 10 neutrons within the time-window of the implosion-time.

Keeping the Po and Be separate is no problem, but making them merge at the exact time during the implosion is quite another matter. Many versions were tested in the course of 1944-45.

On 10 July 1945, on the MacDonald Ranch near Trinity Site, the three elements of the puzzle are assembled on a table covered with brown paper, in a room that has been sealed off, the doors masked with sticky tape against dust. These three elements are the two nickel-covered half-spheres of plutonium and a small glistening ball, the (Po, Be) initiator.

*** Polonium emits about 5000 times more alphas than the same mass of radium.

In the first official report (the "Smyth Report")⁷² ^{†††}, there is no mention of the initiating mechanism. It still is *classified information*. Today research into the atomic bomb still continues in the Nevada desert in the USA. It is concerned with what goes on within the fraction of a nano-second (10^{-10} to 10^{-12} s.), just before the implosion takes place. Under strict surveillance you can tour through the test site by bus, but no one tells you much, and not much can be seen, since everything goes on underground.

XI. Conclusion

After World War II, radium rapidly loses its interest for research in physics, as well as for medical applications. In medicine it is replaced by ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{198}Au ,... In physics its main application, i.e. producing neutrons, is quickly taken over by reactors, where an initial (thermal) flux of some 10^7 neutrons/s would quickly reach 10^{12} or 10^{13} n/s. To day radium only has historical interest. The reserves of radium are so big, and its half-life is so long, that in any respect the world-wide demands can be met. These demands grow smaller and smaller over the years, and it is highly improbable that in the future any radium will ever be produced from ores, as it was done in the first half of this century. In the currently applied uranium purification processes radium is considered simply waste-material. It is collected and buried together with other long-lived waste. Landa²¹ concludes rightly: *"In less than a century radium has evolved from the status of buried treasure to that of buried waste."*

^{†††} This report known as the "Smyth report", was the very first information that came through after the publication stop for fission-related data of 1940. The 143 pages long text was literally devoured by all physicists around the world. In Denmark, in Bohr's laboratory, the text was cut out and pinned on the wall, in order that several people be able to read it at the same time. 50 years later each student handbook contains more information than this report. A second (extended) "Smyth report", "Atomic Energy for Military Purposes", (Princeton University Press, 1946), has 308 pages. Yet it does not mention anything about the initiating-mechanism.

Acknowledgement: The author is indebted to Dr. L.D.V. for assistance during the preparation of this paper, and for the English translation.

References

1. See for example: G. Amaldi: *"The Nature of Matter. Physical Theory from Thales to Fermi"*, The University of Chicago Press, 1966.
2. A. de Rassenfosse en G. Guében *"Des Alchimistes aux Briseurs d'Atomes"*, G.Thone, Liège, 1936, p.39.
3. See for example:A.Pais: *"Inward Boun"*d, Oxford University Press, 1994
4. F. Soddy *"Radio-Activity: an Elementary Treatise, from the Standpoint of the Disintegration Theory"*, "The Electrician" Printing & Publ. C°, Ltd., London, 1904, p.1 (referred to further on as "Soddy").
5. W. Crookes, *"Radiant Matter"*, etc., a series of 8 publications in Chemical News, Nature en Am. J. of Science, 1879.
6. A very complete survey of the history of cathodic rays can be found in: Per F. Dahl, *"Flash of the Cathode Rays - A History of J.J. Thomson's Electron"*, Institute of Physics Publ., Bristol, 1997.
7. In 1896 6 papers by Becquerel appeared one after the other in the Comptes Rendus CXXII: p.420, 501, 559, 609, 762 and 1086.
8. Roberto de Andrade Martins, *"A critical analysis of Becquerel's early experiments"*, Congrès S.F.P., Paris 1997, Communication Radioactivité N°15.04
9. Soddy, p.11
10. See a very complete analysis by A. Pais in *"Inward Bound"* (cfr. ref. 3) (Chapter 4: The discovery of the electron).
11. M^{me} Sklodowska Curie, *"Recherches sur les substances radioactives"*, Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences Physiques. Paris, Gauthier-Villars, 1903. p.14 e.v.
12. M. Curie, *"Traité de Radioactivité"*, Gauthier-Villars, Paris, 1910, t1. p.142 - Congrès international de Physique 1900, t.3, p.79.

13. E. Rutherford, *Phil.Mag.* 47 (1899) (january) 116. and also ref. 14, p.109
14. E. Rutherford, "*Radio-Activity*", Cambridge Physical Series, 2nd edition, 1905, p.18.(hereafter referred to as "Rutherford 1905")
15. M. Curie, "*Traité de Radioactivité*", Gauthier-Villars, Paris, 1910, t1. p.136 (hereafter referred to as "M.Curie, Traité")
16. P. en M. Curie, *C.R.*, 127, (1898), (18 juillet), 175.
17. P. Curie, Mme. P. Curie en G. Bémont, *C.R.* 127, (1898), (26 décembre), 1215.
18. M. Curie Traité, Chapter III.
19. M. Curie Traité, p.151.
20. Susan Quinn, "*Marie Curie*", Traduit de l'anglais par Laurent Muhleisen, Ed. Odile Jacob, 1996, p.183. In 1903 four members of the Académie (among whom Mascart and Poincaré) wrote a letter in which it can be read that Pierre Curie alone had studied several uranium and thorium minerals and had -alone- separated two new elements, polonium and radium.
21. E. R. Landa, "*The First Nuclear Industry*", *Sci. Am.* 247 (1982) 154.
22. Demarçay, *C.R.* 127, (1898), (décembre), 1218 - *C.R.* 129, (1899), (novembre), 716 - *C.R.* 131, (1900), (juillet), 258. The results of Demarçay are cited several times in the publications of P. and M. Curie; a summary can be found in Congrès international de Physique 1900, t.3, 79 "*Les nouvelles substances radioactives et les rayons qu'elles émettent*".
23. M. Curie Traité, p. 164. See also the papers by M. Curie in *C.R.* 129 (1899) (novembre), 760 and *C.R.* 131, (1900), (août), 382; P.en M. Curie, Congrès international de Physique, 1900, t.3, 79.
24. See the papers by M. Curie in the *Comptes Rendus* of the years 1899, 1900, 1902 and 1907.
25. Thorpe, *Proc.Roy.Soc.*, A81 (1908) in ref. 3, p. 173.
26. E. Rutherford, in 1905, refers to Runge and Precht in *Phil.Mag.* (1903); M. Curie in her Traité refers (1910) naar the review paper by Runge and Precht in *Phys.Zeit.* (1903), which describes the spectroscopic research by Runge and Precht, Exner and Haschek and Crookes.
27. Rutherford 1905, p.18.

28. P.Curie, "*Oeuvres de Pierre Curie publiés par les soins de la Société Française de Physique*", Gauthier-Villars, Paris 1908, p. 530 en p. 549 (with explanations by the instrumentmaker).
29. M. Curie, *Traité* , p.177.
30. Soddy, p.18.
31. A. Debierne, C.R. 129, octobre 1899 and C.R. 130, avril 1900.
32. Rutherford 1905, p. 328.
33. E. Rutherford and F. Soddy, *Phil. Mag.* 4 (1902) 370, 569.
34. P.Curie, "*Recherches récentes sur la radioactivité*", *J. de Chimie physique* 1 (1903) 409.
35. P. Curie and J. Danne, C.R. 138 (1904) (14 mars) 683.
36. P. Curie and J. Dewar, C.R. 138 (1904) (25 janvier) 190.
37. P. Curie and J. Danne, C.R. 138 (1904) (21 mars) 748.
38. Rutherford 1905, p.442.
39. McLennan, *Phys.Rev.* 4, (1903),
40. P. Curie and A. Laborde, C.R. 136 (1903) 673.
41. One of the many papers concerning the Kelvin-problem: Kelvin, *Phil.Mag.* 7, (1904), 220. The story is amply described by A. Pais in "*Inward Bound*" Oxford University Press, 1994, p. 110.
42. M. Curie *Traité*, p.153-155.
43. M. Curie *Traité*, nr.42.
44. M. Curie *Traité*, p 158.
45. M. Curie *Traité* p.168.
46. J. Vanderlinden, "*Marie Curie et le radium "belge"*", in "*Marie Curie et la Belgique*", ULB, 1990, p. 92
47. E. R. Landa, *Sci. Am.* 247 (1982) 154.
48. "*Radium. Production, Propriétés générales, Ses applications en thérapeutique, Appareils, Union Minière du Haut Katanga*", Dept. Radium, 8, Montagne du Parc, Bruxelles, 1931.
49. Maurice Curie, "*Le radium et les radio-éléments*", Libr. J.-B. Baillière et fils, Paris 1925.
50. M. Curie *Traité*, p,153 e.v.
51. E. Rutherford, J. Chadwick and C. Ellis, *Radiations from radioactive Substances*, Cambridge University Press, 1930 §130, p.567.
52. E. Marsden, *Phil.Mag.* 27 (1914) 824.
53. E. Rutherford, *Collected Papers*, v.II, Interscience, 1963, p.547.

54. N. Bohr, "*Essays on Atomic Physics and Human Knowledge, 1958-1963*". Interscience, 1963, p.50.
55. Rutherford 1930 p.253 (scattering) and p. 283 (disintegration)
56. N. Bohr, "*Essays on Atomic Physics and Human Knowledge, 1958-1963*". Interscience, 1963, p.589.
57. E. Rutherford, *Phil.Mag.* 37, 581 (1919)
58. E. Rutherford, "*The Bakerian Lecture: Nuclear Constitution of Atoms*", *Collected Papers v.III*, Interscience 1965, p.14.
59. M. Oliphant, "*Rutherford Recollections of the Cambridge Days*", Elsevier Publ. Co., 1972, p.40
60. A. Brown, "*The Neutron and the Bomb - A Biography of Sir James Chadwick*", Oxford University Press, 1997, p.87 - 88.
61. I. Curie and F. Joliot, "*La projection de noyaux atomiques par un rayonnement pénétrant - L'existence du neutron*", *Actualités Scientifiques et Industrielles*, Vol. XXXII, Exposés de Physique Théorique publiés sous la direction de M. Louis de Broglie, 1932. and also: I. Curie et F. Joliot, *C.R.* 194 (1932) 273, and *C.R.* 194 (1932) 847.
62. E. Segrè, "*From X-rays to Quarks, Modern Physicists and their Discoveries*", University of California , Berkeley - 1980, p.183-84.
63. J. Chadwick, "*The existence of a neutron.*" *Proc.Roy.Soc.*136A (1932) 692. See also ref. 69 p. 162 and A. Brown, "*The Neutron and the Bomb*", *A Biography of Sir James Chadwick*, Oxford University Press, 1997, Chapter 6.
64. J. Chadwick, "*Possible existence of a Neutron*", *Nature* 129 (1932) 312
65. Pierre de Latil, "*Enrico Fermi, The Man and his Theories*", *Profiles in Science*, Souvenir Press, 1965 and Laura Fermi in *Selected Writings - The Nobel Prize*, p.143 and also p. 61.
66. The first announcement was made on March 25 1934 in the *Ricerca Scientifica* (p.283); the second announcement was by a whole group, dated 10 May 1934. The group would publish another 5 papers together.
67. F. Joliot and I. Curie, "*Artificial Production of a New Kind of Radio-Element*", *Nature* 10 Februari 1934

- 68. R. Rhodes, "*The Making of the Atomic Bomb*", Penguin Books 1988, p.280. (hereafter referred to as "Atomic Bomb")
- 69. Atomic Bomb p.427
- 70. E. Fermi, "*The development of the first chain reacting pile*" , Proceedings of the American Phil. Soc. 90 (1946) 20 (Read November 17, 1945, in the Symposium on Atomic Energy and its Implications).
- 71. Atomic Bomb, p. 578.
- 72. H.D. Smyth, "*A General Account of the Development of Methods of Using Atomic Energy for Military Purposes under the Auspices of The United States Government. 1940 - 1945., Written at the request of Major General L.R. Groves, United States Army, Publication authorized August 1945.*"

LAUDATIO DUNCAN DOWSON

Patrick De Baets

It is a great honour to introduce Professor Duncan Dowson, on the occasion of the presentation of the Sarton Medal awarded by the Faculty of Applied Sciences.

After a 40 years-long, distinguished academic career, Prof. Dowson since 1993 is Emeritus Professor of the University of Leeds. Nevertheless, his scientific activities have not slowed down. As a research professor in Leeds he is still involved in tribology -the science of friction, wear and lubrication-, he encourages young researchers, helps them developing and loves them making scientific progress. Tribologists world-wide know professor Dowson as the editor of the outstanding journal 'Wear' and as a member of the editorial committee of several other international journals. They also make great chance to meet him as a presenting author on one or other tribology conference. It is a great honour to us that he is now attending the Symposium on Computational and Experimental Methods in Mechanical and Thermal Engineering organised at the occasion of the 100th anniversary of the Laboratory of Machines and Machine Construction of our Alma Mater.

Professor Dowson graduated in 1950 in Mechanical Engineering after having started studies in mining and minerals. The legend tells that it was a lecturer's enthusiastic explanation about fluid mechanics that made him change his final degree to mechanical engineering. Fascinated by fluid mechanics and intrigued that all machinery moves and works efficiently without grinding, without excessive friction, depending on the performance of a very thin, extraordinarily thin, lubrication film, he made a PhD thesis on the cavitation in lubricating films in 1952. After that he went to Whitworth Aircraft Company, but not for long. His old professor convinced him to take up a lectureship at Leeds, with the promise that it would only be for two or three years. A whole life dedicated to Leeds University, to tribology more specifically, has become the result.

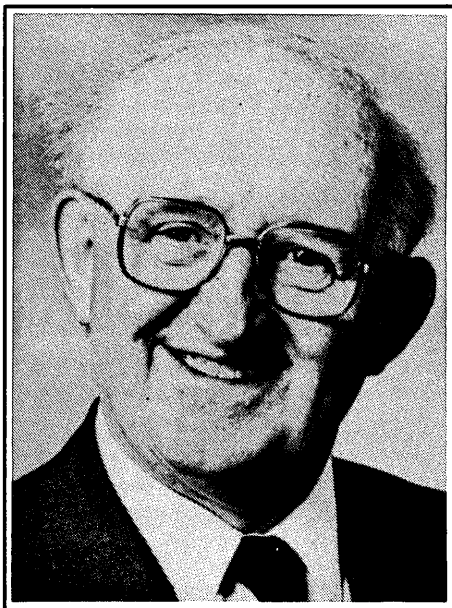
In 1966 Duncan Dowson became professor in fluid mechanics engineering and tribology. He was the first professor in the world to have a chair which included the word 'tribology'. Many of his colleagues judged this risky, the more that at that moment the word tribology was nearly non-existent. Indeed, it was freshly introduced by a Lubrication Engineering Working Group which had been formed by the British Minister of State for Education and Science in order to establish the position of lubrication education and research in the United Kingdom, and the industry's need thereof. This group, of which Duncan Dowson was a member, felt desirable to introduce one single word to embrace friction, lubrication and wear. The final choice 'tribology' was based on the Greek τριβος (rubbing) and was defined as 'the science and practice of interacting surfaces in relative motion and of the practices related hereto'.

In these pioneering years Professor Dowson studied the failure mechanisms of gears. He believed that the theory of Osborne Reynolds (1886) about the lubrication of bearings could also be applied to gears, which operate under much less favourable conditions. The first solutions which covered factors such as elastic deformation, rheology and gear teeth contacts, took 18 months to calculate by hand. Probably this experience lead to Professor Dowson's conviction that mathematical theories are of little use if they can't be practically applied. Anyway, the end result of this tremendous work was the theory of elastohydrodynamic lubrication, published in a 250 pages thick book, and honourable awards to its author.

The interests of Professor Dowson were not only confined to machinery. He also applied the theory of elastohydrodynamic lubrication to human and artificial joints. This subject was really fascinating him and he set up a bioengineering group at Leeds university. He is author of a book on 'Mechanics of joints and joint replacement' and today still is member of the editorial board of several biomedical journals.

Characteristic for Professor Dowson's research is its fundamental character combined with a high applicability. Professor Dowson strongly believes that universities can not be immune to the needs of industry. At Leeds he created an industrial unit of tribology to encourage cooperation with industry and to solve practical engineering problems.

As a real academic Professor Dowson is endowed with a 'universal' mind and very broad interests. Driven by scientific curiosity and interest in the influence of social, economic and historical factors upon the development of engineering and tribology, Professor Dowson wrote a 500 pages book on this subject, 'History of Tribology'. With respect to the goals of the Sarton committee Professor Dowson will resume in his lecture the developments in the science of friction, wear and lubrication. I am convinced that we will enjoy his talk 'Tribology from Leonardo (da Vinci) to the third millenium; - Millimetres to nanometres.'



TRIBOLOGY FROM LEONARDO TO THE THIRD MILLENNIUM;- MILLIMETRES TO NANOMETRES

Duncan Dowson

Synopsis

In this paper some of the threads of progress in the subject now known as tribology are followed from the time of Leonardo to the present day.

Major developments in the understanding of friction between the days of Leonardo and the dawn of the twentieth century are outlined, together with the shift from animal and vegetable lubricants to mineral oils in the late nineteenth century.

Particular attention is focused upon stirring developments in the science of lubrication and surface contact in the 1880's. Plain and rolling element bearing developments in the first half of the twentieth century are outlined.

Two examples of progress in tribology, namely elastohydrodynamics and friction and wear, are outlined as illustrations of recent developments.

Whereas film thicknesses in bearings at the start of the century were measured in multiples of microns, modern machinery enjoys the protection of lubricating films of nano-metre proportions. There has been a marked reduction in the wear of machine elements in recent years and current studies are exposing the transition from fluid-film to mixed and boundary lubrication and revealing the very nature of boundary lubrication.

1. Introduction

The word *tribology* was introduced into the English language in 1966 [1] to unify the individual disciplines of lubrication friction and wear. In this paper attention will be drawn to some of the significant advances made in the subject during the second half of the twentieth century, but as befits a lecture recognizing the life and work of George Sarton, the continuity of developments in tribology since the time of Leonardo da Vinci will also be outlined.

The starting date for the story is arbitrary, since our forefathers introduced impressive, pragmatic solutions to problems encountered in the development of tools, transport, machinery and construction several hundreds and even thousands of years ago.

Examples include the 4,500 year old door socket from Gudea and the nail studded tripartite wheels of a similar age from Mesopotamia. The Assyrians used sledges sliding over logs in the transport of large stone carvings some 2,700 years ago. It has been suggested that the logs were used as rollers and although the evidence for this is inconclusive, there is no doubt that water was used as a lubricant to reduce the friction and to facilitate the movement and positioning of heavy objects. Metal hoops were heated and slipped over wooden wheels to stabilize the felloe and to

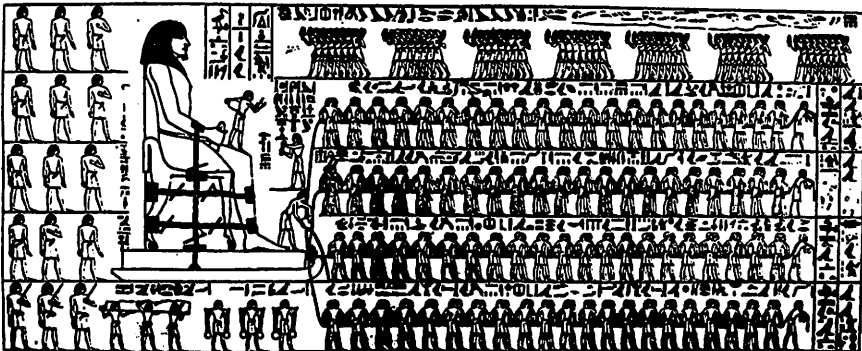


Figure 1 : Transporting an Egyptian Colossus-from the tomb of Tehuti-Hetep, El-Bersheh. (C 1880 B.C.)

reduce the wear of these important parts of carts and waggons. Horse shoes emerged in Roman times, as did the use of metal nails in shoes.

Perhaps the outstanding feature of tribological progress pre-Leonardo da Vinci was the development of early forms of cylindrical, taper roller and ball bearings. The evidence was found in Lake Nemi, in the Alban hills some 29km south east of Rome. All the rolling elements, now dated to 44 to 54 A.D., were trunnion mounted, but they represented a fascinating move towards the free rolling element bearing of modern times. There is also an indication that the Celts used wooden rollers in grooves in bronze collars on the Djebjerg cart, dating back to the first century B.C.

Medieval clocks called for the development of improved bearings and the extensive use of gears, while hard stone inserts protected the mouldboards of ploughs and the axles of carts.

This leads us to the remarkable insights into the essence of many features of tribology evident in the notebooks of Leonardo da Vinci.

2. Leonardo da Vinci and Tribology

Leonardo da Vinci is perhaps better known for his art than his science and engineering, but his writings and sketching in the *Codex Atlanticus*, the *Arundel MSS. 263* and the *Codex Madrid* discovered as recently as 1967, confirm his acute recognition and understanding of many basic features of tribology. He was born in the small village of Vinci to the west of Florence, Italy, on April 15th. 1452 and he died near Amboise, France, on May 2nd. 1519.

Studies of friction are reflected in fascinating sketches of blocks of various shapes sliding on horizontal and inclined surfaces in the *Codex Atlanticus* and the *Codex Arundel*. He clearly recognized that the force of friction between sliding bodies was directly proportional to load... "*friction produces double the amount of effort if the weight be doubled*" ... and that it was independent of the apparent contact area... "*friction made by the same weight will be of equal resistance at the beginning of its movement*

although the contact may be of different breadths and lengths”...; conclusions consistent with the laws of static friction associated with the name of Amontons [2] since 1699. He also observed that ...“ every frictional body has a resistance of friction equal to one-quarter of its weight ”. This not only introduced the concept of a coefficient of friction, it provided a fair quantitative estimate of the coefficient of friction for materials used in bearings in early Renaissance times.

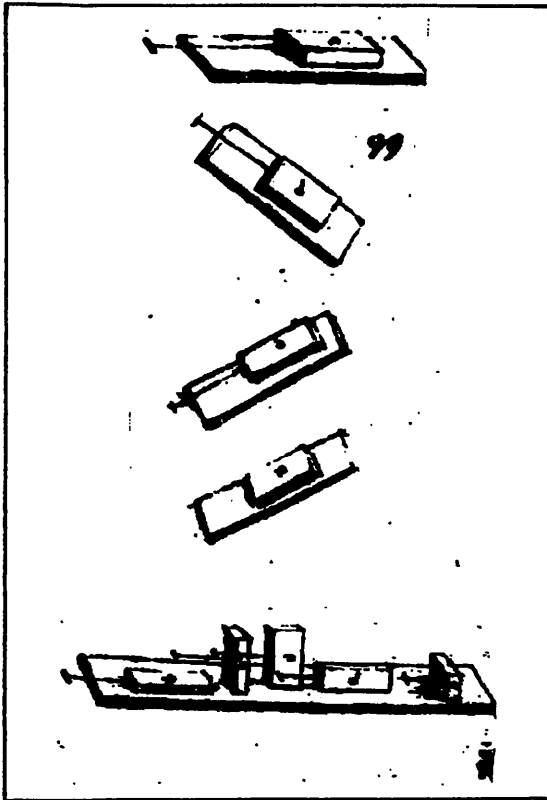


Figure 2 : Leonardo da Vinci's Studies of Friction.

Leonardo also observed the nature of wear in bearings. He sketched the form of wear grooves, recognized that wear in pulley bearings took

place in the direction of the resultant load vector and that the amount of wear was related to the load. He also recommended the use of a smooth *mirror metal* or *mother* consisting of three parts of copper and seven of tin as a low friction bearing material. The advantages of rolling over sliding configurations was recognized and he sketched a number of *roller-disc* bearings which are now known to have been in use in Europe at the time. But he also went further and proposed the use of rolling bearings with free rolling balls or rollers.

He also recognized the need to introduce a bearing cage or retainer to minimise friction between the rolling elements, since he wrote... *" I affirm, that if a weight of flat surface moves on a similar plane their movement will be facilitated by inter-posing between them balls or rollers; and I do not see any difference between balls and rollers save the fact that balls have universal motion while rollers can move in one direction alone. But if balls or rollers touch each other in their motion, they will make the contact between them, because their touching is by contrary motions and this friction causes contrariwise movements"*

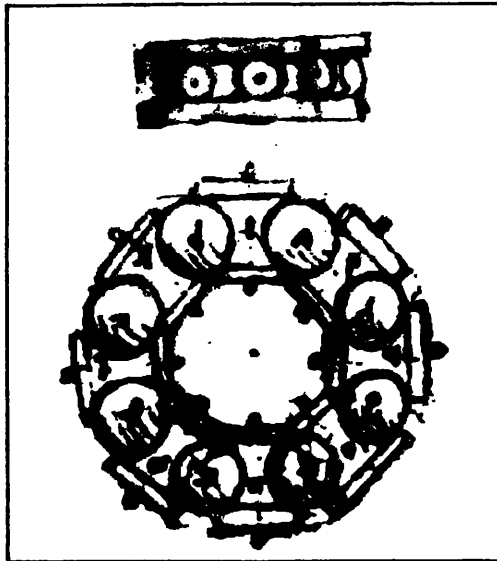


Figure 3 : Leonardo's Ball Bearing with Cage.

The sketches of simple forms of plain and rolling bearings in the notebooks of Leonardo da Vinci are truly remarkable. It is a sobering thought that these early concepts still form the foundations for modern bearings, some five hundred years after their recommendation in the writings of Leonardo.

While the above outline of Renaissance times concentrate on Leonardo's views of tribology, his greater wisdom about science and technology is exemplified by two significant quotations.

... “ *Practice should always be based upon a sound knowledge of theory*” ..

... “ *The supreme misfortune is when theory outstrips performance*” ..

3. Early Scientific Studies and Engineering Progress in Tribology (c1500-1850)

In the sixteenth century the development of wooden and metallic bearings, seals and gears benefited from an impressive growth of the mining industry. Water pumping requirements promoted advances in all these components. Books by Agricola (1556) and Ramelli (1588) richly illustrate the development of machinery during this period. It is particularly interesting to see illustrations of the roller-disc bearings sketched by Leonardo in use in sixteenth century pumps.

The general development of machinery for the printing, pottery and clock making industry also stimulated progress towards improved bearings in the sixteenth century.

The emergence of modern science was reflected in notable landmarks in tribology towards the end of the seventeenth century. It was during a discourse on carriages at the Royal Society in London on February 25th. that Robert Hooke [3] outlined his views on rolling friction. He recognized the twin contributions to rolling friction of material deformation and adhesion when he wrote... “ *The first and chieftest, is the yielding, or opening of the floor, by the weight of the wheel so rolling and*

pressing; and the second, is the sticking and adhering of the parts of it to the wheel "...

Newton's *Principia* was published in 1687 and although the hypothesis on viscous flow contained within it was associated with movements of celestial bodies, it also provided the foundation of studies of fluid film lubrication in later years.

Guillaume Amontons' [2] classical paper to the Académie Royale on December 19th. 1699 justified his studies of friction with telling references to the growing importance of machines and the effect of friction upon their performance. He wrote,.... "*among all those who have written on the subject of moving forces, there is probably not a single one who has given sufficient attention to the effect of friction in Machines*"... He was anxious to assist the engineer by making allowance for friction in the determination of forces in machinery. He suggested that the coefficient of dry friction was the same for all materials and equal to $1/3$. However, a careful study of his seventeenth century manuscript shows that all his experiments were carried out with the solids coated with pork fat to ensure repeatable results-he was in fact investigating boundary and not dry friction!

Amontons envisaged friction as the force required to lift interlocking asperities over each other in sliding motion. He established the laws of static friction by recording that the force of friction was;-

- 1 directly proportional to the applied load.
 - 2 independent of the apparent area of contact.
- although Leonardo had recognized the same points.

The role of asperities continued to dominate thinking on friction for many years, as evidenced by the writings of Bélidor [4] in France and Euler in Germany. The former modelled the roughnesses of surfaces by regular hemispherical asperities and his beautifully simple analysis showed that the coefficient of friction was equal to $(1/2\sqrt{2})$ or 0.35. It is interesting to note that Leonardo (0.25), Amontons (0.33) and Belidor (0.35) all proposed very similar values for the coefficient of friction for sliding materials.

Further studies of friction introduced the concept of '*cohesion*' (Desaguliers [5]) as a contributing factor to friction, but the mechanistic view prevailed for many years.

The roller disc bearings sketched by Leonardo and employed on fixed machinery in the sixteenth century were applied to waggons and carriages and called friction wheels by Jacob Rowe [6] in 1734. Free rolling cast iron balls were also introduced into bearings on fine carriages by Varlo as early as 1772 and the influence of road vehicle development on bearing technology was clearly evident at that time. Cast iron balls were also introduced into large thrust bearings for wind mills at about the same time.

The outstanding contribution to the subject of friction in the eighteenth century was undoubtedly the work of Charles Augustin Coulomb. There was growing concern for the effect of friction upon machine performance and, in particular, upon ship construction. Pulleys and capstans were inefficient and ships sometimes stuck on slipways at launching ceremonies. The Academy of Sciences offered a prize for original work on the subject and Coulomb responded to the challenge from his position in the arsenal at Rochfort. He tested a wide range of material combinations in a specially constructed friction apparatus and confirmed Amontons' laws. In addition his studies of friction during motion established the third law of friction:-

3 Kinetic friction is independent of sliding velocity.

Coulomb provided an explanation of this additional feature of friction by relating it to the deformation of interlocking asperities, thus confirming the established view of the role of asperities in determining friction.

Early in the nineteenth century doubts were beginning to arise about the purely mechanistic concept of friction linked to asperities and the force required to lift them over each other. It was the thermodynamicist, Leslie [7] who pointed out that friction did not disappear on smooth surfaces. He paid attention to the time dependent aspects of friction and introduced the

concept of a deformation process in the phenomenon of friction.

The tussle between supporters of the interlocking asperities and the deformation loss schools of thought continued until the present century, but in due course it was recognized that adhesion, material deformation and asperity interactions could all contribute to the friction process. Friction was by far the most extensively addressed aspect of tribology in the early centuries of scientific study. A more complete account of the history of studies of friction can be found in [8]

The growth of industrialisation in the nineteenth century, and particularly the exploitation of mineral oils and the rapid expansion of the railways, focused attention on lubricants and lubrication, with wear studies being predominantly a twentieth century field of study. The subjects of lubrication and wear have attracted much attention in the second half of the twentieth century.

4. Lubricants and Lubrication

Vegetable oils, animal fats and water were all used to reduce friction and wear in the ancient civilizations. Leonardo recognized the role of lubricants in determining friction since he wrote that friction was affected... *"when any greasiness of any thin substance is interposed between the bodies that rub together"*... Empirical development of lubricants was promoted by the increasing demands of machinery, with light mineral oils being used in lightly loaded bearings in precision instruments such as clocks, and animal fats in larger, more heavily taxed machinery such as water wheels and windmills.

Exploitation of mineral oils in Scotland and Canada and particularly in the USA and Russia in the mid- nineteenth century changed the scene remarkably. Vegetable and animal oils were largely displaced and replaced by the readily available mineral oils; a situation that persists today, even though synthetic fluids are now increasingly finding application for specialist requirements. A good historical marker for the start of the oil age is August 27th, 1859, when Colonel Drake struck oil at Titesville in North

Western Pennsylvania. The versatility of refined mineral oil with the lighter fractions being used for illumination and the heavier constituents for lubricants was quickly recognized, although it took some time to persuade all engineers that the oil from rocks was as efficacious as the well established vegetable and animal products.

5. The Golden Decade of the 1880's

Perhaps the most remarkable progress in the long history of tribology was reported in the 1880's.

Heinrich Hertz [9] derived the equations for dry contact stresses and deformations between elastic bodies while working with Helmholtz on electrical problems in Berlin. He attended a meeting of the Physical Society of Berlin at which Newton's rings were demonstrated and he began to wonder about the influence of the load on the shape of the lenses which were pressed together to demonstrate interference patterns. He solved the problem during the Christmas vacation in 1880 and read his now classical paper to the Physical Society in Berlin in January 1881. His work was to provide the essential basis for developments in the rolling element bearing industry and indeed of stress and deformation calculations for many non-conforming machine elements, such as those encountered in gears, cams and seals in subsequent years.

The regular failure of railway axle boxes prompted Beauchamp Tower [10] in England and Nikolai Pavlovitch Petrov [11] in Russia to undertake independent studies of friction and lubrication in these vital machine elements. Tower's work was promoted by the Institution of Mechanical Engineers, following an investigation of research priorities. He detected pressures within the bearing well in excess of the mean pressure required to support the load and concluded that... *" In a well lubricated bearing the brass actually floated on a film of oil such that the pressures within certain parts of the film considerably exceeded the mean pressure due to applied load "...*

Petrov was concerned to improve the performance of railway axle

boxes, but he also wondered if the Caucasian petroleum products could be utilized in this application. He held the Chair of Steam Engineering and Railway Vehicles in the Technological Institute in St. Petersburg. He was one of the first to draw attention to the economic aspects of tribology, since he noted that Russia spent millions of roubles on fuel for machinery, and imperfect lubrication could therefore cost the country gigantic sums of money if it involved a 5 or 10 per cent increase in fuel consumption. He conducted no less than 627 experiments on a specially designed railway axle friction measuring machine and concluded that the friction was determined by the viscosity of the oil. The hydrodynamic nature of axle bearing friction was thus established and reported independently by Tower and Petrov in 1883.

It is worth noting that Hirn [12] had previously reached similar conclusions from his carefully conducted friction experiments in 1854. He tested fats, mineral oils, water and air and found that the friction was directly proportional to the lubricant viscosity if the temperature of the bearing was held constant. His results were so contrary to the well known laws of friction established by famous French predecessors such as Amontons, Coulomb and Morin, that they received little support and recognition. Neither the Académie des Sciences in Paris nor the Royal Society in London deemed his work worthy of publication.

Professor Osborne Reynolds of the University of Manchester had clearly distinguished between laminar and turbulent flow shortly before hearing of Tower's observation that a film of lubricant separated the bush from the journal. He applied the principles of slow viscous flow to the problem and published his classical paper and the most famous equation (5.1) in tribology in 1886 [13].

$$(5.1) \quad \frac{d}{dx} \left[h^3 \frac{dp}{dx} \right] + \frac{d}{dy} \left[h^3 \frac{dp}{dy} \right] = 6\eta \left\{ (U_o + U_h) \frac{dh}{dx} + 2W_l \right\}$$

Reynolds appears to have presented, but not published, his equation governing fluid film lubrication at the British Association Meeting in Montreal in 1884. The full paper, extending to some 77 pages, was published in the Philosophical Transactions of the Royal Society.

Equation (5.1) forms the basis of fluid film bearing analysis and design to the present day. It was soon accepted that successful, load supporting hydrodynamic action called for the formation of a convergent oil film in the direction of lubricant entrainment; a feature which became known as the 'wedge' principle.

Interest in bearings and lubrication was not restricted to Europe in the latter years of the nineteenth century. Robert Henry Thurston, who became the first President of the American Society of Mechanical Engineers, published his famous book on 'Friction and Lost Work in Machinery and Millwork' in 1885. The book, which ran to seven editions and was reprinted as late as 1907, was dedicated to Hirn. It had a great impact upon late nineteenth century attitudes to the subject now known as tribology.

The fundamentals of both dry contact and fluid film lubrication and a recognition of the growing importance of the subject were thus presented in the space of a few years in the golden decade of the 1880's. By the end of the nineteenth century major Bearing Companies were being formed and the Oil Industry was established in the U.S.A., Russia and the East.

6. Bearing Developments in the First Half of the Twentieth Century

The most spectacular development early in the 20th. Century was the introduction of the tilting pad bearing. Kingsbury devised and built the first tilting pad bearing in the U.S.A. in 1898 after reading Osborne Reynolds' classical paper. However, Michell [14] in Australia independently conceived the idea, solved the governing Reynolds equation and patented the bearing in 1905. Kingsbury [15] was finally awarded a patent in 1910.

This delightfully simple concept, designed to take advantage of the recently exposed principle of fluid-film lubrication and to operate reliably and efficiently under all conditions is a fine example of engineering design at its best. The essential features of the bearing are shown in Figure 3.

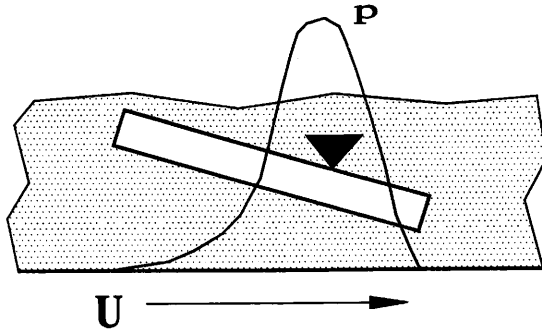


Figure 3 : Tilting Pad Bearing

The economic impact was impressive, with marine applications alone in 1918 saving the United Kingdom a sum equivalent to £10.9m in 1996 prices.

Journal bearings automatically present a convergent-divergent clearance space and hence satisfy the wedge principle noted earlier.

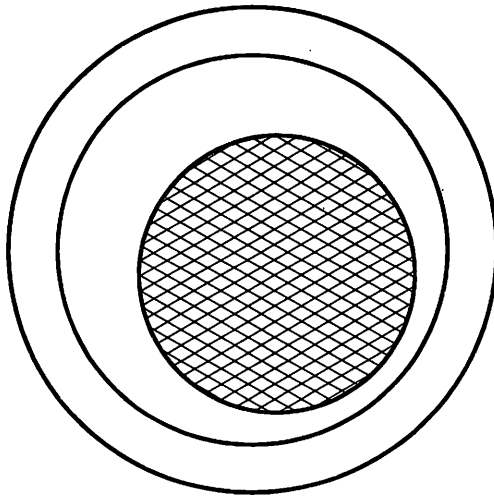


Figure 4 : Journal Bearing Geometry

As confidence in the predictions of theory developed, improved bearings were designed and major specialist plain bearing companies were formed during the first half of the twentieth century. By mid-century numerical solutions to the full Reynolds equation (5.1) were becoming available and this enabled factors such as cavitation in the divergent clearance space, the finite length of the bearing and dynamic loading such as that encountered in reciprocating engines in cars to be taken into consideration. Babbitt materials dominated the plain bearing field throughout most of this period, but increasing loads on engine bearings prompted the development of copper-lead alloys to enhance strength while preserving the excellent characteristics of babbitt.

In the field of lubrication the most notable event was the recognition of a second major form of lubrication by Sir William Bate Hardy (16). When fluid-film lubrication can no longer keep the opposing surfaces apart by hydrodynamic action owing to excessive loading or very low speeds, at least some of the load is supported by direct contact between opposing solid surfaces. The friction under these conditions is determined by the surface layers or films formed by physical adsorption or chemical reaction between constituents of the lubricant and the solids. These surface films, which may be of molecular proportions, provide excellent protection to the bearing solids. Hardy named this mechanism 'boundary lubrication'.

Stribeck (17) investigated journal bearing friction and portrayed the three major regimes of lubrication on a chart now known as the Stribeck diagram. The friction was found to be dependent upon a parameter (S), named after Sommerfeld, defined as,

$$(3) \quad \mu = f\{S\} = f\left\{\left(\frac{c}{R}\right)\left(\frac{\eta R \Omega l}{W}\right)\right\}$$

The very useful clarification of lubrication regimes which emerged from this study is portrayed in Figure 5.

Major ball and roller bearing Companies were established in Europe and the U.S.A. to underpin the development of rail and road vehicles. The technology was supported by impressive engineering science based upon the studies of Hertz (9), Stribeck (17) and Goodman (18). The

influence of manufacturing accuracy, surface finish and the quality of materials upon the life of rolling element bearings was investigated. Palmgren (19) found that the life (L) was related to load (W) by the simple relationship,

$$(4) \quad W^3 L = \text{constant}$$

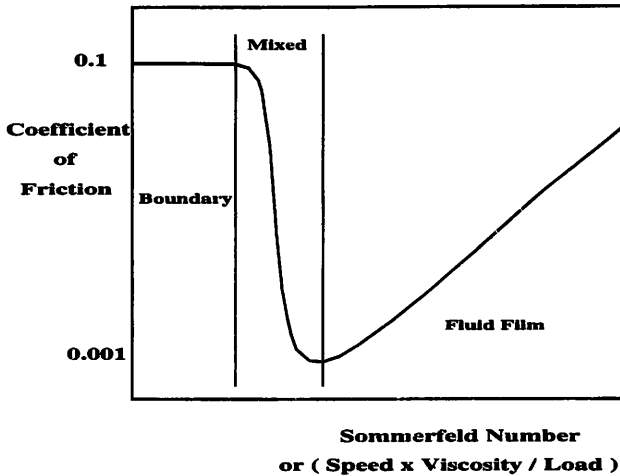


Figure 5 : Stribeck Chart

Interest in surface roughness and surface topography in general fostered the development of profileometry by Abbott and Firestone (20) in the University of Michigan in 1933.

A theoretical basis for adhesive friction also emerged in the first half of the twentieth century, with contributions from Prandtl, Deryagin, Holm and Bowden and Tabor (21). The latter developed an appealingly simple concept as follows. Imagine the contact between asperities shown in Figure 6, where the force of friction represents the effort required to break adhesive junctions of total area 'a' generated by the applied load (W).

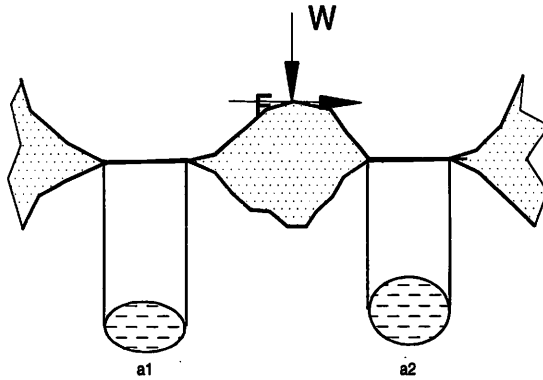


Figure 6 : Adhesive Friction

If (s) and (H) represent the mean shear stress and the Hardness of the softer material respectively,

$$(5) \quad \mu = \frac{F}{P} = \frac{as}{aH} = \frac{s}{H}$$

Deryagin (22) had previously proposed a binomial expression for friction which incorporated both the normal stress developed by the applied load (p) and that attributable to adhesion between molecules on the opposing surfaces (p_o).

$$(6) \quad \mu = \frac{F}{\alpha (p + p_o)}$$

By the mid-twentieth century the essential difference between fluid-film and boundary lubrication had been identified, plain bearing analysis, design and manufacture were well advanced, reasonably reliable and cheap ball and roller bearings had become available in vast quantities and the mathematical formulation of adhesive friction had been presented.

7. Tribology in the Second Half of the 20th. Century

I will select just two aspects of the science and technology of

tribology to illustrate progress in recent times; Elastohydrodynamic lubrication and Friction and Wear.

7.1 Elastohydrodynamic Lubrication

Whereas the continuum fluid mechanics approach of Osborne Reynolds (13) had satisfactorily explained the functioning of plain bearings and enabled adequate design procedures to be developed for most bearing forms encountered in modern machinery, it had failed to explain how highly stressed components such as gears, ball and roller bearings, cams and certain seals were lubricated. In essence, solutions to the Reynolds equation failed to predict adequate film thicknesses, compared to the surface roughnesses in such bearings, even though operating performance was indicative of fluid-film rather than boundary lubrication action.

The quandary was resolved, primarily as a result of work in the U.S.S.R. and the United Kingdom, when it was demonstrated that local elastic deformation of the solids and pressure-viscosity characteristics of the lubricant greatly enhanced the potential for fluid film lubrication. A representative film shape and pressure distribution for nominal line contacts is shown on Figure 7.

Simultaneous numerical solutions to the Reynolds and the elasticity equations developed and by the mid-1970's it was possible to calculate the minimum film thickness in point or line elastohydrodynamic conjunctions with acceptable accuracy. The main findings were that the calculated elastohydrodynamic film thicknesses [23], using equations like (7), were much bigger than those for hydrodynamic lubrication alone, being typically ten to a hundred times greater. It was found that films of about one micron could be sustained and this readily explained why such highly loaded lubricated contacts as gears enjoyed the benefits of fluid film lubrication.

$$(7) \quad H_{\min}^* = 3.63 U^{0.68} G^{0.49} W^{-0.073} (1 - e^{-0.68k})$$

where; $H^* = (h/R_x)$; $U = \eta_0 U / E' R_x$;
 $W = (w / E' R_x)$ and $k = (a/b)$.

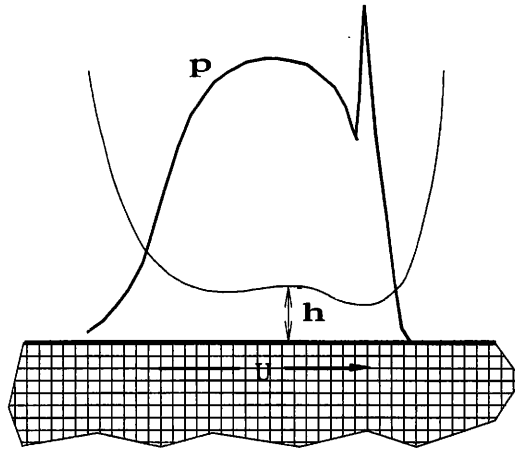


Figure 7 : Elastohydrodynamic Line Conjunction

Once the predictions of film thickness had been proved to be reliable, they were introduced into design procedures for gears and rolling element bearings. The ratio of the calculated elastohydrodynamic film thickness to the composite surface roughness, known as the 'lambda' ratio, proved to be indicative of resistance to surface fatigue in rolling elements. It was found that a ratio in excess of 2 or 3 could greatly extend the life and this was attributed to a minimisation of the ill effects of asperity contacts.

For lambda ratios of about unity, a good deal of asperity contact could be anticipated, but there were nevertheless situations in which effective elastohydrodynamic films offered protection, even under these severe conditions. In due course this was shown to result from local asperity deformations by the hydrodynamic effects surrounding asperities; a phenomenon known as micro-elasto-hydrodynamic or asperity lubrication. The action was first studied in relation to low elastic modulus materials such as seals and natural synovial joints, but it is now believed that it can be effective, under certain conditions, in protecting surfaces of higher elastic modulus, such as the metals encountered in gears, cams and rolling bearings.

An illustration of the effective smoothing of a sinusoidal surface roughness on a soft material representative of the articular cartilage found in synovial joints is shown in Figure 8.

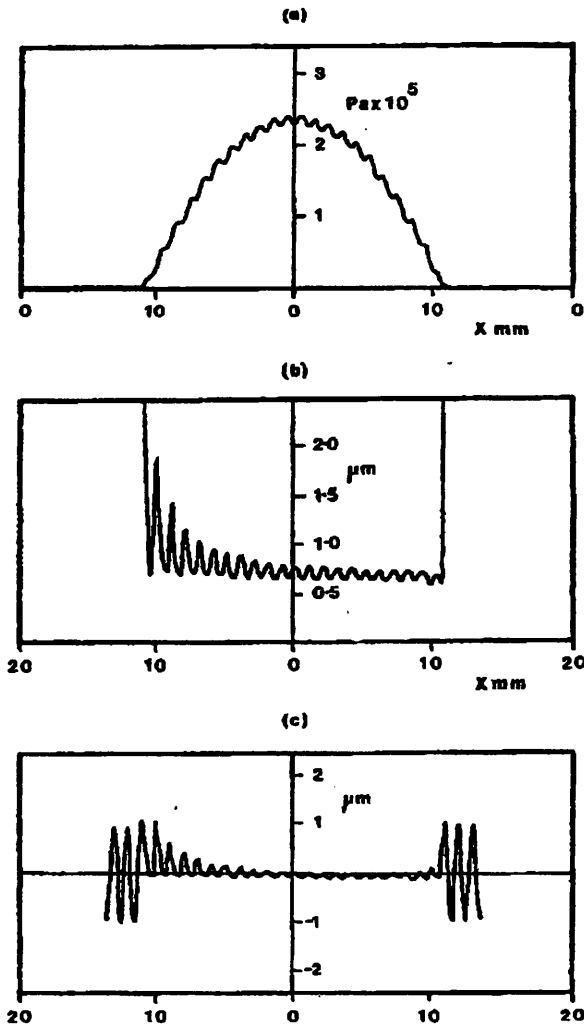


Figure 8 : Micro-Elasto-Hydrodynamic Lubrication

While the prediction of film thickness in elastohydrodynamic conjunctions appeared to be satisfactory, there was growing evidence throughout the 1980's and early 1990's that the prediction of friction or traction in such conjunctions was totally inaccurate. The reason for this was that the original analysis assumed the lubricant to be a Newtonian fluid, whereas real lubricants exhibit strongly non-Newtonian characteristics under the severe conditions encountered in gear and roller bearing conjunctions. This is hardly surprising when it is recalled that the lubricant enters the conjunction at atmospheric pressure and modest shear rate, is pressurized to one or two GPa and possibly shear rates of the order of 10^6 1/s, and then ejected back into the atmosphere after only 0.1 to 1 milli seconds!.

The shear thinning characteristic of lubricants, in which the effective viscosity decreases as the shear rate increases, can be represented in a number of ways. Johnson and Tevaarwerk [24] adopted an Eyring model of fluid flow (equation (8)), while Bair and Winer [25] proposed a logarithmic function and the concept of a limiting shear stress (equation (9))

$$(8) \quad \frac{d\gamma}{dt} = \frac{1}{G} \frac{d\tau}{dt} + \frac{\tau_o}{\eta_o} \sinh \left(\frac{\tau}{\tau_o} \right)$$

$$(9) \quad \frac{d\gamma}{dt} = \frac{1}{G} \frac{d\tau}{dt} + \frac{\tau_L}{\eta} \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{\tau}{\tau_L}} \right)$$

The latter model was later simplified through the use of an inverse hyperbolic tangent representation.

The limiting shear stress is itself a function of pressure and temperature. To a first approximation, the relationship can be written as;

$$(10) \quad \tau_L = \tau_o + \gamma p$$

The shear stress transmitted through the lubricant approaches the limiting value (τ_L) at high shear rates under isothermal conditions. Since

the heat generated within the film also increases as the shear rate increases, the combined effect of non-Newtonian and thermal action results in a maximum value of shear stress being attained, followed by a decrease as the shear rate increases further as shown in Figure 9.

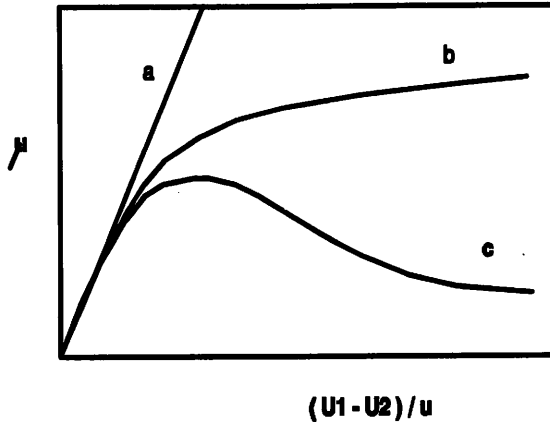


Figure 9 : Traction Curves
 (a) Newtonian (b) Non-Newtonian
 (c) Non-Newtonian / Thermal

Another intriguing feature of lubricant rheology in some elastohydrodynamic conjunctions is that the lubricant can 'solidify' as it passes the glass transition point within the high pressure zone. The assumption that the lubricant remains in the liquid state as it passes through the conjunction may thus no longer be tenable.

Some remarkable observations from interferometry experiments by Kaneta (26) and subsequent multi-grid, multi integration analysis by Ehret et al (27), suggests that the lubricant moves through the conjunction as a plug of solidified material, with thin shear bands between the core and the surfaces of the solids. The thin shear bands are likely to be of molecular proportions and much of the energy dissipation will take place in these regions. A representative velocity distribution across the elastohydrodynamic film under these conditions is shown in Figure 10.

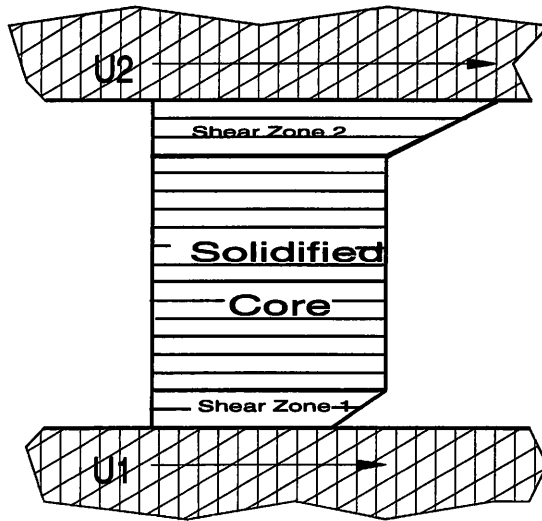


Figure 10 : Solidified Lubricant Core Flow

An interesting feature of the unfolding story of elastohydrodynamic lubrication is that it is now clear that the phenomenon persists at much smaller film thicknesses than originally envisaged. When the first theoretical solutions to the problem emerged about forty years ago, the experimental and operating film thicknesses were about $1\mu\text{m}$. Laboratory studies on optical interferometry equipment have since shown that the equations derived in the 1960's and 1970's are valid down to films of nano-metre proportions. This marks the very limits of continuum mechanics and represents the transition to boundary lubrication. Indeed, Spikes (28) and others have shown that additives in the lubricant sustain the film thickness at a few nano-metres, representing either layers of fluid of enhanced viscosity or boundary films of molecular proportions. I have referred elsewhere (29) to this phenomenon, depicted in Figure 10, as 'the thinning film'.

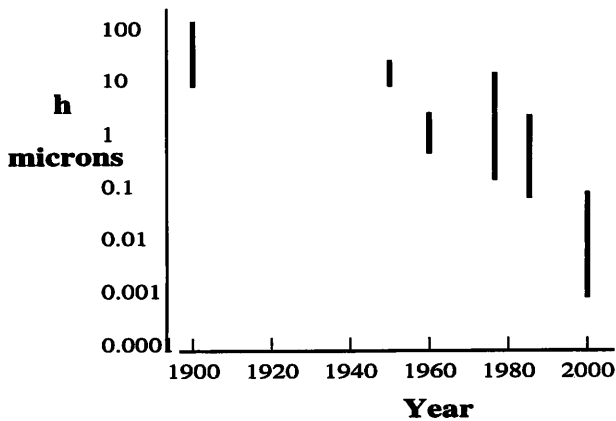


Figure 10 : The Thinning Film

7.2 Friction and Wear

Our understanding of the fundamentals in both fields has been enlarged by a greater recognition of the details of material deformation and fatigue. In the mid-twentieth century, theoretical models for the adhesive and abrasive models of friction and wear were in good accord with experience. In recent decades there has been a growing recognition of the importance of strain accumulation in the wear process, both for metals and polymers.

Recent contributions to knowledge of wear have included the concept of fatigue (Kragelski (30)); delamination (Suh (31)); chemical or oxidative wear (Quinn, Sullivan and Rowson (32)); the wave model (Challen and Oxley (33)) and low cycle fatigue; shakedown (Johnson (34)); ratchetting (Kapoor and Johnson (35)) and third body wear (Godet (36)).

New insight into the phenomena of friction and wear emerged with the presentation by Challen and Oxley (33) and Black et al (37) of their wave model of friction and wear depicted in Figure 11. In this model, friction is associated with the force required to push a wave of plastically deformed softer material ahead of hard asperities. For small asperity angles, friction

could occur without wear, while at larger angles, a cutting action and chip formation ensued.

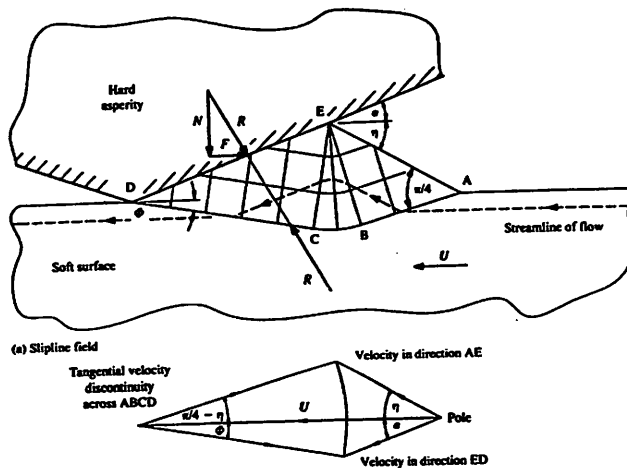


Figure 11 : Wave Model of Friction and Wear
(Challen and Oxley (33))

This model was linked to a low cycle fatigue criterion for wear, while Johnson and his colleagues (28) drew attention to the shakedown concept in which initial plastic deformation was followed by purely elastic behaviour. This group then developed a ratchetting model for the production of laminar wear debris.

The new range of laboratory instruments for the detection and measurement of friction at the atomic scale have changed our understanding of friction. Two particular instruments, the Surface Force Apparatus (SFA) and the Atomic Force Microscope (AFM) have enabled nano-scale measurements of friction to be made. Observations indicated that the irreversibility of bringing atoms together and then separating them played a bigger role in the friction and wear process than the action of adhesive bonding and the subsequent shearing and plucking out of material from the surfaces. Tomlinson (38) had proposed a link between friction and interacting atoms as early as 1929 and the concept has been

rejuvenated in recent years. It now appears that the work done by friction is linked to sound and eventually heat promoted by the vibrations of atomic lattices.

Little attention was given to the influence of wear particles on the wear process itself until Godet (36) addressed the issue in some detail. Since wear particles will slide or roll between rubbing solids, it is clear that they will act as an intermediate layer and transmit at least some of the applied load. This could well modify traditional views of wear mechanisms between interacting solids. The concept of 'third body wear' has now become well established.

All these advances in the basic understanding of wear have been paralleled by remarkable improvements in the performance of rubbing surfaces in machinery. Components in vehicle engines wear at a much lower rate than was evident even twenty years ago; tyres last much longer than before; total replacement hip joints now being inserted have projected survivorships which enable younger patients to benefit from the operation without the need for further 'revision' surgery.

New technologies in the aerospace, nuclear and information fields have benefited from the skill of the tribologist. For example, in video recorders, where a limited, controlled rubbing between the head and the tape is necessary for self cleaning, wear rates are about one atomic layer per one hundred metres of tape transit!.

Many of these advances have been achieved through a better understanding of lubrication and developments in lubricant technology, through greatly improved manufacturing procedures and through the developments of materials. Surface engineering has become a vital aspect of technology, with improved surface treatments and new surface coatings greatly enhancing the wear resistance of components. Diamond like coatings (DLC) have been attracting much attention in many fields of application in recent years.

8. Conclusions

The study of interacting surfaces in relative motion, or tribology, provides a most remarkable example of multi-disciplinary studies. Much is known about the bulk behaviour of solids and liquids, but there are still many unresolved problems involving the surfaces and interfaces.

Major problems now under review include the transition from full fluid film lubrication through the mixed regime to boundary lubrication and the very mechanism of boundary lubrication itself. The detailed contributions of the solids, in bulk and at the surfaces, to the phenomena of friction and wear is actively under review.

The scale of the phenomena under study has reduced from micron to molecular dimensions in recent decades. The science of tribology is now very much under the nano-metre spotlight.

9. References

1. Department of Education and Science, 'Lubrication (Tribology), Education and Research. A Report on the Present Position and Industry's Needs', HMSO, London, (1996).
2. G. Amontons, 'De la resistance caus'ee dans les machines', *Mémoires de l'Academie Royale*, A, Amsterdam 1706, pp 257-282, (1699).
3. R. Hooke, see 'The posthumous works of Robert Hooke', *Waller and Seer*, London, (1684).
4. B.F. Bélidor, 'Architecture hydraulique, ou l'art de conduire d'élever et de ménager les eaux', *C.A. Jombert*, Paris, (1737)
5. J.T. Desaguliers, 'Some Experiments Concerning the Cohesion of Lead', *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 33, 345. (1725).
6. J. Rowe, 'All Sorts of Wheel-Carriage Improved', printed for *Alexan-*

der Lyon under Tom's Coffee House in Russell Street, Covent Garden, London, (1734).

7. J. Leslie, 'An Experimental Inquiry into the Nature and Propagation of Heat', printed for *J. Newman*, No.22 Poultry, (1804).

8. D. Dowson, 'History of Tribology', *Longman* London, pp 677 (1979); 2nd. Edition pp 768 (1998).

9. H. Hertz, 'On the Contact of Elastic Solids', *J. Reine und angew. Math.*, 92, pp 156-171, (1881).

10. B. Tower, 'First Report on Friction Experiments (friction of lubricated bearings)', *Proc. Inst. Mech. Engrs.*, pp 632-659, (1883).

11. N.P. Petrov, 'Friction in Machines and the Effect of the Lubricant', *Inzh. Zh., St-Peterb.*, 1, pp71-140; 2, pp 227-279, 3, pp 377-436,4, 535-564, (1883).

12. G. Hirn, 'Sur les Principaux Phénomènes qui present ent les Frottements Médiats', *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 26, pp 188-277, (1854).

13. O. Reynolds, 'On the Theory of Lubrication and its Application to Mr. Beauchamp Tower's Experiments, Including an Experimental Determination of the Viscosity of Olive Oil', *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 177, 157-234(1886).

14. A.G.M. Michell, 'The Lubrication of Plain Surfaces', *Z. Math. Phys.*, 52, Pt.2., 123-137, (1905).

15. A. Kingsbury, 'Thrust Bearings', *U.S. Patent* No. 947242, (1910).

16. W.B. Hardy, 'Collected Scientific Papers of Sir W.B. Hardy', Ed. Sir Eric K. Rideal, Published under the auspices of the Colloid Committee of the Faraday Society, *Cambridge University Press*, (1936).

17. R. Stribeck, 'Die Wesentlichen Eigenschaften der Gleit und Rollen-

lager', *Z.Ver. dt. Ing.*, 46, No.38, 1341-1348; 1432-1438; No.39, 1463-1470, (1902).

18. J. Goodman, 'Roller and Ball Bearings', *Proc. Inst. Civ. Engrs.*, clxxxix, Pt.III, pp4-48, (1912).

19. A. Palmgren, 'Ball and Roller Bearing Engineering', *SKF*, Philadelphia, (1945).

20. E.J. Abbott and F.A. Firestone, 'Specifying Surface Quality', *Mech. Enging.*, 55, pp 569-572, (1933)

21. F.P. Bowden and D. Tabor, 'The Friction and Lubrication of Solids', *Oxford University Press*, Part I (1950); Part II (1964).

22. B.V. Deryagin, *Zh. Fiz. Khim.*, 5,,No. 9,(1934)

23. B.J.Hamrock and D. Dowson, 'Isothermal Elastohydrodynamic Lubrication of Point Contacts'; *Trans. Am. Soc. Mech. Engrs.*, J. Lubr. Technol., Pt.I, F 98, No. 2, 223-229; Pt.II, F 98, No.3, 375-383; (1977), Pt.III, F99, No.2., 264-276; Pt.IV, F99, No.1, 15-23, (1976).

24. K.L. Johnson and J.L Tevaarwerk, "Shear Behaviour of Elastohydrodynamic Oil Films", *Proc. Roy. Soc., London*, A, Vol. 356, 215-236. (1977)

25. S. Bair and W.O. Winer, 'A Rheological Model for Elastohydrodynamic Contacts Based On Primary Laboratory Data", *Trans ASME* Vol. 101, 258-264. (1979).

26. M. Kaneta, H. Nishikawa, K. Kameishi, T. Sakai and N. Ohno, 'Effects of Elastic Moduli of Contact Surfaces in Elastohydrodynamic Lubrication', *J. Trib., Trans. ASME*, F, 114, pp 75-80, (1992).

27. P. Ehret, D. Down and C.M. Taylor, 'On Lubricant Transport Conditions in Elastohydrodynamic Conjunctions', *Proc. Roy. Soc., A*, Volume 454, Number 1971, pp 763-787, (1998).

28. H.A. Spikes, 'The Behaviour of Lubricants in Contacts; Current Understanding and Future Possibilities', *Proc. Inst. Mech. Engrs., Part J*, Journal of Engineering Tribology, pp 3-15, (1994).
29. D. Dowson, 'Developments in Lubrication - The Thinning Film', *Journal of Physics D: Applied Physics*, 'Frontiers of Tribology', Volume 25, Number 1A, pp A334-A339, (1992).
30. I.V. Kragelskii, 'Friction and Wear', Translated from the Russian by Ronson, L. and Lancaster, J.K., *Butterworths*, London, pp 346, (1965).
31. N.P. Suh, 'The Delamination Theory of Wear', *WEAR*, 25, 111-124, (1973).
32. Quinn, T.F.J., Sullivan, J.L. and Rowson, D.M., 'Developments in the Oxidational Theory of Mild Wear', *Tribology International*, 13, (4), 153-158. (1980).
33. J.M Challen and P.L.B. Oxley, 'An Explanation of the Different Regimes of Friction and Wear Using Asperity Deformation Models', *WEAR*, 53, 229-243. (1979).
34. K.L. Johnson, 'Contact Mechanics' *Cambridge University Press*, Cambridge, pp 1-452, (1985).
35. Kapoor, A. and Johnson, K.L., 'Plastic Ratchetting as a Mechanism of Metallic Wear', *Proc. Roy. Soc., A* 445, 367-381, (1994).
36. M. Godet, 'The Third Body Approach. A Mechanical View of Wear', *WEAR*, 100, 437-452, (1984).
37. A.J.Black, E.M. Kopalinsky, and P.L.B Oxley, 'Asperity Deformation Models for Explaining the Mechanisms Involved in Metallic Sliding Friction and Wear-a Review', *Proc. Inst. Mech. Engineering Science*, Vol. 207, 335-353, (1993).
38. G.A.Tomlinson, 'A Molecular Theory of Friction', *Phil. Mag.*, 7, 905-939, (1929).

AN INTRODUCTION TO THE NEUROSCIENTIFIC WORKS OF SIGMUND FREUD¹

Mark Solms

Abstract

This paper presents a brief overview of Freud's extensive neuroscientific research, which spanned the years 1877-1900, and included such wide-ranging topics as neurohistology, neuroanatomy, psychopharmacology, clinical neurology and neuropsychology.

1. Introduction

I am at the moment busy editing Freud's complete neuroscientific works for publication in English translation, in four volumes. This is a very large body of work. Over a period of 23 years, between 1877 and 1900, Freud published more than 200 neuroscientific titles, including 40 original articles and six substantial monographs. However, a collected edition of these works — many of which are now very difficult to obtain, even in the original German — has never before been compiled. Only ten of these works have ever appeared in English translation, and still less in the other major languages. Most of them are not even listed in the *Standard Edition* bibliography of Freud's writings.

When one considers the enormous impact of Freud's work on 20th century science and culture, and the enduring fascination with his life and ideas, it is truly remarkable to discover that so large a portion of his scientific writings still remain untranslated and inaccessible.

If it were true that Freud's pre-analytical writings were obscure and insignificant in their own right, then this might have been less remarkable. But Freud's neuroscientific works are anything but obscure and insignificant. They are of considerable interest, from both the neuroscientific and

the psychoanalytical points of view. In almost every aspect of his work in the basic neurosciences, Freud made original contributions of note. This fact has long been acknowledged by neurological historians and Freud scholars alike. Also, those authors who have looked at these works from the vantage point of their relevance for psychoanalysis have shown that they might greatly enhance our understanding of Freud's intellectual and scientific development. Psychoanalysis as a whole is of course inextricably interwoven with the life and work of Sigmund Freud, and so we might reasonably expect that a greater familiarity with the genesis and early development of his ideas would improve and enrich our understanding of them. Indeed, it could even influence the scientific situation of contemporary psychoanalysis, and facilitate its future advancement and growth by undoing accumulated distortions, omissions and misconceptions. I personally believe that a proper understanding of the origins of some of Freud's most basic concepts in the neurological sciences may also facilitate the difficult task of those of us who are today attempting to reintegrate psychoanalysis with neuroscience. In any event, at the very least, greater familiarity with these works, as Freud himself wrote to Smith Ely Jelliffe in 1937, should "have some influence on those who still like to believe that I pulled psychoanalysis out of my hat" (Burnham & McGuire, 1983, p. 272).

In this paper, I would like to introduce you to Freud's neuroscientific writings, to give you a basic orientation to their scope, to their scientific merit, to their historical importance, and especially, to their implications for psychoanalysis. However I must say at the outset that because this is such a large body of work, I can inevitably only draw attention to a few selected themes. I thought that I might best use this paper to provide a *broad overview* of Freud's neuroscientific works as a whole — that is, to convey something of the *context* within which the better-known works, such as "the cocaine papers", "the aphasia monograph", the "Project" and the early writings on hysteria were situated.

In order to do so, I am going to classify Freud's neuroscientific works into thematic groups, and then say a few words about each of the major themes. As you will see, there was a definite chronological progression in these themes, as Freud shifted his attention to ever more complex subjects — starting with simple histological questions, and ending with the most complex problems of neuropsychology.

It would be helpful at this point if you could locate a bibliography

of Freud's pre-analytical writings, because what I am proposing to do is to take you on a sort of 'guided tour' through that bibliography.

2. Histological and anatomical research

The first phase of Freud's neuroscientific activity — stretching from 1877 to 1888 — was devoted to histological and anatomical research. The first of these works (which is not the first work listed in the bibliography, but rather the third one — listed as 1877*b*) was, in fact, not a piece of *neuroscientific* research. It was a study on the sexual anatomy of the eel. Its title in English translation is "Observations on the finer structure of the lobular organs of the eel, described as testicles". The testicles of the eel had been a puzzling anatomical problem for centuries, for no-one could *find* them — and this made it difficult to imagine how the species reproduced. In his study Freud dissected, in 400 specimens, an organ which seemed to be a likely candidate — but in his conclusion to the study, Freud declared that, to his great disappointment, he still could not definitely decide whether the organ he dissected was the elusive testicle or not. In fact, as we now know with hindsight, Freud had in this article actually become the first anatomist to describe the intersexuality of the primitive form of this animal, without, however, recognizing the significance of his findings. In being assigned this subject for his first piece of scientific work, Freud was made aware, from the very start of his career, of the central position that sexuality occupies in biological life. Also, is it not remarkable that the future discoverer of the castration complex began his research career by searching, without success, for the missing testicles of the eel?

The next four papers that I would like to single out represented the actual beginning of Freud's *neuroscientific* career. I am referring to the works listed in the bibliography as 1877*a* (which was completed after the study on the eel, but published before it), 1878*a*, 1882*a* and 1884*f* (which was in fact written in 1882). These four works were all concerned with the *histology of the nerve-cell* — the basic unit of all nervous tissue. The following quotation from Jones (1953) describes the broader context within which these researches were set: "Together with the problem of the intimate structure of nervous elements (...) [there was the] question of whether the nervous system of the higher animals is composed of elements different

from those of the lower animals, or whether both are built of the same units. This topic was highly controversial at that time. The philosophical and religious implications seemed to be very disturbing. Are the differences in the mind of lower and higher animals only a matter of degree in complication? Does the human mind differ from that of some mollusc — not basically, but correlative to the number of nerve cells in both and the complication of their respective fibers? Scientists were searching for the answers to such questions in the hope of gaining definite decisions — in one way or another — on the nature of man, the existence of God, and the aim of life" (*ibid.*, p. 51).

To this vast and exciting field of research, these early studies of Freud's belong. And the contributions that Freud made really were fundamental. In the first two of these papers (1877a, 1878a), by studying the genetic migration and transformation of nerve cells in the spinal cord of a lowly fish called *Petromyzon*, Freud was able to show that a continuous series of subtle changes linked the nervous system of the invertebrate with that of the vertebrate. Previously, it was believed that a sharp anatomical division separated these two classes of animal. In other words, Freud discovered something of a "missing link" in these researches, and thus contributed to the great pool of data which finally established in the scientific community the conviction of the evolutionary continuity of all organisms. Freud also showed that traces of the phylogenetic migration and transformation of the nerve cells of this fish — over eons of time — could still be found in the spinal anatomy of the contemporary animal; for along the path originally traversed by the cells through evolution, Freud showed that some of the primitive forms of the cells had remained behind — fixated, as it were — in their phylogenetic development.

We may therefore legitimately trace back to these articles Freud's abiding commitment to *evolutionary theory*, and his belief in the persistence of primitive structures in the fully developed organism. This connection is underscored by the fact that Freud *himself* later referred to his research on the *Petromyzon* in order to illustrate the concept of fixation in his *Introductory Lectures on Psychoanalysis*, when he wrote: "it is possible in the case of every particular sexual trend that some portions of it have stayed behind at earlier stages of its development, even though other portions may have reached their final goal" (Freud, 1916-17, p. 340).

The second, and perhaps more important contribution arising from

the series of early histological papers that we are considering, was Freud's discovery of the essential *morphological and physiological unity of the nerve cell and its axon*. This paved the way for the neurone theory. At the time that Freud conducted these researches — and I must remind you that he was still a student at the time — the structural and functional relationship of nerve cells and nerve fibers was still highly controversial. Freud's observations led him to a novel viewpoint. In the final summary to his 1884f paper he wrote: "If we assume that the fibrils of the nerve fibre have the significance of isolated paths of conduction, then we would have to say that the pathways which in the nerve fibre are separate are confluent in the nerve cell: then *the nerve cell becomes the "beginning" of all those nerve fibers anatomically connected with it*. But I should transgress the limitations I have imposed on this paper were I to assemble the facts supporting the reliability of this assumption. I do not know if the existing material suffices to decide this important problem. If this assumption could be established it would take us a good step further in the physiology of the nerve elements: we could imagine that the a stimulus of a certain strength might break down the isolated fibrils so that *the nerve as a unit conducts the excitation*, and so on" (Jones, 1953, transl., p. 54, emphasis added).

These are the basic facts of the neurone theory — but the way in which Freud presented his findings here was far too cautious and reserved for him to actually be credited with the discovery of the neurone — and a full seven years would pass before Waldeyer and Cajal formally proclaimed its existence. So here, once again, Freud made observations of the greatest theoretical importance without actually allowing himself to realize it. Brazier (1959), in her standard work on the history of neurophysiology, also credited Freud with having adumbrated Sherrington's synapse concept — which completed our modern picture of the neurone. In a more recent monograph, published in 1991 by Gordon Shepherd (*The Foundations of the Neuron Doctrine*), an entire chapter is devoted to a discussion of Freud's contribution to the theory.

Today, of course, the neurone doctrine is no longer even described as a "doctrine"; it is the unquestioned cornerstone, and basic building block, of all neuroanatomical and neurophysiological theory. It therefore seems ironical that years later, when Freud turned his scientific attention to the problems of psychology, he was roundly accused of tending to leap too quickly from observation to theory. The fact that the young Freud did not

make this crucial discovery, it seems to me, either contradicts the accusation that he was inclined to jump too quickly from observation to theory, or otherwise it might explain why he was later inclined to do so!

Two decades after Freud began these histological researches, when he built an elaborate model of the mind around the concept of the neurone, in his 1895 "Project for a Scientific Psychology", there was no hint of the fact — which must by then have been clear to him — that he could actually have played a seminal role in the development of that concept.

In the four histological studies that we are considering, incidentally, Freud also provided an early account of microtubule research — before microtubules were discovered — and he unwittingly became the first to report the phenomenon of nuclear rotation of neurones in culture (Triarho & del Cerro, 1985).

Next, I would like to draw your attention to a small set of *methodological* papers that Freud published during this phase in his work. In the first of these papers (which is listed in the bibliography as 1879c, and entitled — in English translation — "Note on a method for the anatomical preparation of the nervous system") Freud reported a new method of separating nervous tissue from the surrounding muscle and bone. In the following three articles (which are listed together in the bibliography as 1884b, 1884c and 1884d, and all of which carry roughly the same title, namely, "A new method for the study of nerve tracts in the central nervous system"), Freud described another new method — one for which he had high hopes. It was a staining technique that enabled him to better visualize nerve cells under the microscope. But, to Freud's great disappointment, the technique was never widely accepted. It seems that it was a difficult and fragile method — even temperamental. In Freud's hands it yielded a great wealth of observations and discoveries, but few of his colleagues had the sensitivity and patience to achieve comparable results. It could be said that a similar fate awaited the psychoanalytic method.

Freud had in fact also described a new method in one of the histological papers that I mentioned earlier (namely, the 1882a paper, which concerned the structure of the nerve fibers and cells of the river crayfish). In studying the nerve cells of the river crayfish, Freud became dissatisfied with the standard technique of observing dead cells under the microscope. He employed instead a new technique which enabled him to actually ob-

serve the internal workings of the living cell. By doing this, a host of structures and processes which had previously been invisible suddenly appeared before him. It is to this point perhaps that we may trace Freud's later awareness of the effects that the act of observation can have upon the object being observed. Herein, too, might lie the seeds of his later rejection of artificial laboratory methods, in favor of natural observation of the living subject in a controlled setting.

In any event, with all of these new methods, which greatly facilitated the anatomical discoveries that I shall now describe, Freud grasped the fact, so important for his later psychological work, that progress in science almost always flows from new methods of observation.

With these new methods, then, in his next three anatomical papers Freud painstakingly mapped out unknown territories in two small, densely packed, and extremely intricate parts of the brainstem, known as the medulla oblongata and the pons. These papers are listed on the following two pages of the bibliography, as 1885*d* ("Contribution to knowledge of the inter-olivary layer"); 1886*b* ("On the relationship of the restiform body to the posterior column nucleus, with observations on two fields of the oblongata"); and 1886*c* ("On the origin of the nervus acusticus"). With these three studies Freud progressed from the spinal cord upwards to the brain itself, and also from the individual nerve cell to groups or constellations of cells; and simultaneously he shifted from the animal to the human nervous system. In these studies Freud demonstrated the links between the posterior spinal columns and the cerebellum and he traced the termination and connections of the acoustic nerve in the medulla. These were outstanding contributions to basic neuroanatomy. He also formulated the theory that the sensory cranial nerve nuclei are homologous with the posterior nerve roots of the cord. He thus brought simple order to a once chaotic and opaque region of the brain. It is hard to imagine nowadays, when medical students simply learn the anatomy of the cranial nerves by rote from textbooks, that barely 100 years ago pioneers like Freud were laboriously developing new microscopic staining techniques, in order to be able to visualize, identify and classify these nerves within the impenetrable maze of cells and fibers that make up this highly complex part of the body.

In his work on the human brainstem, Freud's methodology was especially interesting, when considered from the vantage point of his later work. Instead of attempting to directly map out the masses of fibre-paths

within this densely compacted and immensely complicated part of the adult brain, Freud studied the much simpler patterns which can be easily visualized in the foetal and infantile brain — and then he methodically traced the later developments across increasingly more mature specimens. So here too, the genetic (or developmental) point of view is apparent, and the evolutionary approach was once again conspicuous in Freud's conceptualization of his results.²

Freud's last article on pure anatomy was published in 1888, and was entitled simply "Brain". It is listed as item 1888b2. It was a summary of the state of the art of nineteenth century brain anatomy and physiology. This article is important because, apart from the 1895 "Project", it is the only place where Freud ever published his views on the structure and function of the human brain as a whole. A comparison of these two works — the 1888 article on the brain and the 1895 "Project" — reveals many interesting facts, which I have discussed in a book that I published on this article in 1990, and therefore won't repeat here (Solms & Saling, 1990).

I should also mention that this article cannot be attributed to Freud with certainty, because it was unsigned. However internal evidence demonstrates beyond any reasonable doubt that at least the anatomical half of the article was written by Freud. I will only say about this article that, despite the fact that it was a mere encyclopedia entry, Freud used the opportunity to develop an entirely new theory of human brain anatomy, to replace the established anatomical theory of his esteemed teacher Theodor Meynert. Almost none of Meynert's anatomical teachings have survived — and they are today mockingly referred to as "brain mythology" — whereas Freud's alternative theory, by contrast, is broadly compatible with modern neuro-anatomical views. Freud then went on to develop this anatomical model further, in his famous 1891 monograph "On Aphasia" — which I shall discuss in a little more detail in a moment. Freud actually wrote a book manuscript on his anatomical model in 1886, which was never published, and which therefore doesn't appear in the bibliography; but a copy of it survives to this day in the Library of Congress in Washington.

3. The Cocaine Episode

At the same time as Freud was completing his anatomical studies,

he also published a series of six articles on the alkaloid cocaine. These pioneering and controversial studies have been discussed widely, and will therefore be better known to you than Freud's anatomical research. So I will not dwell on them here; I will just mention the bare facts.

The first paper (entitled simply "On Coca", and listed as item 1884e) was the major work in this series. It is — as Jones (1953, p. 90) said — a literary masterpiece, "couched in Freud's best style, with all his characteristic liveliness, simplicity and distinction, features for which he had little scope in describing the nerves of the crayfish or the fibers of the medulla". The paper sets out to summarize everything that was then known about this obscure drug from South America, but the most interesting section is a narration of a number of observations in which Freud studied the effects on himself of taking cocaine. He writes of "an exhilaration and lasting euphoria (...) an increase of self-control (...) and vitality and capacity for work (...) without any of the unpleasant after-effects brought about by alcohol" and he writes that "absolutely no craving for the further use of cocaine appears even after repeated taking of the drug" (Jones, 1953 transl., p. 91). He went on to describe cocaine's possible therapeutic usefulness in the treatment of, amongst other things, neurasthenia, melancholia and morphine addiction; and he formulated an exacting theory of its neurochemical action. These suggestions and formulations establish Freud — as Robert Byck (1974) has acknowledged — as one of the founders of psychopharmacology.

In the last, fateful paragraph of this monograph Freud added the following words: "The capacity of cocaine to anaesthetize cutaneous and mucous membranes suggests a possible future use — and some additional applications of cocaine based on this anaesthetic property are likely to be developed in the near future" (*ibid.*, emphasis added).

And indeed they were. But it was Carl Koller, not Freud, who developed them — to great acclaim. Thus Freud once again narrowly missed fame at an early age, as he later wrote in his *Interpretation of Dreams*, "I had not been thorough enough to pursue the matter further (Freud, 1900a, p. 170). All of the drug's other therapeutic promise came to nothing — and Freud finally had to reproach himself for having hastened the death of a dear friend by inculcating in him a severe cocaine addiction, and he was accused by some of his colleagues of having introduced to the world "the third scourge of humanity", the other two being alcohol and morphine. The

complex and ambivalent feelings aroused in Freud by the whole episode are chronicled in his celebrated dreams of "the botanical monograph" and "Irma's injection". Nevertheless, there can be no doubt that in the sentences from the final paragraph of the work, which I quoted just now, Freud at least predicted the local anaesthetic properties of cocaine.

Most of Freud's other cocaine papers were but summaries or elaborations of the first work. These are listed in the bibliography as 1884*h*, 1885*a*, 1885*b*, 1885*e*, 1885*f* and 1887*d*. Only two of them deserve special mention here. The 1885*a* paper (entitled "Contribution to Knowledge of the Effects of Cocaine") represents the first and only experimental study that Freud ever published. I agree with those who say that it was a bad and poorly-controlled experiment. Freud's talents clearly did not lie in this direction; which is interesting in view of his later remarks about the uselessness of the experimental method in psychology.

The last paper in the cocaine series (which is listed as item 1887*d*, under the title "Craving for and Fear of Cocaine") was Freud's belated rejoinder to all of the criticisms that were levelled against him by his colleagues, when the tide of medical opinion turned against cocaine. It must be said that this is a disappointing work, full of excuses and rationalizations. In it Freud constructs an elaborate and unconvincing theory of the lability of the cerebral blood vessels to account for the unpredictable action of cocaine, and he lays the blame for all its ill-effects on the innocent hypodermic needle. Here Freud's guilt-ridden dream of "Irma's injection" again comes to mind.

As I said earlier, quite a lot has already been said about these papers, on what they communicate about Freud's personality, his ambition, his over-reliance upon the singular fact, and so on, and I will not go into all these matters here. I will only mention two further points. Firstly, it is interesting to read in these studies Freud's first published self-observations, which culminated in the catalogue of self-revelation that he published in *The Interpretation of Dreams*. This serves to remind us that introspection and self-experiment were common scientific paradigms in the late nineteenth century. The significance of this fact for the development of the psychoanalytic method is seldom recognized. The second point I would like to mention is that a strong case could be made for the view that Freud's experience of the effects of cocaine upon sexuality and general arousal must have been an important source for his later libido theory, and perhaps for

the economic point of view in general. Consider for example the following passage from the *Three Essays on the Theory of Sexuality* (Freud, 1905d, pp. 215-216): "It must suffice us to hold firmly to what is essential in this view of the sexual process: the assumption that substances of a peculiar kind arise from the sexual metabolism. For this apparently arbitrary supposition is supported by a fact which has received little attention but deserves the closest consideration. The neuroses, which can be derived only from disturbances of sexual life, show the greatest clinical similarity to the phenomena of intoxication and abstinence that arise from the habitual use of toxic, pleasure-producing substances (alkaloids)".

As you can see, Freud's oft-expressed opinion that the libido theory would someday be grounded upon a chemical substratum can also, apparently, be traced back to the experiences that he reported in the early cocaine studies.

4. Clinical Neurology

During the cocaine period, Freud gradually moved away from histology and anatomy, towards the problems of clinical neurology. This is the next major theme in Freud's neuroscientific writings. With his writings on these problems Freud graduated fully from the controlled laboratory preparation to the living clinical case. It is extremely unusual, especially today, for an individual scientist to be gifted both in the techniques of the anatomical laboratory and of the hospital clinic, but evidently Freud was such a man.

Freud's first three articles in this field were all single-case studies. These are listed in the bibliography as, firstly, 1884a ("A Case of Brain Hemorrhage with Indirect Basal Focal Symptoms"); secondly, 1885c ("A Case of Muscular Atrophy with Widespread Disturbances of Sensibility (Syringomyelia)"); and, thirdly, 1886a ("Acute Multiple Neuritis of the Spinal and Cranial Nerves"). The American neurologist Jelliffe (1937) has described them as "models of good neurological deduction". Freud was an extremely capable neurologist, and he is reputed to have been able to localize the site of a brain lesion so accurately on the basis of the patient's presentation during life that the pathological anatomist had nothing to add to Freud's clinical formulations in the autopsy report. The fame of his diag-

nostic skills brought him a flurry of foreign graduate students. But Freud himself spoke disparagingly of these skills, and he later said of this phase in his clinical life, to Paul Schilder, that focal neurological diagnostics was "a silly game of permutations".

It was after writing these early case-studies that Freud undertook his famous period of study under Charcot, at the Salpêtrière in Paris. During this period (between 1885 and 1886) Freud moved from being under the direct, personal influence of some of the leading figures of the German school of neurology, to being under the direct personal influence of Charcot. This shift had a decisive influence on his thinking. This was not so much a shift away from neurology and towards psychology — as is often suggested — but rather a shift away from the mechanistic anatomical explanations of clinical syndromes which was so characteristic of the neurology of Freud's Austrian teachers, towards the rich clinical descriptions which were characteristic of the French school of neurology under Charcot. The following quotation — from Freud incidentally — graphically illustrates the difference between these two schools of neurology: "Charcot (...) never tired of defending the rights of purely clinical work, which consists in seeing and ordering things, against the encroachments of theoretical medicine. On one occasion there was a small group of us, all students from abroad, who, brought up on German academic physiology, were trying his patience with our doubts about his clinical innovations. 'But that can't be true,' one of us objected, 'it contradicts the Young-Helmholtz theory [of color vision].' He did not reply 'So much the worse for the theory, clinical facts come first' or words to that effect; but he did say something which made a great impression on us: [He said 'Theory is good; but it doesn't prevent things from existing'.]" (Freud 1893f, p. 13).

This was one of Freud's favorite anecdotes. It reminds one of the lines spoken by Mephistopheles in Goethe's *Faust*, which Freud also cited (more than once) with approval: "Grey, dear friend, is all theory,/ And green alone Life's eternal tree".

When Freud returned to Vienna, he declared himself to be an enthusiastic disciple of Charcot, and he thenceforth abandoned the grey of anatomical theory in favor of the green of clinical life. What is of fundamental importance here, I think, is the fact that Freud displayed the same new-found respect for careful clinical observation, description and classification in both his neurological and his psychological publications from this pe-

riod, and he displayed the same aversion to reductive physiological and anatomical explanation of the clinical symptoms, regardless of whether the condition in question was functional or organic.

I agree with the paediatric neurologist Pasquale Accardo (1982), who wrote the following words, not about Freud's psychological writings, but about his neurological research following his period of study under Charcot: "what can only be called a "conversion" from mechanistic physiology to clinical medicine occurred during Freud's travelling fellowship to the Salpêtrière (1885 to 1886), when he fell under the influence of the great neurologist, Charcot (...) Charcot breathed life into his previously sterile clinical expertise" (Accardo, 1982, p. 452).

This underlying shift in Freud's neuroscientific allegiances must surely have been decisive for the breakthrough into psychoanalysis. By shifting his attention to the subjects of hysteria and neurasthenia from 1886 onwards, Freud was not shifting his attention away from neurology. Hysteria and neurasthenia were very much problems of neurology in the late nineteenth century. And as you can see if you glance through the pages of the bibliography, Freud continued to publish literally hundreds of works on a wide range of neuroscientific topics together with his early writings on hysteria and other neuroses. There was nothing unusual about that; because the neuroses were generally conceptualized as nothing other than functional disturbances of the nervous system — by Freud as well as by everybody else. What distinguished these neurotic disorders from other nervous diseases was the fact that no anatomical lesion could be found at autopsy. This is why Freud's shift to the French (clinical-descriptive) school of neurology, and away from the German (anatomical-explanatory) school, paved the way for the breakthrough into psychoanalysis. For how is one going to elucidate the anatomical mechanism of a disorder in which no anatomical disease process can be demonstrated by the pathologist? Here the French school had a decisive advantage. Whereas Freud's German teachers could only construct speculative anatomical models, or reject the topic out of hand as being unsuitable for scientific study, the French neurologists could treat the neuroses as — to quote Freud — "just another topic in neuropathology" (Freud, 1893f, p. 20). They could study the neuroses in precisely the same way as they had studied every other nervous disorder, namely, by systematically describing and defining its clinical manifestations, in order to arrive at a deeper understanding of its essential nature. This was clearly

the only empirical way to proceed with the neuroses at that time. And from there it was only a small step from looking at the patient (as Charcot did) to listening to her (as Freud did); which, in turn, led to the fundamental clinical observations that laid the foundations of psychoanalysis.

But I am running ahead of myself now. Freud only gradually developed his newly-acquired skills as a truly clinical researcher when he returned to Vienna, and continued to publish in neurological journals. In considering his publications from this period, I am going to ignore (for present purposes) the papers on hysteria and related topics. I would like, instead, to trace the progression of his papers on organic neurological diseases, in order to demonstrate my point that this was far from being an exhausted field of interest for Freud; and also to show that the actual shift to psychology came quite a few years later.

So, let us return first of all to the clinical topics that Freud was concerning himself with just before and after his sojourn in Paris. I have already mentioned the case study listed as 1885c. In this paper, Freud became the second neurologist ever to describe a case of syringomyelia, which is now considered to be a relatively common condition. I have also mentioned already the article listed as 1886a, which — incidentally — established Freud as the first Viennese physician to make the diagnosis of acute multiple neuritis. This is an excruciatingly painful condition, and it is interesting to read Freud's detached clinical account of his patient's nightmarish descent into death; it is a very far cry from the sympathetic studies of the subjective experiences of his hysterical patients, which he would publish just a few years later, after his return from Paris.

Before we can get to that point, however, we first have to plough through a few pages of the bibliography, that are a testament to the fact that throughout this period Freud was publishing an enormous number of reviews of the contemporary neuroscientific literature. Most of these reviews have only recently been discovered — by Gerhard Fichtner. These short works demonstrate a remarkable mastery of the world neuroscientific literature — German, English, French and Italian — on every conceivable topic. It is fascinating to read Freud's critical appraisals of the works of some of his contemporaries — like Dejerine, Sachs, Bechterew and Babin-ski — who subsequently went on to become major figures in the history of neurology.

Now the full impact of Charcot's influence began to emerge, in a

paper — listed as 1888*a* and entitled "On Hemianopia in Earliest Childhood" — a work which is remembered today as the first report of this visual symptom in the young child, the existence of which is now absolutely taken for granted.

This was Freud's first publication in the new field of paediatric neurology, which is yet another branch of neurological science in which he was an acknowledged pioneer. This is the next phase in his scientific development. Freud conducted his clinical research in this field while he was Director of the Neurological Department of the Institute for Children's Diseases in Vienna, during the last decade of the century. During this period Freud published a series of major works on the subject of cerebral palsy — that is, of movement disorders caused by brain damage near the beginning of life. These were truly monumental works which brought Freud international fame as the world's leading authority on the subject. Incidentally, I think it was not sufficiently appreciated later, when all sorts of criticisms were made about Freud having constructed a developmental theory on the basis of observations made on the adult, just how much direct experience of working with sick children Freud actually had — although it is of course true that these were not psychoanalytical observations. Nevertheless, an investigation of the mental status of the child was a routine part of the clinical work-up in Freud's paediatric neurology department.

Let me begin by giving you the basic bibliographical details of Freud's writings on cerebral palsy. There are three large monographs: the first one, published in 1891, together with Freud's life-long friend Oscar Rie (who appears in the dream of "Irma's injection" as "my friend Otto"), deals with the unilateral paralyses of children from every conceivable point of view. It is listed as 1891*a*. It is 220 pages long, includes a bibliography of 180 titles, and it details Freud's personal observations of 35 cases. The second monograph, listed as 1893*b*, was a supplement to the first one, and it dealt with the bilateral paralyses of children. It reports Freud's personal observations of a further 53 clinical cases. The third monograph (listed as 1897*a*) covers the combined ground of the previous two monographs, in other words it covers all the movement disorders of childhood. It is an absolutely exhaustive and comprehensive treatise, a full 327 pages long; the bibliography alone spans 15 pages.

These three monographs were interspersed by a long series of shorter writings on cerebral palsy, most of which were merely summaries

of the big works, or reviews of the writings of others. I won't mention these works individually, excepting a short paper on childhood enuresis; listed as 1893g. This paper graphically illustrates just how far Freud was from a psychological understanding at that time — it expounds an entirely neurological conception of enuresis.

I am mindful of what might appear to be the uncritical praise I am lavishing on Freud's neurological works; so let me read to you a lengthy quotation from a recent article which appeared in the *Am. J. Dis. Child.*, which was not written by an analyst, to give you some idea of Freud's reputation in the field of paediatric neurology: "The student of the movement disorders of children (...) cannot fail to be impressed by the sheer magnitude, as well as the clinical acumen, of Freud's investigations into the cerebral palsies of childhood. The developmental perspective that he pioneered has only recently been fully appreciated (...) [He produced] some of the most masterly and exhaustive treatises to date on the cerebral paralyses of children. In addition to the typically Germanic erudition with which he reviewed the world literature, Freud reported many perceptive clinical observations. For example, he was the first to describe homonymous hemianopia in [infantile] hemiplegia. He noted the ease with which hemiplegia could be diagnosed simply by placing the child on a flat surface, and he described the occurrence of simultaneous or mirror movements — the involuntary participation of a paralysed limb in the intentional movements of the uninvolved side. He originated a typology of classic postures — constrained postures and unintentionally assumed resting poses representing structures of least resistance. Freud proposed a considerably expanded definition of cerebral palsy when he hypothesized the existence of numerous attenuated and benign forms, paradoxical cases of "cerebral palsy without paralysis". Freud's contribution to the classification of cerebral palsy was revolutionary. A neuropathologist by training, he was nevertheless forced to conclude that the optimal nosology was purely clinical, as the neuropathologic findings bore little or no consistent relationship to the clinical picture. When neuroanatomic localization proved an unobtainable goal, Freud had to search elsewhere for an explanation of the observed symptoms. His solution to this problem was developmental: (...) almost all observed clinical idiosyncrasies "can be traced back to the fact that the disease affects an incompletely developed brain and a growing organism" (Freud 1897a, p. 109). Thus, chorea and athetosis, ataxia and spasticity,

were seen as ontogenetic stages in normal infants, transient infantile movement patterns that would later be suppressed by the evolution of higher centers. Freud's classification imposed a degree of order on half a century of chaos, and his correlations between clinical observation and neuropathology expressed concepts that are still in the vanguard of critical thinking about cerebral palsy today" (Accardo, 1982, pp. 452-453, emphasis added).

The relationship of normality to pathology just referred to is obviously fundamental to psychoanalysis — one need only think again about the *Three Essays on the Theory of Sexuality* to see how directly Freud carried these ideas over into psychology. Here we can also clearly recognize the shift that I emphasized earlier, away from the anatomical-explanatory tradition of the German neurologists, to the clinical-descriptive approach of the French school of Charcot; as well as the transition from anatomical localizationism, to the dynamic, functional and developmental approach which established the conceptual scaffolding for psychoanalysis. Schott (1981) has discussed these issues in detail, in his important article on Freud's cerebral palsy monograph.

The reason why I am emphasizing these works so much is because I believe that they demonstrate the intimate bond that exists between psychoanalysis and clinical medicine. I think this has important implications for those modern researchers who are attempting to re-integrate psychoanalysis with neurological science, and with mainstream science in general, on the basis of precisely the sort of reductive methods that Freud rejected more than 100 years ago. History has a lot to teach us in this regard, especially in this day and age, when experimental and laboratory techniques are so idealized and the beauty and complexity of the "green tree of life", to which Goethe referred, is being so neglected. I think it is no exaggeration to say that today psychoanalysis stands as one of the last outposts of the great clinical traditions of internal medicine, and it would be to the detriment of science as a whole, if we were to abandon that allegiance.

5. Neuropsychology

We now enter the last phase in the development of Freud's neuroscientific research. From 1891 onwards, we see Freud shifting away from

physical neurology, towards neuropsychology, and then gradually into psychoanalysis. Freud's two major neuropsychological works were, of course, his monograph "On Aphasia" and his "Project for a scientific psychology". I do not want to say too much about these works (not because they are less important than those which I have already discussed — far from it, these are of course amongst Freud's greatest neuroscientific writings) but rather because you will be more familiar with them. I will limit myself to a few scattered remarks.

The monograph on aphasia, which is listed as 1891*b* in the bibliography, is in my view Freud's neurological magnum opus — it is an undisputed work of genius, which continues to be cited to this day in standard neuropsychological and aphasiological textbooks as a classic contribution to the field. Walther Riese (1958), who was the world's foremost neurological historian at that time, called it "a rare and brilliant piece of medical thought" (Riese, 1950, p. 289). I will mention but a few of the innovations that it introduced. The fundamental argument of the work was that language, being a psychological organization, cannot be mapped in a crude one-to-one fashion onto the anatomy of the brain; that there is no direct correlation between the elementary concepts of neurology and those of psychology. Starting from this premise, Freud introduced a new conceptualization of the very nature of aphasic disorder. On the basis of this conceptualization, Freud is sometimes credited with having been the first to advocate the truly psychological study of neurologically impaired patients, and he is thus rightly regarded as one of the founders of modern neuropsychology. In this book, Freud simultaneously formulated the new general theory of the functional anatomy of the human brain that I mentioned earlier, which led to a radical reformulation of the concept of cerebral localization. By carefully reasoned argument, integrating his clinical and anatomical knowledge, he demolished the then-orthodox doctrine of narrow localizationism and exposed the fundamental epistemological flaws of nineteenth century clinico-anatomical correlation. He replaced it with the dynamic, functionalist conception which flourished in the middle decades of the present century, and which went on to inspire some outstanding modern neurologists, such as the famous A.R. Luria. The functionalist model of cognition which Freud developed in this monograph is also highly compatible with the "parallel distributed processing" models which are currently so fashionable. It was also in this book that Freud introduced

the powerful "agnosia" concept, which has had an enormous impact on all subsequent conceptions of higher cortical dysfunction. Here he also adumbrated von Monakow's "diaschisis" concept, he first questioned the clinical validity of the then almost universally accepted condition known as "conduction aphasia" (which is still controversial today), and he introduced many other modern notions too numerous to mention here. The list is almost endless. In nearly every respect, this book represented a turning-point in modern theoretical neuroscience. I wish I had more space to discuss it.

But this book is not only, as I have said, a neurological classic, it also represents Freud's first foray into the field of psychology. The anatomical model that Freud developed in his aphasia monograph, and the reconceptualization of the notion of cerebral localization that went along with it, re-appears in Freud's 1893c "Comparative Study of Organic and Hysterical Motor Paralysis", as well as in Letter 112 of the Fließ correspondence, and in Freud's subsequent writings on the psychical mechanism of hysteria — where it forms the conceptual bedrock of his assertion that hysterical symptoms have nothing to do with the anatomy of the brain, that they arise instead from what he called "lesions of ideas". It is therefore not surprising that an understanding of Freud's aphasia monograph is crucial for an understanding of all his later psychological models. It was perhaps for this very reason that the editors of the original *Gesammelte Schriften* wanted to include it with his collected psychological works. It was Freud himself who prevented this. He seems for some reason to have always wanted to maintain a sharp division between the two periods of his working life. (But Strachey still felt it necessary to append two lengthy extracts from it to his *Standard Edition* translation of Freud's metapsychological essay, "The Unconscious".)

It is not well known that Freud also published two shorter works on the subject of aphasia. In view of the importance of this subject for his later psychology, I would like to point them out to you. The first one is identified as 1888b1 — and the second is included in the clump of articles listed under the heading 1893-94a.

Finally, we have "the Project" — another indisputable work of genius — about which even more has been written than about the aphasia book, so I am going to say almost nothing about it. As we all know, this work is legitimately considered a seminal psychoanalytical text. All of the fundamentals of Freud's later topographic, dynamic and economic models

were elaborated in it for the first time. But the "Project" is also very interesting from the neuroscientific point of view. Here I can refer you to Pribram and Gill's (1976) book on the subject — where it is argued that the "Project" represents a sophisticated cognitive neuropsychological theory, even by today's standards. But that was of course written 20 years ago. If you will excuse me advertising my own publications, I would therefore also like to mention that I will be publishing a book next year with the Karnac Books in England and International Universities Press in America, in which I have discussed the "Project" — and the aphasia monograph — in some detail, in relation to modern neuroscientific knowledge. This book will be called *Clinical Studies in Neuro-Psychoanalysis*.

Before ending my survey of Freud's neuroscientific writings, and in order to prevent you from wondering why there are so many pages of Freud's early bibliography that we have not considered, I should mention that Freud continued to publish numerous short articles, medical encyclopedia entries, and many, many reviews, on a wide range of neurological topics, right up until 1900. I will draw your attention to only two of them. One is an article on amnesia which was published in 1893, together with the last aphasia article, which I mentioned a moment ago. This is a previously unknown work, which was only recently discovered. It contains an extremely interesting theory of the forgetting of dreams. In fact the article seems to have more to say about dreams than about amnesia. It seems, therefore, to be Freud's first published work on the subject of dreaming. The theory of the forgetting of dreams that is expounded in this article is almost identical with the "state-dependent" theory of modern times. This is a theory which — ironically — is now being cited as an alternative to the views on forgetting which Freud developed later, in the *Interpretation of Dreams* and the *Psychopathology of Everyday Life*, after giving the subject a little more thought! The second article I would like to mention is a review of an essay on migraine by Möbius, which is quite interesting from the psychoanalytical point of view, and also for the reason that Freud describes his own personal experiences of migraine in it (Freud, 1895j).³

It only remains for me to say that many of the works already included in the old *Standard Edition* deserve also to be included among Freud's neuroscientific works. And I am not only referring to the "Project". If you look at Freud's earliest writings on hysteria and neurasthenia —

which (as I have said) were as much problems of neurology at the end of the nineteenth century as they were of psychiatry — you will see (as I have argued) that these works are methodologically and theoretically continuous with Freud's largely nosological writings on physical neurological topics from the same period. Ironically, because of the sharp division that we have traditionally drawn between Freud's neurological and psychological writings, some of Freud's early so-called psychological writings have not received the attention from neurological historians that they deserve. Here I will mention again Freud's comparative study of organic and hysterical paralysis (that is, item 1893c in the bibliography). This is an unrecognized work of some considerable neurological importance. Almost every point which Freud makes in that article on the differential diagnosis of neurogenic and psychogenic paralyses are now generally-accepted clinical wisdom — and are taken absolutely for granted in neurological diagnosis. When I first read this paper I was really surprised to discover that those ideas originated with Freud — he has certainly not received the credit for them.

Notes

1. This paper was part of the Sarton lectures, in this academic year 1995-1996 (cfr. *Sartoniana* vol. 9, 1996). It will be published in a volume on *Freud's pre-analytical Writings*, G. Van de Vijver & F. Geerardyn (eds.), 1998, Rebus Press. For the bibliography of Freud's pre-analytical writings Solms is frequently using in this text, we have to refer to that volume.
2. Incidentally, the method that Freud used here was first pioneered by Paul Flechsig — who later featured in his psychoanalytic writings as the object of Judge Schreber's paranoid delusions.
3. This review will be included in the new, revised *Standard Edition* that we are currently preparing in London.

References

- Accardo, P., 1982, Freud on diplegia: Commentary and translation, *Am. J. Dis. Child.*, no. 136, p. 452.

- Brazier, M., 1959, The historical development of neurophysiology, in *Handbook of Physiology: Section 1, Neurophysiology*, vol. 1., J. Field, H. Magoun & H. & V. Hall (eds.), Washington, American Physiological Society.
- Burnham, J.; McGuire, W., 1993, *Jelliffe: American Psychoanalyst and Physician & His Correspondence with Sigmund Freud and C.G. Jung*, Chicago, University of Chicago Press.
- Byck, R., 1974, Sigmund Freud and Cocaine, in *Cocaine Papers by Freud*, S., New York, Stonehill.
- Jelliffe, S.E., 1937, Sigmund Freud as a neurologist: Some notes on his earlier neurobiological and clinical studies, *J. Nerv. Ment. Dis.*, no. 85, p. 696.
- Freud, S., 1893f, Charcot, S.E., vol. 3, pp. 11-23.
- Freud, S., 1895j, Rezension von P [aul] J[ulius] Möbius, *Die Migräne*, Wien, 1894, G.W., Nachtragsband, p. 360, pp. 364-369.
- Freud, S., 1897a, *Infantile Cerebral Paralysis*, Miami, FL, University of Miami Press, 1968.
- Freud, S., 1900a, *The Interpretation of Dreams*, S.E., vol. 4 & 5.
- Freud, S., 1905d, *Three Essays on the Theory of Sexuality*, S.E., vol. 7, pp. 123-231.
- Freud, S., 1916-17, *Introductory Lectures on Psychoanalysis*, S.E., vol. 16, pp. 241-478.
- Jones, E., 1953, *Sigmund Freud: Life and Work*, vol. 1, London, The Hogarth Press.
- Pribram, K.; Gill, M., 1976, *Freud's "Project" Re-Assessed: An Introduction to Contemporary Neuropsychology*, New York, Basic Books.
- Riese, W., 1958, Freudian concepts of brain function and brain disease, *J. Nerv. Ment. Dis.*, no. 127, pp. 287-307.
- Schott, H., 1981, "Traumdeutung" und "Infantile Cerebrallähmung": Überlegungen zu Freuds Theoriebildung, *Psyche*, no. 35, p. 97.
- Shepherd, G., 1991, *Foundations of the Neuron Doctrine*, Oxford, Oxford University Press.
- Solms, M.; Saling, M. (eds.), 1990, *A Moment of Transition: Two Neuroscientific Articles by Sigmund Freud*, London, Institute of Psychoanalysis & Karnac Books.
- Triarho, L.; Del Cerro, M., 1985, Freud's contribution to neuroanatomy, *Arch. Neurol.*, no. 42, p. 282.

