



‘Mathématiser la médecine’: les enjeux de la position leibnizienne

Raphaële Andrault

► To cite this version:

Raphaële Andrault. ‘Mathématiser la médecine’: les enjeux de la position leibnizienne. Juan Nicolas, Sergio Toledo. Leibniz and the Empirical Sciences, Editorial Comares, pp.17-34, 2011. halshs-01131025

HAL Id: halshs-01131025

<https://shs.hal.science/halshs-01131025>

Submitted on 12 Mar 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

« MATHÉMATISER LA MÉDECINE » : LES ENJEUX DE LA POSITION LEIBNIZIENNE

En 1671, dans les *Directiones ad rem medicam pertinentes*, Leibniz invite tous les médecins à « mathématiser » la médecine, comme l'ont déjà fait Bellini et Sténon (« *Bellini ni fallor incipit in re medica mathematizein ut et Stenonis, utinam omnes* »)¹. Plus de quarante ans plus tard, en 1712, dans une lettre à Bernoulli où il évoque l'usage des mathématiques dans « la chose médicale », il exprime un avis plus nuancé sur la possible mécanisation de la médecine². En 1715 enfin, en réponse à Michelotti, Leibniz se montre critique face à la reconduction directe des phénomènes organiques à leurs causes mécaniques. Étant donné que la possibilité d'énoncer les « causes mécaniques » des phénomènes biologiques est directement corrélée à l'application des mathématiques aux disciplines médicales³, comment faut-il comprendre cette évolution ? S'agit-il en outre d'une évolution réelle de la position de Leibniz, optimiste sur la mathématisation de la médecine en 1671, plus nuancé en 1715 ? Ou ce changement reflète-t-il simplement l'état des tentatives plus ou moins heureuses de ces contemporains qui tentent de « mathématiser » la médecine ?

Pour répondre, il faut éclairer les propos leibniziens à la lumière des travaux auxquels il se réfère, ou qui déterminent le paysage médical de l'époque. Dans un premier temps, on rapportera les *Directiones* aux travaux de Bellini et Sténon ; dans un second temps, on confrontera les lettres à Bernoulli et Michelotti avec les dissertations physiologiques de Bernoulli ainsi qu'avec l'ouvrage de Michelotti sur les sécrétions. Enfin, on essaiera de déterminer ce que ces différentes tentatives ont en commun. Qu'est-ce que mathématiser la médecine ? Dans quelle mesure cette entreprise manifeste-t-elle l'héritage de la physiologie

¹ *Directiones ad rem Medicam pertinentes*, in F. Hartmann & M. Krüger, *Studia leibnitiana*, VIII/1, 1976, p. 40-68, p. 65. Pour d'autres références à Sténon, cf. la nécessité la pratiquer la dissection selon diverses méthodes, p. 52 : « *Alle anatomien sollen modo diverso geschehen, wie Mr. Stenonis vorgeschrieben in Anatomia cerebri* » ; et l'intérêt de connaître l'anatomie des différentes espèces animales, ainsi que les pathologies qui peuvent les affecter, p. 56 : « *Man mus anfangen auf der thiere Kranckheiten besser acht zu geben als bisherro geschehen, denn gleich wie Steno recht sagt, dass wir aus den thieren die ganze anatomiam hodiernam gelernet, so könnten wir auch aus den thieren vollends die pathologiam lernen...* ».

² Leibniz à Johann Bernoulli, GM III-2, p. 884 : « *Digna Te sunt, quae de musculis dedisti ; talia plura dare posses, quae usum ostenderent Matheseos etiam in re medica. Scis magnas nunc esse lites in Anglia, in Batavis, in Gallia, de usu Mechanice in Medicina : quidam negant, omnia fieri mechanic in nostrorum corporum actionibus, in quorum numero est Stahlus ille, qui per literas mecum certavit, sed credo semet ipsum non satis intellegit. Quidem contra omnia putant explicari a nobis posse mechanic. Ego neutris accedo. Omnia quidem in his mechanic fiunt, sed nondum eo usque profecti sumus, ut omnia mechanic explicare possimus. Interim non spernendum est hoc studium Mechanices sed magis magisque excolendum* ».

³ En effet, un certain nombre de textes leibniziens montrent l'équivalence entre l'assignation de causes géométriques et l'assignation de causes mécaniques, conformément à l'équivalence cartésienne selon laquelle expliquer mécaniquement, c'est expliquer par figure, grandeur et mouvement. Il y a donc équivalence entre mécanisation et géométrisation, mais il reste à savoir si la géométrisation résume l'ensemble des entreprises de mathématisation.

Cf. *Praefatio ad libellum elementorum physicae* (1678-9) : « *Itaque nisi rationes ex geometria et mechanica adhibeantur quae sensibilibus pariter atque insensibilibus aequali facilitate applicentur, fugiet nos natura subtilitate sua* »

cartésienne ? En effet, cette perspective nous permettrait d'interroger deux assimilations que l'on trouve parfois chez les commentateurs : l'histoire des sciences (Sprengel, Daremberg, Roger⁴) a souvent identifié comme « iatrophysiques » ou « iatomécanistes » la plupart des ouvrages de médecine qui se sont employés après Descartes à appliquer à la physiologie les résultats de la mécanique, c'est-à-dire de la nouvelle science mathématisée des mouvements. Mais sont également dites « iatrophysiques » les physiologies qui donnent une représentation corpusculaire et « géométrique »⁵ de la totalité des grands processus physiologiques – et qui s'attachent par exemple à expliquer comme Descartes les sécrétions animales sur le modèle du crible (à partir de l'adéquation entre la figure des corpuscules du fluide sécrété avec la figure des pores de la glande sécrétrice). Qu'en est-il ? Est-ce que l'assignation de causes corpusculaires géométrisables analogues aux figures sensibles connues est bien une condition de l'application des mathématiques à la médecine à l'âge classique ? Cela justifie-t-il que l'étiquette « iatrophysique » désigne indifféremment l'un ou l'autre projet ?

I. Les *Directiones* : mathématiser la médecine en 1671

Dans sa dissertation de 1671 sur la réforme de la médecine, Leibniz indique toutes les directions très variées que pourraient prendre l'observation et l'expérimentation médicales (qu'il s'agisse de l'usage des instruments de mesure ou de celui des injections). Les progrès de la médecine ne pourront venir que du

⁴ Voir surtout Kurt Sprengel, *Histoire de la médecine depuis son origine jusqu'au XIX^e siècle*, Paris, Deterville et Th. Desoer, 1815-1820, Tome V (1815), section XIV « Histoire de l'Ecole iatomathématique », p. 133 : « Quand on explique tous les changements et les phénomènes des corps par la figure et le mouvement des atomes, alors la physiologie devient réellement une partie des mathématiques, car les lois du mouvement de ces atomes sont aussi susceptibles d'être déterminées et calculées que celui des mouvements de toute autre machine. La passion de Descartes pour les mathématiques, et l'impossibilité où il était de se former une seule idée sans y rattacher aussitôt quelque figure géométrique, se transmirent à ses partisans, dont la plupart enrichirent leurs écrits de planches représentant les particules de sels, les angles que ces molécules forment les unes avec les autres, les pores dont elles sont percées, et les changements divers qu'éprouve leur conformation ; mais ils ne purent établir aucun calcul sur ces figures. *C'est pourquoi aussi les principaux iatomathématiciens partent des figures de Descartes*, quoiqu'ils se déclarent ennemis jurés de sa philosophie ». (nous soulignons).

Daremberg regroupe sous le nom de « iatomécanisme (on disait aussi *iatomathématique*) » les doctrines expliquant « les mouvements organiques, même [les] plus intimes, et [les] maladies par les lois de la mécanique, de la statique, et de l'hydraulique avec le concours des formules algébriques » (*Histoire des sciences médicales*, Paris, Baillière, 1870, chap. XXIV, p. 753).

Jacques Roger, *Les sciences de la vie dans la pensée française au XVIII^e siècle*, Albin Michel, 1993 (1^{ère} éd : Armand Colin, 1963), p. 208 : « Tout se fait mécaniquement dans les corps vivants, et la physiologie, utilisant et dépassant les découvertes anatomiques, ne voit dans la digestion qu'un phénomène de trituration, et dans la sécrétion glandulaire, qu'un criblage de particules. Même lorsqu'elle fait appel à des explications chimiques, la physiologie reste mécaniste, puisque la chimie elle-même interprète les phénomènes qu'elle étudie comme des conséquences du mécanisme des corpuscules. L'école des iatomécaniciens, fondée sur ces principes, devait subsister longtemps au XVIII^e siècle ».

⁵ Cf. Roger, *idem*, p. 452 : « Vaincu en tant que rationalisme, le mécanisme biologique ne l'a pas moins été en tant que mécanisme. La *vision géométrique* de l'être vivant qu'il proposait, était trop grossière pour être longtemps soutenable, et la clarté qu'il prétendait introduire se révéla vite illusoire. Non seulement il était privé des secours de la chimie mais encore il voulait réduire la chimie à ses propres lois, incertaines, finalement, et élémentaires (nous soulignons).

croisement de toutes les procédures expérimentales disponibles. C'est dans ce contexte que Leibniz incite à mathématiser les disciplines médicales, comme Sténon et Bellini l'ont fait. Selon Hartman et Kruger, il faut interpréter ce souhait comme la marque de l'arrière-plan cartésien. Mais quel lien relie précisément le programme cæartésien avec la mathématisation de la médecine dont parle Leibniz ?

Il faut d'abord mentionner le point commun entre les deux auteurs auxquels Leibniz se réfère : Bellini et Sténon sont avant tout non des mathématiciens mais des anatomistes qui ont pour principal objet la description des structures qu'ils font apparaître par la dissection. Plus précisément, dans un de ses trois ouvrages antérieurs aux *Directiones*⁶, Bellini a identifié l'organe immédiat du goût : ce sont les papilles de la langue qui sont continues aux nerfs. Il propose en outre une hypothèse physiologique de type corpusculaire : la saveur sentie dépend de la forme des sels qui sont au contact des papilles. Dans le second livre, Bellini décrit et illustre la « fabrique », c'est-à-dire la structure des reins composée d'une agrégation de vaisseaux. Dans le troisième, une très brève description de la respiration lui permet d'affirmer que les muscles de la poitrine sont non seulement disposés selon les « lois mécaniques », mais que par une sorte de connaissance de la « géométrie intérieure » ils forment dans l'inspiration une figure qui maximise leur capacité à recevoir l'air. En quoi, Bellini mathématise-t-il « la chose médicale » dans ces trois ouvrages ? Sans doute parce que la mathématisation de la médecine s'identifie notamment avec le fait de reconduire le fonctionnement des organes aux figures des parties qui les composent. En un premier sens, faire dépendre l'explication des fonctions de la description des figures des parties organiques, c'est déjà pour partie « mathématiser la médecine ». Non pas que la mathématisation se réduise à cette figuration, mais elle doit au moins la comprendre en partie, sans quoi l'allusion leibnizienne des *Directiones* à Bellini demeurerait inintelligible.

L'entreprise de Sténon est assez différente de celle de Bellini. En effet, dans le *Elementorum myologiae specimen seu Musculi descriptio geometrica* publié à Florence en 1667, Sténon s'emploie à montrer *more geometrico* le mécanisme de contraction musculaire. Selon Sténon, le raccourcissement des fibres qui composent tout muscle suffit à produire la contraction. Pour le montrer, il fait appel à une représentation schématique du muscle sous la forme d'un parallélépipède. Par cette « mathématisation », c'est-à-dire à la fois par la figuration géométrique des muscles et par le mode d'exposition euclidien de son propos, Sténon essaie d'infirmier la thèse physiologique dominante selon laquelle la contraction musculaire est produite par un afflux massif et une effervescence de particules dans le muscle⁷. Dans un second temps, ces représentations

⁶ *Exercitatio anatomica de structura et usu renum*, 1662 (rééd. 1666, Padoue) ; *Gustus organum*, Bologne, 1665 ; les deux autres sont : *Gratiorum actio ad serenissimos Hetruriae principes, Quaedam anatomica in epistola ad... Ferdinandum II, et propositio mechanica*, Pise, 1670 et « Consideratio nova de natura et modo respiratori », in *Miscellanea Curiosa Medico-Physica Academiae Naturae Curiosorum*, 2, 1671, p. 135-9.

⁷ Steno, *Elementorum Myologiae Specimen* : « Ita quidem abunde demonstratum puto in omni musculo, dum contrahitur, tumorem contingere, etiamsi nulla nova musculo accederet materia : id quod me demonstraturum promiseram, tum quo pateret, ut ut ingeniosa sint, nondum tamen esse certa, quae de novae materiae in musculum influxu multis proponuntur, tum ut fabricae novae usus

schématiques permettent à Sténon d'envisager une classification des muscles et une comparaison de leurs forces respectives.

Que retenir de cette myologie « mathématisée » souvent citée en exemple par Leibniz ? En premier lieu, toute la géométrisation⁸ de Sténon s'appuie sur d'abondantes expériences anatomiques : elle ne s'y substitue pas, ni, moins encore, n'en minore l'importance. Elle s'appuie notamment sur les expériences que Swammerdam et Sténon ont faites ensemble (qui ont montré qu'un muscle excisé d'une part a la force de se contracter plusieurs fois sous l'effet d'une stimulation mécanique, et de l'autre ne change pas de volume). La géométrisation est donc effectuée dans un second temps et ne court-circuite pas la multiplication des démonstrations anatomiques. En second lieu, Sténon ne prétend pas donner les causes de la contraction musculaire⁹. La géométrisation n'atteint donc que le mode d'opération du mécanisme de contraction. Cela signifie que contrairement aux travaux de Bellini sur le goût, Sténon n'entreprend pas de donner d'explication corpusculaire du processus qu'il étudie. La géométrisation de la contraction passe au contraire par une limitation des ambitions heuristiques du propos ; il ne s'agit que de mettre en ordre les *data* anatomiques afin d'établir avec certitude quelles conclusions physiologiques il est possible ou non d'en tirer (on retrouve là l'association entre l'observation et les raisonnements défendue par Leibniz tout au long de son itinéraire scientifique¹⁰).

Les deux entreprises « mathématiques » citées en exemples par Leibniz sont d'abord des entreprises empiriques dans lesquelles il s'agit de décrire les parties anatomiques telles qu'elles ont été mises au jour par la dissection, puis de prolonger cette description par une représentation simplifiée du mécanisme physiologique faisant jouer ensemble les éléments anatomiques décrits. La mathématisation de la médecine ne peut donc pas être définie par opposition à l'observation, et ne s'inscrit pas dans un cadre théorique binaire, construit de manière polémique, où il s'agirait de prendre partie pour ou contre la multiplication

in motu musculorum explicando evaderet manifestus » (in *Opera philosophia*, Tryde, Copenhague, 1910, II, p. 84.

⁸ La mathématisation prend bien l'aspect d'une géométrisation puisqu'il n'y a pas à proprement parler de recours à l'algèbre, mais seulement aux figures, et à un mode de démonstration qu'il caractérise lui-même comme « géométrique ». Voir aussi l'expression même de Leibniz dans la lettre à Conring de février 1678 (A II-1, p. 586) : *atque utinam exemplo eorum qui de Motu musculorum scripsere, Medici ac Philosophi velint [Geometrein]*.

⁹ Peut-être est-elle due aux esprits animaux, mais on ignore encore la nature de ceux-ci ; il faudrait associer la chimie à l'anatomie pour en savoir plus. Cf. Sténon, *op. cit.*, p. 76 : *Quod hic factum, cum non mihi animus fit ipsa elementa myologiae proponere, sed duntaxat tale illorum specimen cum in hactenus propositis a me praestitum crediderim, reliquum est, ut, ujus fabricae usum in motu musculorum explicandis, paucis ostendam non quidem verum motus modum explicando, quam mihi incognitum profiteor, sed ab aliis propositum modum necdum satis certum esse ostendo*. P. 103 : *De fluido musculi, quam incerta, quam nulla est nostra cognitio... Nec scitur, cuinam eorum fluidorum, quae nobis cognita existimamus ullum ex hisce fluidis simile sit. Spiritus animales, subtiliorem sanguinis partem, vaporem ejus, et nervorum succum multi nominant, sed verba haec sunt, nihil exprimentia*.

¹⁰ Ce qu'il conviendrait de mettre en rapport avec les lettres à Conring rédigées au moment où Leibniz prépare la venue de Sténon à Hanovre : « *Optimè ergo delineari aliqua Medicinae elementa a viro artis apodicticae perito, in quibus certa ab incertis separentur et saltem ea quae ex datis certo asseri possunt, demonstrantur* » (août 1677, A II-1 b, p. 564). Ou encore avec une lettre à Christiaan Huygens de février 1691 (GM II, 85) où il souligne l'association qu'il conviendrait de faire entre observation et raisonnement pour amender la médecine..

des observations *ad oculum*. Cette opposition entre « médecins rationnels » et « empiriques » apparaît dans toute sa vigueur dans le livre de Michelotti en 1722. Mais si l'on excepte la classification historique que produit Conring en 1654 (*Universam artem medicam introductio*) et qui recouvre un champ bien plus large que la médecine¹¹, les éléments de l'opposition très virulente apparaissent au sein même des dissertations médicales dans les années 1670, par exemple chez Kercking et chez Sbaraglia. Ce sont d'ailleurs plutôt d'abord les médecins dits « empiriques » qui construisent l'opposition en dénonçant le caractère éloigné de l'expérience de tous ceux qui font des recherches en anatomie subtile ou qui utilisent les résultats des autres sciences dans la physiologie.

Le travail de Sténon montre qu'on peut vouloir mathématiser la médecine sans chercher à fournir d'explication corpusculaire des grandes fonctions organiques, et sans géométriser le comportement des particules qui seraient au fondement de ces fonctions : on peut donc souscrire en partie au programme méthodologique cartésien sans reprendre les grandes lignes de sa physiologie. Il faut donc bien distinguer ce qui relève d'une physiologie corpusculaire mécaniste de type cartésien et d'une « géométrisation » des causes d'un côté et de l'autre ce qui appartient plus généralement aux tentatives de mathématisation de la médecine, l'une n'étant pas *toujours* le corollaire de l'autre. L'ouvrage de Michelotti prouvera qu'on peut chercher à appliquer les résultats de la mécanique rationnelle à la physiologie tout en critiquant les spéculations physiologiques de Descartes au nom d'une conception dynamique des processus physiques, empruntée à la fois à Newton et à Leibniz. Dans ce contexte, l'étude des lettres de Leibniz à Bernoulli et à Michelotti contribuera à préciser le lien qu'il convient d'établir entre l'usage des mathématiques en médecine, l'assignation de causes mécaniques corpusculaires en physiologie, et la médecine cartésienne enfin.

II. Mathématiser dans les années 1710 : les lettres à Bernoulli et Michelotti

Dans la lettre à Bernoulli de 1712, c'est alors qu'il évoque l'usage des mathématiques dans la « chose médicale » que Leibniz rappelle le débat qui oppose dans toute l'Europe détracteurs et défenseurs de l'usage de la mécanique en médecine. Leibniz rapporte alors sa propre position : il ne pense pas que nous

¹¹ Cf. dans les lettres à Leibniz (par ex. février 1678, A II-1, p. 586) où la catégorie « empiriques » désigne plus généralement les physiciens qui suivent le programme de la *Royal Society* : *Meam de Cartesiana philosophia sententiam aperui novissima praefatione Hermetici operis, quo et Chemicorum delira dogmata oppugnari. Ibidem Boylianos conatus empiricos laudavi. Non tamen etiam in Empiricis illis observari demonstrandi aliquam peritiam.*

Le texte de Michelotti souligne que ces « médecins rationnels » ne se définissent pas par la volonté de limiter les observations et expériences ; il s'agit pour ces médecins rationnels d'inscrire les observations déjà effectuées, et qu'il faut travailler à augmenter, dans le cadre des lois de la nature, c'est-à-dire des sciences mathématisées. De ce fait, l'état de la médecine ne doit pas être imputé à ceux qui la mathématisent, mais au manque de données disponibles. Et davantage encore au désordre qui règne dans celles qui n'ont pas été répertoriées et analysées par des procédures rationnelles, « mathématiques » au sens large. Comme il l'a écrit (p. 21, nous traduisons) : « [Leibniz] compare les philosophes de notre siècle à des marchands qui dans leurs grandes échoppes et dans l'abondance de marchandises manquent de deux choses : un catalogue et un art de calculer ; et même il raconte que pour philosopher droitement il faut deux choses, à savoir un inventaire des expériences déjà connues et l'application des mathématiques à la physique »

soyons en mesure de tout expliquer mécaniquement, même si tout se fait mécaniquement dans le corps humain. Faut-il donc identifier mécanisation et mathématisation de la médecine ? Quels rapports, intrinsèques ou circonstanciels, unissent les deux tentatives ?

On peut d'abord répondre à partir de la lecture des dissertations médicales de Bernoulli que Leibniz évoque dans sa lettre : il s'agit de la *Dissertation sur la fermentation et l'effervescence* de 1690 et de la *Dissertation sur le mouvement des muscles* de 1694. Pour résumer, Bernoulli cherche d'abord à rendre compte de la contraction à partir d'une explication mécanique de l'effervescence : des corpuscules « agents » tétraèdres s'insèrent dans les creux de corpuscules en formes d'étoiles ; se faisant ils les font éclater, ce qui libère les bulles d'air élastique qu'ils contenaient et crée l'effervescence visible. À partir de cette figuration géométrique des processus chimiques, il entreprend de corriger les résultats obtenus par Borelli en faisant notamment intervenir le calcul infinitésimal pour évaluer le rapport de la force soulevée par le muscle à l'expansion de la fibre musculaire. Remarquons qu'à l'inverse des travaux de Bellini et Sténon, la tentative de Bernoulli est bien celle d'un mathématicien, non celle d'un anatomiste : la mathématisation intervient pour se substituer à la description des processus physiologiques quand ceux-ci ne sont pas observables¹². Dans un premier temps, on pourrait donc reconduire le jugement favorable de Leibniz sur l'usage des mathématiques exprimé en 1671, puis le jugement plus mitigé de 1712 sur celui de la mécanique, à la nature même des projets de mathématisation auxquels il fait référence : de véritables observations médicales rationalisées dans le premier cas, dans le second des hypothèses anatomiques *ad hoc* qui servent de support à une série de calculs qui *devancent* l'observation.

La « mathématisation » opérée par Bernoulli suppose à la fois l'application à l'anatomie de calculs déjà effectués dans le cadre de la mécanique des solides, et l'explication du processus de contraction par l'assignation de causes corpusculaires entièrement figurables par la géométrie¹³. Et il est possible que la

¹² Bernoulli, *Dissertation de fermentatione et effervescentia*, § XII : *Haec et multa alia, quae in effervescentia observantur, ex his hypothesibus commode explicari possunt ; solummodo itaque restat ut videamus an illae quoque rationi et veritati convenient et quibus argumentis id probari queat ; quod ergo attinet ad duas ultimas hypothesi speciales, ubi nempe particulis acidi et alcali hanc et non aliam figuram ascripsi : fatendum quidem est, nullo experimento id posse demonstrari ob exiguitatem particularum, quae omnem aciem oculorum effugiunt et adminiculum microscopiorum elundunt ; sufficit itaque mihi, si talem ipsis attribui figuram, quae maxime convenit ad naturam effervescentiae explicandam dummodo nec rationi nec experientiae repugnet.*

¹³ En effet, dans cette entreprise, la reconduction des phénomènes organiques aux « lois de la mécanique » est décrite comme le corollaire de la démonstration « mathématique » des phénomènes. Le jugement de Leibniz sur l'impossibilité de tout expliquer mécaniquement dans le corps vivant peut donc être lu aussi comme une prise de position sur un aspect de l'application des mathématiques à la médecine. Cf. *Dissertatio de fermentatione et effervescentia*, § VII : *His ita recensitis incumbit nobis in causam mirabilis hujus effervescentiae inquirere, quod ut eo felicius praestemus ante omnia necesse erit, ut praemittamus principia naturalia satis intelligibilia et ab omnibus facile concedenda, ex quibus dein more Mathematico rite demonstrantur quae demonstranda sunt et ad leges Mechanicas vocentur singula totius operationis phaenomena...*

Dissertatio de motu musculorum, praeloquium : Diu mecum pensitans quamnam corporis humani partem seligerem, cujus functiones quamoptime ex legibus Mechanicis explicari possent, illam tandem quae apud Anatomicos sub muscoli nomine venit dignissimam censui, cum ob nobilitatem partis ipsius, tum ob evidentiam demonstrationum mathematicarum et quidem ex interiori Geometria petitarum, quibus tot quae de musculo habetur doctrina muniri potest ; animus autem non est

neutralité de Leibniz dans le débat sur la possible « mécanisation » de la médecine tienne au caractère spéculatif et invérifiable de l'assignation de telles causes « géométriques ». C'est en tout cas à ce titre que Leibniz critique les spéculations physiologiques des cartésiens dans la lettre à Michelotti de 1715 :

Il peut y avoir beaucoup de causes mécaniques expliquant la sécrétion : je suspecte cependant qu'il faut davantage attribuer à la chose des causes physiques. Même si dans une ultime résolution toutes les causes physiques reviennent aux causes mécaniques¹⁴, cependant j'ai l'habitude d'appeler physiques les causes dont le mécanisme est caché. En outre, il me semble vraisemblable que les choses qui se font insensiblement dans nos corps répondent entièrement à celles qui se font dans les corps sensibles, et les cartésiens semblent avoir péché en ce qu'ils s'efforcent de ramener *per saltum* les raisons insensibles des choses sensibles à leurs premières causes, ou à leurs éléments les plus simples desquels elles sont jusqu'à présent très éloignées... (notre traduction, Dutens II-2, p. 91)¹⁵.

À l'inverse, l'explication « physique » des sécrétions animales proposée par Leibniz, *ie* celle dont le mécanisme est caché, fait appel à des éléments dont certains préexistent dans le corps vivants ; les fluides préexistants dans les vaisseaux attirent à l'occasion de la circulation sanguine les liquides qui leur sont apparentés et s'y unissent pour former les différentes liqueurs qui seront sécrétées par le corps. On peut supposer que cette union entre fluides apparentés s'explique par les mouvements conspirants ou harmoniques des particules composantes, mais il ne s'agit que d'hypothèses.

En premier lieu, dès lors qu'on rapporte l'opinion mitigée de Leibniz sur la mécanisation de la médecine aux hypothèses physiologiques qu'il expose et dans la lettre à Bernoulli et dans celle à Michelotti, on s'aperçoit de plusieurs choses : 1) Ce n'est pas d'abord pour ménager une place pour les causes finales que Leibniz souligne sa position de neutralité vis-à-vis du mécanisme ; c'est plutôt pour montrer que les ressources médicales actuellement disponibles ne permettent pas de choisir d'hypothèses plus pertinentes que d'autres pour rendre compte des phénomènes complexes. Pour ne pas verser dans les hypothèses gratuites, il importe de suspendre les tentatives d'explication géométrique qui ne font intervenir que les grandeurs, figures et mouvement. Il faut donc souligner le caractère incertain des « lois mécaniques » proposées. 2) Il faut ensuite souligner leur caractère inutile pour la pratique médicale. Comme le souligne aussi bien Leibniz en 1715 que Michelotti en 1722, il faudrait d'abord, parmi l'ensemble des

specialm hic tradere musculorum descriptionem et anatomiam, hoc utique jam satis superque factum haemus a praestantissimis quibusvis Anatomicis qui hocce in seculo excelluerunt et etiamnum excellunt, nec si livret angustae dissertationis spatium permetteret.

¹⁴ Voir l'*Anti barbarus physicus* qui montre que c'est dans cette reconduction du physique au mécanique que réside son intelligibilité (GP VII, p. 340). Ou même, beaucoup plus tôt déjà, la lettre à Conring de janvier 1678 (A II-1 586) : *Physica vero in tantum intellegibilis redditur, in quantum reducitur ad Geometriam.*

¹⁵ Cf. aussi la *Praefatio ad libellum elementorum physicae* (1678-9), qui rappelle déjà, plus de 30 ans avant la lettre à Michelotti, que les raisons tirées de la « géométrie et de la mécanique » ne sont pas susceptibles de s'appliquer aussi facilement aux réalités perceptibles et imperceptibles (A VI-4, p. 1998).

expériences disponibles, développer celles qui seront les plus proches de « l'usage de la vie »¹⁶.

Les hypothèses qui ont la préférence de Leibniz, et qui évoquent celles de Baglivi, ont comme double caractéristique d'envisager les mouvements organiques par analogie avec les mouvements des solides inanimés dont les petites vibrations harmoniques peuvent avoir une relative pérennité, et de limiter la recherche des causes physiologiques afin de se concentrer soit sur les données qui peuvent fournir une explication du plaisir et de la douleur, et de ce fait qui peuvent être indexées à une pathologie, soit sur ce qui relève des modalités organiques de l'harmonie de l'âme et du corps, à savoir la perception, le mouvement volontaire, ou la mémoire. De ces éléments leibniziens de physiologie, il faut retenir que les causes « physiques » envisagées par Leibniz, et comparées aux vibrations d'une toile élastique dans la lettre à Michelotti, à celles d'une cloche dans celle à Bernoulli, sont en total accord avec ce que la dynamique leibnizienne a établi pour la science physique, et donc avec ce que de nouveaux outils adéquats à la réalité du continu permettront de « mathématiser »¹⁷. Leibniz n'envisage apparemment aucune explication biologique qui ferait appel à des modalités du mouvement étrangères à celles que le physicien constate par ailleurs. Ceci dit, en invoquant des causes physiques hétérogènes aux causes mécaniques (ou géométriques) sensibles, Leibniz limite de fait la place de la description des parties anatomiques au sein des explications physiologiques, même si ce recul ne doit être que provisoire : aucun anatomiste ne peut « surprendre » et observer telles quelles les vibrations harmoniques qui parcourent les membranes du corps vivant ; il ne peut, à partir de l'autopsie et de la description de la forme des membranes inertes, en déduire le fonctionnement. Là est la grande différence avec les *Directiones* de 1671 où la visualisation des figures des parties anatomiques dans les travaux de Bellini, et, différemment, de Sténon, constituait selon Leibniz un bon exemple de mathématisation de la médecine – sans doute aussi parce que le mouvement musculaire se prête davantage que les sécrétions à l'indexation de l'explication fonctionnelle sur la visualisation des structures¹⁸.

En second lieu, l'ouvrage de Michelotti intitulé *De separatione fluidorum in corpore animali dissertatio physico-mechanico-medica*, publié en 1722 après la mort de Leibniz, permet d'envisager un autre type de rapport entre géométrisation des causes et mathématisation. En effet, au début de son ouvrage, Michelotti classe en deux camps les différentes explications des sécrétions animales. Il y a ceux qui avec Hippocrate et les sectateurs de Descartes estiment qu'à partir d'une liqueur (par exemple le chyle) tous les fluides du corps sont entièrement *constitués* dans les viscères par attraction, putréfaction, fermentation, ou chaleur. À l'opposé il y a ceux qui, avec lui, font partie de la famille de la « médecine rationnelle » tels que

¹⁶ Cf. aussi le jugement de Leibniz sur la physiologie cartésienne exposé en GP IV, p. 316 (*Remarques sur l'abrégé de la vie de Descartes*) : « Il est vrai que M. Descartes s'appliqua de temps en temps à la Médecine, mais il eut été à souhaiter qu'il s'y fut appliqué davantage et avec plus d'attachement aux observations qu'aux hypothèses. Car il faut avouer que les considérations des atomes et petites parties sert peu dans la pratique ».

¹⁷ De là, il faut peut-être aussi rapporter la critique des « Cartésiens » exposée dans la lettre à Michelotti à la critique d'une physique à laquelle le calcul infinitésimal faisait défaut.

¹⁸ Cf. à Conring, *idem* : *Physica vero in tantum intelligibilis redditur, in quantum reducitur ad Geometriam : atque mutinam exemplo eorum qui de Motu musculorum scripsere, Medici ac Philosophie velunt geometrein.*

Borelli, Bellini, Keil, Cole ou Pitcairn¹⁹ et qui pensent que les différents fluides et mêmes les corpuscules qui les composent se *cachent* parmi les parties du sang et *préexistent* dans les artères²⁰. Selon cette dichotomie, proposer une explication des sécrétions organiques semblable à celle de Leibniz en 1715, c'est-à-dire faire appel à des éléments préexistants avec lesquels s'aggloméreraient les corpuscules sanguins pour produire les différents fluides organiques, c'est se placer du côté de la « médecine rationnelle » dont Michelotti indique qu'elle a été à bon droit étudiée à l'aide des mathématiques et par les lois de la mécanique. Michelotti reprend à son compte l'explication de la sécrétion animale que Leibniz avait proposée dans sa lettre et fait sienne, au nom d'arguments empruntés à Leibniz, la critique des représentations corpusculaires erronées qui sous-tendent la physique cartésienne (et notamment le modèle du crible²¹). Cela signifie qu'en 1722 « mathématiser » la médecine ce n'est pas s'adosser à une physiologie de type cartésien. C'est, plutôt que d'invoquer des causes d'engendrement explicables *par hypothèse* à l'aide de lois mécaniques²², préférer faire appel à des éléments préexistants qui à la fois échappent à investigation causale et sont comparables aux autres fluides ou solides dont le physicien décrit par ailleurs les propriétés et les mouvements. Autrement dit, la critique de Descartes et la restriction de l'investigation causale qu'opère Leibniz en 1715 est lue en 1722 comme la condition d'une application des mathématiques à la physiologie.

L'irréductibilité soulignée de la physiologie à une totale mécanisation ou géométrisation d'un côté, et la reconnaissance d'éléments préexistants de l'autre ont paradoxalement pour but commun de permettre un jour la légitime subsumption de la physiologie sous une science physique en voie de mathématisation.

III. Quelle certitude pour la médecine ?

Qu'ont en commun les différentes entreprises de mathématisation ou de subsumption de la médecine sous les lois mécaniques ? Car s'il y a bien équivalence entre mécanisation et géométrisation, la géométrisation des causes ne résume apparemment pas l'ensemble des entreprises de mathématisation. Au regard de la très grande variété des tentatives, et des différentes dimensions « mathématiques » que ces entreprises mettent en œuvre, il est sans doute plus pertinent de définir leur noyau commun par différence, c'est-à-dire en prenant acte

¹⁹ En réalité, ce groupe est très hétéroclite, y compris pour ce qui a trait à l'explication des sécrétions.

²⁰ Pietro Antonio Michelotti, *De separatione fluidorum in corpore animali dissertatio physico-mechanico-medica*, 1721, Venetiis, p. 30.

²¹ En réalité, il critique l'adéquation totale de la figure du corpuscules secrétés avec la figure du pore de la glande sécrétrice (ce qui, selon Michelotti citant Leibniz, est irréaliste étant donné la divisibilité à l'infini des fluides, le caractère non similaire des parties qui les composent et l'impossibilité d'assigner des figures déterminées aux corpuscules composants), et substitue à cette totale adéquation figurale la loi suivante : il faut simplement que la plus grande particule du fluide à sécréter ait un diamètre plus petit que le plus petit des pores de la glande sécrétrice. Il s'emploie par exemple à montrer que les molécules des liqueurs visqueuses ne sont pas nécessairement plus grosses que les autres, et préfère définir l'épaisseur, ou la consistance, des liquides, en faisant appel à la plus ou moins grande résistance que les particules qui les constituent exercent contre les corps qui les traversent.

²² C'est-à-dire dont la subsumption sous des lois mécaniques ne s'appuie pas sur l'observation, et mais sur une analogie trop hypothétique et grossières entre les figures sensibles et insensibles.

des critiques très virulentes qui ont été prononcées contre l'usage des mathématique en médecine, entre 1670 et 1715, et en essayant de saisir à partir de là ce qui aux yeux de leurs détracteurs caractérisait cet usage médical des mathématiques.

Les positions de Sténon et de Kerckring sur l'usage des mathématiques en médecine montrent que la polémique engage des partis pris très larges sur le rapport à la certitude, et de là sur le lien plus ou moins extérieur entre la théorie et la pratique médicales. Selon Sténon, dans la préface de sa *Myologie*, les anatomistes doivent « prêter serment aux mathématiques ». Cela signifie qu'il faut considérer que l'anatomie, et en particulier la myologie, doit être une partie des mathématiques au même titre que la géographie et l'astronomie²³. Au-delà, elle doit trouver dans les mathématiques une norme de certitude permettant de distinguer le vrai et le faux²⁴. C'est seulement de la rigueur de l'anatomie que proviendra une pratique médicale qui guérit davantage les malades qu'elle ne les tue. Autrement dit, affirmer le rôle exemplaire des mathématiques en anatomie revient à : 1) envisager conformément à la méthode cartésienne l'articulation des différentes sciences entre elles, dans la mesure où les mathématiques, sciences des rapports et des proportions, leur fournit un modèle d'ordre, et donc de certitude ; 2) faire dépendre la pratique médicale, c'est-à-dire la maîtrise de la douleur et de la maladie, de la connaissance certaine des parties du corps malade²⁵. Le projet est donc bien plus large que celui qui consisterait à géométriser les corpuscules organiques. La mathématisation n'est pas seulement un outil heuristique permettant de mieux comprendre le mécanisme de contraction musculaire, elle est plus largement un principe architectonique.

À l'inverse, quand Kerckring critique le rôle exemplaire des mathématiques pour certains médecins c'est au nom d'une rationalité propre aux disciplines pratiques soumises au régime de l'incertitude théorique, et donc de la prudence, et en cela échappant à une scientificité identique à celle des autres sciences. On ne peut exiger de certitude dans l'art médical. Donc nier l'exemplarité des mathématiques c'est revendiquer une articulation davantage aristotélicienne entre pratique et théorie, et refuser le projet méthodique cartésien qui cherchait à rendre dépendantes la connaissance et la maîtrise des corps. Le propos de Kerckring est très violent :

²³ En tant qu'elle est la description des milliers de corps solides et fluides qui composent le corps humain, elle appartient au même titre à la science de la figure et de l'étendue. Cf. *Myologiae*, op. cit., p. 64 : « *Organum est corpus nostrum ex mille organis compositum, cuius veram cognitionem, qui absque Matheseos ope investigandam credit, sine extensione materiam, sine figura corpus credat, oportet* ».

²⁴ Prêter serment aux mathématiques, c'est tout simplement s'engager à n'admettre que les expériences et les démonstrations certaines, cf. idem : « *Volui eo specimine ostendere non posse in musculo distinctè partes eius nominari, nec motum eiusdem considerari feliciter, nisi Matheseos pars Myologia fieret. Et quidni musculis id daremus, quod Coelo Astronomi, quod Terrae Geographi, & tum ex Microcosmo expemplum adducam, quod oculis rei opticae scriptores concessere ? ...Et quidni magna sperare liceret, si eo reduceretur Anatome, ut in solis certis experientia, in solis demonstratis ratio acquisceret, id est, in Matheseos vera Anatome iuraret ?* »

²⁵ *Myologie*, p. 64, op. cit. : « *Quam bene nobis, quam bene toti humano geneir consuluissent maiores nostri, si, qui totam aetatem in exercitiis anatomicis contruere, non nisi sola certa posteritati tradidissent. Minus ampla esset cognitio nostra, sed & minus periculosa : & si certis hisce principiis innixa Medicina dolores aegris non tolleret, non adderet illis novo* ».

De ceux qui désormais se complaisent à ce point dans leur Mathématique qu'ils veulent même réduire à leurs lois la Médecine, rien ne doit être emprunté par le Médecin; [avant qu'il soit établi que cela doit être ainsi, et qu'il ne peut en être autrement, je tiens qu'il faut rejeter comme des hommes indignes de l'art très illustre de la Médecine]. Quant à moi assurément je démontrerai mathématiquement qu'ils délirent, plutôt qu'ils ne montreront que cet art pratique et, ce qui n'est pas une mince louange, divinatoire, doit être réduit aux lois des Mathématiciens. La politique, reine de tous les arts, ne peut y être réduite, la Médecine ne le doit pas. Dans l'une et l'autre on doit avoir la prudence pour guide, la république doit être préservée, le malade soigné, avant qu'ils ne périssent, tandis que ceux là s'adonnent à leurs calculs, qu'ils n'achèvent jamais (notre traduction, Theodorus Kerckring, *Spicilegium anatomicum*, Amsterdam, 1670).

Dans un débat ultérieur comparable, et en réponse à la distinction de Stahl entre ce qui appartient à l'« anthropologie physique » d'un côté et ce qui relève de la médecine de l'autre (*Paraenesis ad aliena a medica doctrina*), Leibniz clarifie le lien qu'il établit entre la médecine et les autres disciplines scientifiques : 1) Tout dans les corps organiques ne s'explique pas d'une manière matérielle, *ie* à l'aide de ce qui est purement passif dans les corps, ou bien en s'appuyant sur les principes purement mathématiques de l'arithmétique et de la géométrie. Cet aveu s'explique bien sûr à partir de la conception leibnizienne de l'âme comme forme du corps sur laquelle nous ne reviendrons pas. Pour autant, si tout ne s'explique pas par des principes purement mathématiques dans les corps, la physiologie ne doit pas s'attacher à saisir le mode d'intervention de l'âme dans les mouvements organiques (puisque l'âme ne peut précisément pas troubler la série des mouvements corporels). De fait, la physiologie doit simplement laisser de côté ce qui est hétérogène à l'ensemble des mouvements dont elle peut décrire la série *observable*, invoquant là où les causes sont inconnues, une structure, des fluides et un mouvement préexistants. 2) Comme Leibniz le précise dans le § XVII de ses *Animadversiones*, le fait mathématique ne diffère du fait physique que comme l'abstrait du concret, et le travail d'abstraction des mathématiques, que ce soit en médecine ou ailleurs, n'est en tant que tel pas source d'erreur – bien au contraire. 3) Enfin, sa défense de l'usage de la chimie et de l'anatomie en médecine montre assez qu'il est partisan d'un lien fort entre la connaissance analytique des corps et la maîtrise des pathologies du corps humain (même si pour le moment l'état de la médecine pratique n'en est pas l'illustration).

Que peut-on conclure de ces deux débats sur la légitimité de l'usage des mathématiques dans les disciplines médicales ? Ils indiquent que ce qui est en jeu n'est pas tant tel type déterminé d'investigation physiologique dont Leibniz souligne le caractère inachevé et les résultats provisoires. Ce n'est pas non plus, contrairement à ce que semble indiquer l'opposition polémique entre « médecins rationnels » et « empiriques », l'importance ou au contraire la limitation des simples observations. C'est, plus largement, le type de scientificité et d'articulation

des différentes sciences entre elles requise pour tout ce qui a trait à la compréhension et à la maîtrise des phénomènes organiques.

Se prononcer pour ou contre le rôle exemplaire des mathématiques, c'est finalement toujours (et d'abord) répondre de manière opposée aux deux questions : La maîtrise de la santé est-elle dépendante de la connaissance de la structure des corps et de leurs mouvements apparents ? La connaissance des mouvements organiques du corps humain doit-elle faire intervenir des principes et des méthodes qui lui seraient propres, et qu'elle ne partagerait pas avec la science des mouvements inorganiques ou des corps mixtes ?