Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Phlébologie ANNALES VASCULAIRES 2019, 72, 4, p. 38-54

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHLÉBOLOGIE

Naissance et évolution de la phlébologie à travers l'histoire de la médecine. De la Haute Antiquité Égyptienne à la fin du XIXe siècle.

Chapitre 3

L'enrichissement des temps modernes (XVIe-XVIIIe siècle) : la renaissance de l'anatomie et la redécouverte de la circulation sanguine.

Birth and evolution of phlebology throughout the history of medicine. From the high antiquity of Egypt at the end of the 19th century.

Chapter 3

The Enrichment of Modern Time (16th-18th centuries) : the rebirth of anatomy and the rediscovery of blood circulation.

Kerleau J.M., Caliskan V.

Introduction de la Rédaction Benhamou A.C.

La Rédaction de PAV est heureuse de vous offrir la troisième partie de notre feuilleton historique sur les évolutions comparées de la pensée médicale et de la connaissance de la Phlébologie, qui s'est affinée et enrichie au travers des époques et des civilisations.

Avec des découvertes et des théories fulgurantes parfois et encore valides aujourd'hui, et des phases de recul et d'obscurantisme, en lien avec les contextes culturels, religieux et politiques qui ont accompagné les travaux des pionniers de l'histoire médicale.

Le suspens des avancées de la science médicale et phlébologique est à suivre avec passion et gourmandise.

I/ HISTOIRE DE LA MÉDECINE

Les Temps Modernes : de la Renaissance au XVIIIe siècle.

La Renaissance (1492-1610) est en Europe, une période de redécouverte, notamment des civilisations et des écrits de l'antiquité.

L'invention de l'imprimerie permet une large diffusion du savoir.

C'est une période de renouveau pour la médecine et ses pratiques et c'est grâce au retour de la dissection humaine à but scientifique, que les connaissances anatomiques et physiologiques vont faire un bond en avant.

Au décours de ces trois siècles (du XVI au XVIIIe), les nombreuses découvertes dans tous les domaines de la médecine (anatomie, physiologie, chimie, chirurgie ...) la font passer dans une nouvelle ère moderne.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Mais ce renouveau est complexe et il est marqué par des affrontements réguliers entre plusieurs courants de pensée.

L'anatomie

Elle fait de grands progrès en se débarrassant des erreurs du passé.

La première école d'anatomie voit le jour à Paris et c'est ***Jacques Dubois (1478-1555)*** qui est nommé le premier professeur d'anatomie en 1531.

Son élève, ***André Vésale (1514-1564)*** exerce à l'université de Padoue (Italie), reconnue pour sa grande liberté scientifique, détachée de l'église.

Il est l'un des plus grands anatomistes de l'époque et pratique de multiples dissections sur cadavres humains.

Il développe de nouvelles techniques de chirurgie, et collabore avec ***Ambroise Paré***.

En 1543, ***André Vésale*** publie « *De humani corporis fabrica libri septem* », œuvre monumentale sur l'anatomie humaine, en sept livres, près de 700 pages abondamment illustrées **(Figure 1)**.

Au XVIe siècle, *les écoles de médecine italiennes* sont les centres d'excellence de la connaissance anatomique, aussi bien grâce aux anatomistes italiens qu'aux étrangers qui affluent de divers pays (**Eustachi Bartoloméo, Colombo Realdo, Fabrice d'Aquapendente Girolamo ...**).

Ils collaborent avec de grands peintres comme ***Raphael, Michel-Ange***, mais surtout ***Leonard de Vinci*** *(1452-1519)*.

Au XVIIe siècle, l'essor de l'anatomie et de la physiologie se poursuit.

Les découvertes sur le corps humains sont nombreuses, mais la découverte majeure est celle de ***William Harvey*** *(1578-1657)* qui, en 1628, découvrira le principe actuel de la circulation sanguine.

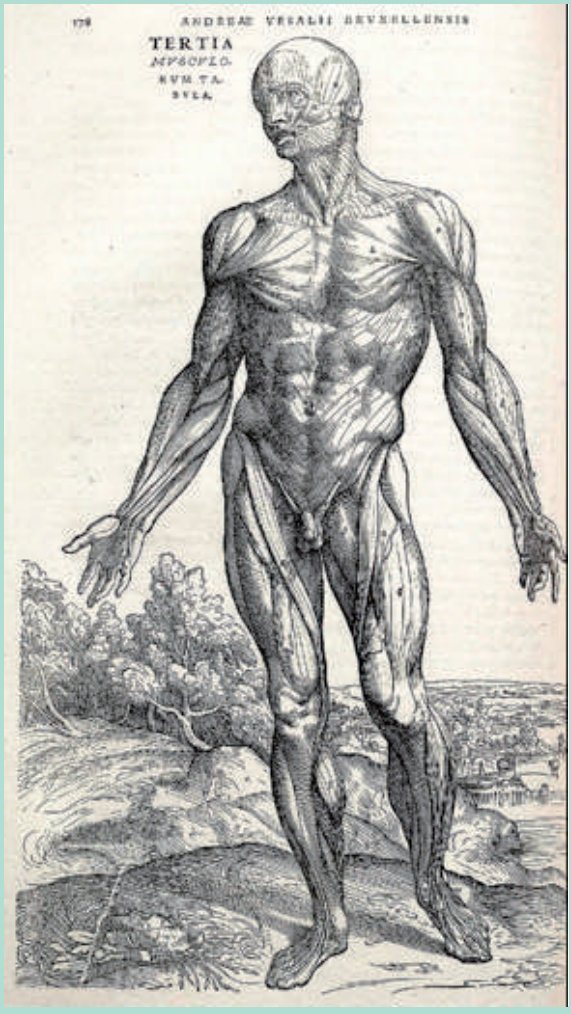


FIGURE 1 : **https://fr.wikipedia.org/wiki/De_humani_corporis_fabrica#/media/**

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



FIGURE 2 : ***Leçon d'anatomie du Docteur Tulp*****, Rembrandt, 1632.**

Médecin anglais formé à Padoue, il est l'un des élèves de ***Fabrice d'Aquapendente Girolamo*** *(1533-1619)* anatomiste italien, qui est en fait l'un des précurseur de cette découverte, en identifiant les valvules veineuses.

Au XVIII[e] siècle, le développement de l'anatomie se poursuit partout en Europe.

Les connaissances sont croissantes.

C'est la naissance de l'anatomo-pathologie et de l'anatomie comparée. **(Figure 2)**

La physiologie

Son développement va de pair avec celui de l'anatomie. On multiplie des expérimentations et on remet en question des croyances anciennes.

Dès le XVI[e] siècle, on pratique des expériences sur l'animal.

Mais c'est au XVII[e] et surtout au XVIII[e] siècle que les innovations sont les plus importantes.

La circulation sanguine ***(W. Harvey)***, la respiration ***(Lavoisier 1743-1794)***, l'ovulation ***(De Graff 1641-1673)***, la digestion ***(Ferchault de Réaumur 1683-1757)*** font partie de ces découvertes majeures.

En parallèle, cette période voit également l'essor de la chimie, qui se scinde de l'alchimie, notamment grâce à ***Paracelse (1493-1541)***.

La chirurgie

À la fin du Moyen Âge, les chirurgiens nommés « barbiers », ne sont pas considérés comme des médecins.

Grâce aux nouvelles connaissances anatomiques et physiologiques acquises au décours des dissections, leur pratique s'améliore et ils gagnent en reconnaissance.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

C'est avec ***André Vésale*** (1514-1564), mais surtout avec ***Ambroise Paré*** (1509-1590) que la chirurgie connaît son essor.

Avec le développement des armes à feu, les blessures sont nouvelles.

La pratique courante alors est d'arrêter les hémorragies au fer rouge ou à l'huile bouillante. ***Ambroise Paré*** innove en ligaturant les artères pour stopper le saignement (cette technique avait pourtant déjà été décrite et pratiquée 500 ans plus tôt par ***Abu Al-Qasim***).

Il utilise également un baume de térébenthine permettant de mieux soulager les douleurs et d'améliorer la cicatrisation.

Il invente et perfectionne de nombreux instruments médicaux, chirurgicaux et prothèses.

En 1731, la profession s'organise, se développe et les chirurgiens peuvent devenir médecins.

Les professionnels de santé

En 1793, en France, la Convention supprime toutes les universités.

Pendant près de quinze ans, tout l'enseignement supérieur est très désorganisé.

En médecine, jusqu'en 1794, aucun enseignement n'est dispensé, et jusqu'en 1803, aucun diplôme n'est décerné.

La refonte de l'enseignement médical apporte un nouveau mode de transmission du savoir, avec l'importance de l'observation au lit du malade.

En 1794, trois « écoles de santé » sont créés à Paris, Montpellier et Strasbourg, puis de nombreuses écoles de médecine se développent mais l'enseignement qui s'y pratique est de qualité très inégale.

En 1797, on fonde à Paris la première école de dissection.

Les apothicaires disparaissent au profit des pharmaciens.



FIGURE 3 : « *Edward Jenner vaccinant son propre enfant* ».
Gravure colorisée, fin XIX[e] siècle, d'après E. Hamman.
https://www.jsb.be/wp-content/uploads/Jenner.jpg

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Les hôpitaux ne sont pas en bon état.

Ils servent aux soins des malades, mais aussi et surtout à l'accueil des pauvres et des indigents.

La thérapeutique

Les temps modernes sont encore marqués par des épidémies de peste, de lèpre, de syphilis ou de variole, mais les mesures isolement et de quarantaines se mettent en place.

On réfute la théorie des miasmes d'Hippocrate, et ***Girolamo Fracastor*** (1483-1553) expose dans son ouvrage « *De Contagione et Contagionis morbis* » sa théorie de la contagion.

Ces idées seront reprises plus tard par ***Pasteur et Koch.***

Le 14 mai 1796, ***Edward Jenner*** (1749-1823) pratique la première inoculation du vaccin contre la variole **(Figure 3)**.

II/ HISTOIRE DE LA PHLÉBOLOGIE

A/ L'enrichissement des temps modernes (XVIe-XVIIIe siècle)

La découverte de la circulation sanguine « moderne » par W. Harvey. Et l'amélioration de la prise en charge de la maladie veineuse.

L'histoire de la prise en charge de la maladie veineuse est étroitement liée à l'histoire de la circulation sanguine.

Jusqu'au début du XVIe siècle, les critiques du dogme galiénique (sur le passage du sang du cœur droit au cœur gauche) restent très discrètes.

Mais la multiplication des connaissances anatomiques obtenues grâce aux dissections humaines permet à de nombreux médecins, principalement italiens, de remettre en cause cette notion.

Et la publication en 1628 de *« l'Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus »,* dans lequel *William Harvey* décrit le principe de double système circulatoire, est en grande partie, la synthèse de toutes ces connaissances, enrichies par ses propres découvertes.

De Claude Galien à Fabrice d'Acquapendente

Dès le XIIIe siècle, le monde arabo-musulman, avec ***Ibn al-Nafis (1210-1288)*** réfute la théorie de Galien sur le passage du sang du cœur droit au cœur gauche.

Dans un passage de son *« Commentaire anatomique du Canon d'Avicenne »,* il évoque l'existence d'un passage pulmonaire du sang et réfute l'existence d'une communication entre les deux ventricules.

En 1242, bien avant les médecins italiens de la Renaissance, il décrit pour la première fois la circulation pulmonaire (dite « petite circulation ») **(Figure 4)**.

> *« Quand le sang a été raffiné dans cette cavité (le ventricule droit du cœur), il est indispensable qu'il passe dans la cavité gauche où naissent les esprits vitaux. Mais il n'existe pas de passage direct entre ces dernières. L'épais septum du cœur n'est pas perforé et ne présente pas de pores (…) le sang de la chambre de droite doit circuler par la veine artérieuse (artère pulmonaire) vers les poumons, s'y répandre, s'y mélanger à l'air, circuler dans l'artère veineuse (veine pulmonaire) pour rejoindre la chambre gauche du cœur et y former l'esprit vital ».*
> *« Le cœur ne possède que deux ventricules et il n'y a absolument aucune ouverture entre ces derniers (…) L'intérêt de ce sang (qui se trouve dans la cavité droite) est de rejoindre les poumons, de se mélanger avec l'air qui s'y trouve, puis de cheminer au travers des veines pulmonaires pour gagner la cavité gauche du cœur. »*
> Sharah Tashrih al Qanun, Ibn Al Nasif, XIIIe siècle.

Il faut ensuite attendre le milieu du XVIe siècle, avec ***André Vésale*** (1514-1564), anatomiste réformateur exerçant à Padoue, pour remettre en cause certaines théories de Galien.

En 1543, dans le livre 7 de son traité d'anatomie « *De humani corporis fabrica libri septem* », il soutient « *qu'il n'a jamais trouvé de conduits dans la cloison interventriculaire du cœur* », mais ces critiques sont limitées et il admet encore que « *le sang puisse filtrer à travers la cloison, du cœur droit vers le cœur gauche* ». Il se corrigera quelques années plus tard.

Ses descriptions anatomiques du système vasculaire sont précises et très imagées **(Figures 5 et 6)**.

En 1553, la théorie de la circulation pulmonaire est reprise par l'espagnol, ***Miguel Serveto y Conesa (ou Michel Servet) (1511-1553)***.

Dans son traité de théologie *« Christianismi Restitutio »,* il expose clairement cette théorie en reprenant les données d'*Ibn al-Nafis* et sera pour cela, jugé hérétique et brulé vif.

Il définit le sang comme un esprit vital et affirme que le sang veineux est épuré par les poumons pour revenir ensuite au cœur et que l'aération du sang doit s'effectuer dans les poumons.

Certaines erreurs persistent, comme celle qui consiste à placer le siège central du sang dans le foie.

De plus, on ne connaît pas la démarche scientifique de ***M. Servet*** et certains prétendent qui ne faisait peut-être

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

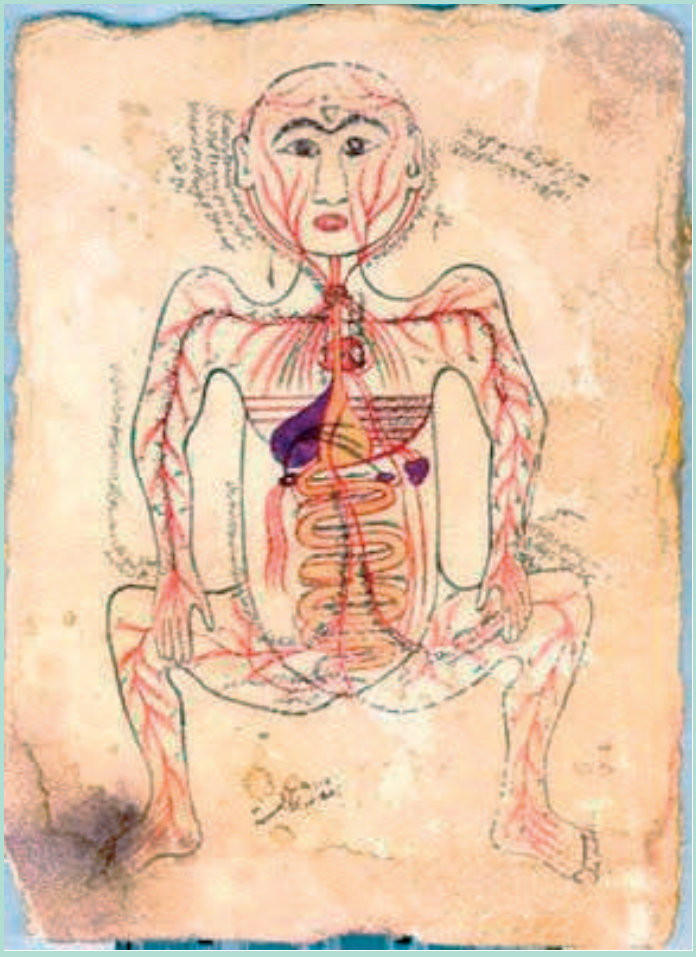


FIGURE 4 : **La circulation sanguine, Ibn Al Nafis, 1242.**

que retranscrire ce qui se disait alors à Padoue autour de *Colombo et Cesalpino* (et non l'inverse).

> *« (…) le ventricule droit communique avec le gauche. Or cette communication ne s'opère pas en nous par la paroi médiane du cœur comme on le croit vulgairement, mais par un grand et habile artifice.*
> *Le sang subtil est conduit du ventricule droit au poumon par un long chemin, là, il est élaboré, devient rutilant et passe de la veine artérieuse dans l'artère veineuse elle-même et l'expiration chasse les fuliginosités. »*
>
> M. Servet, « Christianismi Restitutio » 1553.

Realdo Colombo (1510-1559) et Andrea Cesalpino (1519-1603) sont deux médecins et chirurgiens italiens exerçant à Padoue puis à Rome. Quelques années après *Servet*, ils confirment l'existence de la circulation pulmonaire.

– *En 1559, dans le « De re anatomica », Realdo Colombo* décrit précisément la circulation pulmonaire et parle *« d'un usage nouveau du poumon »* qui n'est autre que l'hématose. Ses nombreuses vivisections lui permettent d'observer les mouvements du cœur et en décrivant les mouvements de systoles et de diastoles, il pressent la grande circulation. Mais il persiste à attribuer au foie le rôle du cœur.

> *« Entre ces ventricules est une paroi au travers de laquelle on croit que le sang passe du ventricule droit au ventricule gauche …c'est une grande erreur : en effet le sang va aux poumons par la veine artérieuse. Là, il abandonne une partie de sa masse, puis chargé d'air, se rend par l'artère veineuse au ventricule gauche ».*
>
> De re anatomica, Colombo, 1559.

– ***Andrea Cesalpino*** est l'élève de *Colombo*. Il confirme ces idées sur le passage du sang d'un cœur à l'autre par le poumon et il est le premier à employer le terme de « circulation ».
En 1571, dans son ouvrage *« Quaestionum peripateticarum libri quinque »*, il observe que le cœur est au centre du système artério-veineux, que les artères et les veines se divisent en filaments et qu'elles forment

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

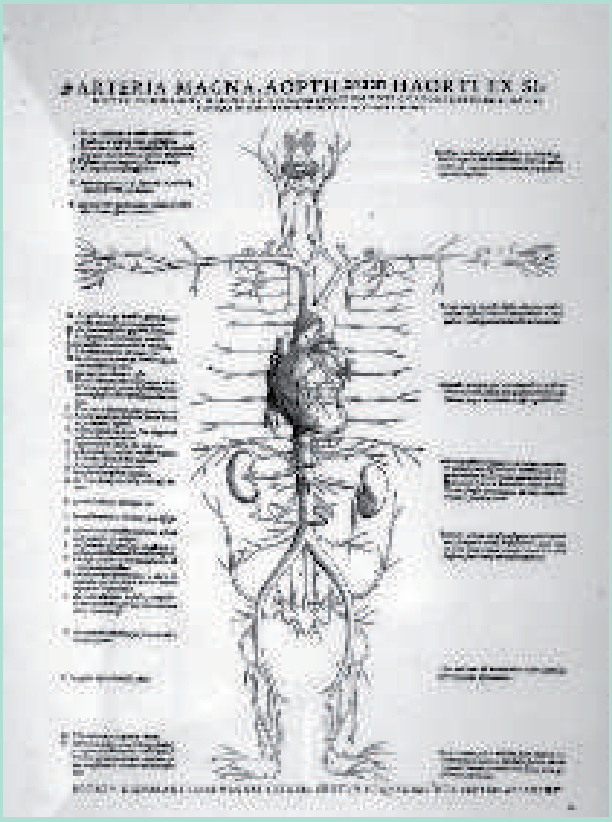


FIGURE 5 : Tabulae anatomicae sex, Arteria Magna.

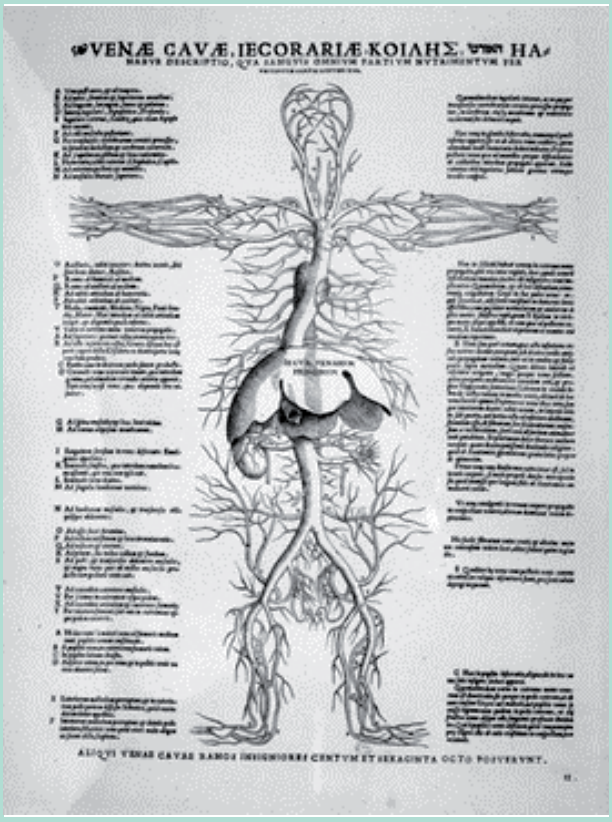


FIGURE 6 : Tabulae anatomicae sex, Venae Cavae.

A. Vésale. Édition Londres. Sir William Stirling Maxwell. 1874.

des anastomoses faisant passer le sang des artères vers les veines. Il démontre le trajet centrifuge du sang dans les veines et le trajet centripète dans les artères. Il pose ainsi les bases de la circulation générale, point d'appui des travaux de *William Harvey*.

– À la même époque, ***Bartholomeo Eustachio (1510-1574)*** et ***Juan Valverde (1525-1588)*** font des descriptions anatomiques détaillées du système artériel et veineux **(Figures 7 et 8)**.

L'histoire de la circulation sanguine « moderne » se poursuit et c'est ***Girolamo Fabrizio D'Acquapendente (Jérôme Fabrice d'Acquapendente) (1537-1619)*** médecin anatomiste italien, qui va encore la faire progresser grâce à ses découvertes sur les valvules veineuses.

Dès le IVe siècle av. J-C, ***Erasistrate*** décrit déjà des valvules dans les veines, mais n'en connait pas l'intérêt.

Avant ***Fabrice d'Acquapendente***, plusieurs médecins avaient déjà signalé l'existence de ces replis dans les veines : ***Charles Estiennes (1504-1564)*** avait découvert les valvules dans les veines sus hépatiques et les nomma les « apophyses membranarum ».

Amatus Lusitanus (1511-1568) et ***Giavonni Bastista Canano (1515-1579)*** les identifient dans la grande veine azygos.

Et en 1585, ***Solomon Alberti (1540-1600)*** en fera une description anatomique dans son « *Historia plerumque partium corporis humani* ».

Mais c'est véritablement ***Fabrice D'Acquapendente*** qui en fera une étude descriptive des plus précise dans son ouvrage « *De Venarum Ostiolis* » publié en 1603.

Il montre leurs caractéristiques anatomiques et leur répétitivité à tout le système veineux en dehors de la veine cave et des veines jugulaires internes.

Mais il ne fait que constater l'existence de ces valvules et n'en interprète pas clairement leur rôle. C'est ***William Harvey*** qui le fera quelques années plus tard **(Figure 9)**.

« Je nomme "petites portes" des veines ou veinules, des membranes parfois très tenues, situées dans la cavité interne des veines et que l'on rencontre principalement, tantôt simples, tantôt doubles et disposées par intervalles, dans celles qui parcourent les membres. Elles sont pourvues d'un orifice s'ouvrant dans le sens contraire de la racine des veines, sont fermées dans leur

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

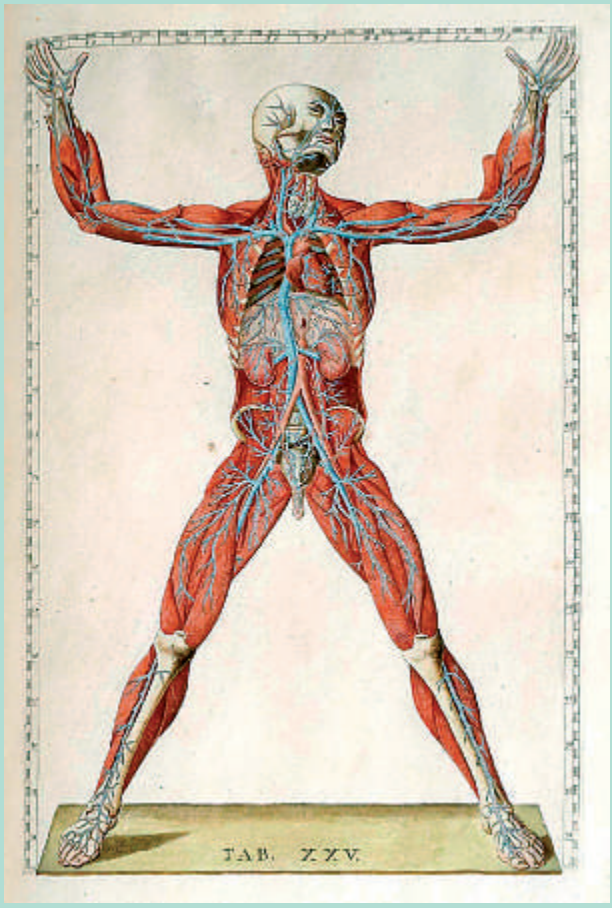


FIGURE 7 : ***In Tabulae anatomicae de Bartolomeo Eustachi,*** **planche XXV, Ed Western. Amsterdam, 1722.**

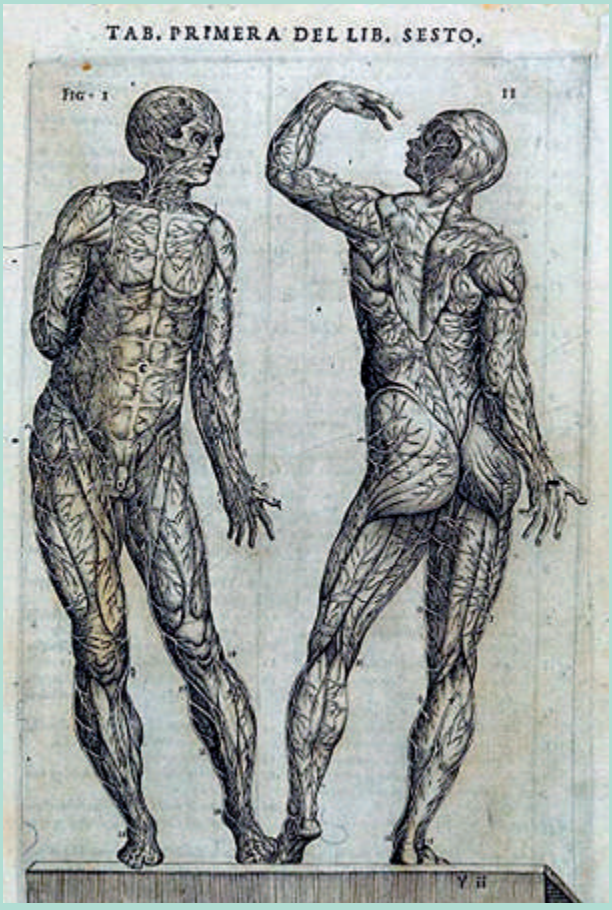


FIGURE 8 : ***Les Arlequins*****, Juan Valverde, 1556. BIU santé, Paris.**

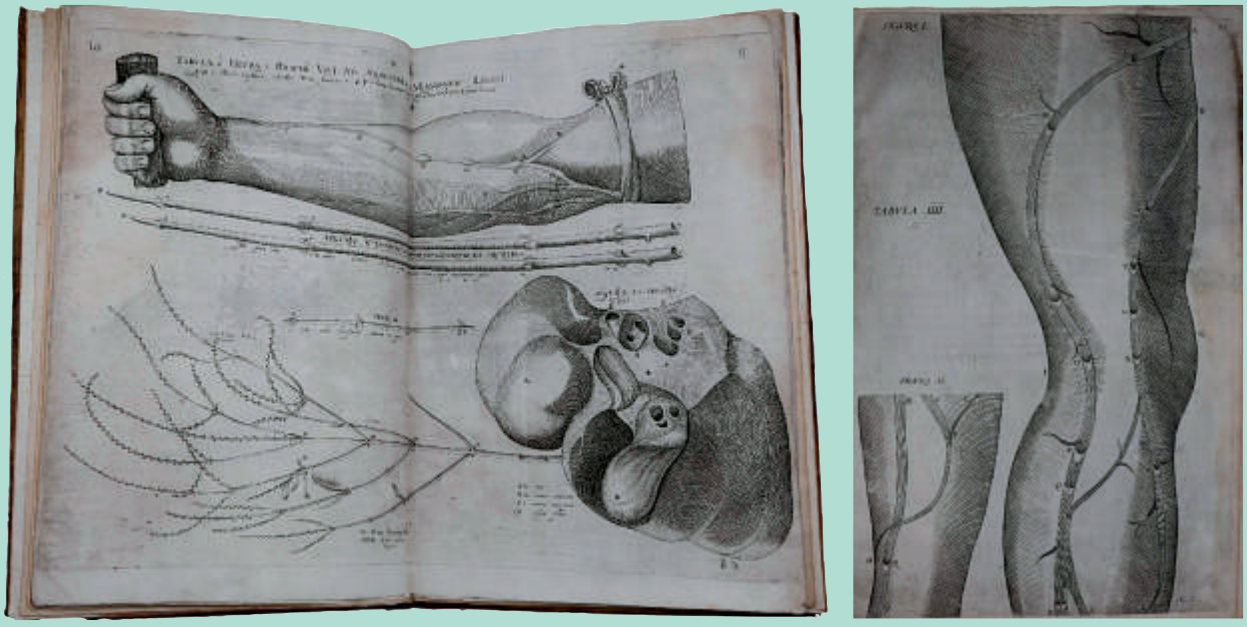


FIGURE 9 : ***De Venarum Ostiolis.*** **IIe et IVe planche. F. D'Aquapendente,1603.**
https://www.sophiararebooks.com/pages/books/3909/girolamo-fabrici-hieronymus-fabricius-ab-aquapendente/de-venarum-ostiolis

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

partie inférieure et rappellent par leur aspect extérieur ces nœuds que l'on voit aux tiges et aux rameaux des plantes.
Je pense que la nature les a créées pour retarder jusqu'à un certain point le cours du sang, pour empêcher de couler à flot ou en totalité, à l'instar d'un fleuve, soit vers les mains, soit vers les pieds ».

F. D'Acquapendente, De Venarum Ostiolis, 1603.

William Harvey et la découverte de la circulation sanguine « moderne »

William Harvey (1578-1657) médecin physiologiste anglais, est l'élève de Fabrice d'Acquapendente. Riche des acquis de ces prédécesseurs, il sait les étudier, les synthétiser, les critiquer, pour s'en servir de base à ces travaux de recherche.

Fabrice d'Acquapendente décrit les valvules des veines tournées vers le cœur.

Mais cette découverte constitue aux yeux d'Harvey une contradiction avec l'enseignement du maître qui suit en cela Galien : pour être logique, il faudrait que le courant veineux ne se heurte pas à l'obstacle des valvules, mais au contraire, donc que le sang remonte vers le cœur par les veines.

C'est sur cette intuition et s'appuyant sur des expérimentations rigoureuses et probantes, que ***W. Harvey*** fait la démonstration de ce qui sera considéré comme la plus grande découverte médicale du XVII[e] siècle : la découverte de la circulation du sang dans tout l'organisme.

Il démontre irréfutablement le mécanisme de la grande et de la petite circulation et sa description du phénomène circulatoire devient un modèle de recherche scientifique.

Il accomplit ses expériences sur plusieurs espèces animales puis découvre le rôle primordial du cœur dans la propulsion du sang vers les tissus.

En 1628, il publie à Francfort « Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus » dans lequel il donne un compte rendu précis des différentes étapes de la circulation sanguine dans l'organisme **(Figure 10)**.



FIGURE 10 : **« *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus* », Harvey,1628. BIU Santé-Paris.**

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

« Le sang, venant par les veines des différentes parties du corps, s'accumulait dans l'oreillette droite du cœur, passait dans le ventricule homologue, puis gagnait le poumon par l'artère pulmonaire, revenait ensuite par les veines pulmonaires à l'atrium gauche, passait dans le ventricule, et était propulsé dans tout l'organisme par l'artère aorte ».

« Je commençai à soupçonner qu'il existait une sorte de mouvement, comme dans un cercle. Ceci m'apparut plus tard véridique, le sang était propulsé par le battement du ventricule gauche et était distribué à travers les artères de l'ensemble du corps »

« Le passage du sang dans les artères, immédiatement consécutif à la transformation d'une compression serrée en une compression lâche, le gonflement constant des veines au-dessus de la ligature, alors que les artères sont indemnes constituent la marque que le sang va des artères aux veines et non en sens inverse, et qu'entre ces deux vaisseaux, il y a soit des anastomoses, soit des porosités intra tissulaires qui permettent le passage du sang. La fonction des valvules veineuses est identique à celle des trois valvules sigmoïdes placées à l'orifice de l'aorte et de la veine artérieuse : elles oblitèrent hermétiquement l'orifice pour s'opposer au reflux du sang dont elles ont permis le passage ».

« Tels sont les organes et le tracé du transit du sang et de son circuit : d'abord de l'oreillette droite au ventricule, du ventricule à travers les poumons jusqu'à l'oreillette gauche et, de là, dans le ventricule gauche, dans l'aorte et dans toutes les artères s'éloignant du cœur, puis dans les porosités des organes, dans les veines et, par les veines, vers la base du cœur où le sang revient rapidement ».

Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus, W. Harvey. 1628.

Il en fait la démonstration expérimentale (ligatures), pharmacologique et physique (pressions différentes dans les deux circulations).

Comme il ne peut pas opérer sur les vaisseaux profonds, il cherche à confirmer le mécanisme de la circulation en observant les veines superficielles du bras, facilement accessibles à la vue et à la compression manuelle.

Il se sert des planches d'anatomie du « *De venarum Ostiolis* » pour préciser, grâce aux différentes positions de ces doigts, le mécanisme physiologique de la veine et des valvules, non décrit par Fabrice d'Acquapendente.

Des ligatures placées sur le bras d'un volontaire permettent de mettre en évidence le rôle des valvules des veines dans le retour du sang vers le cœur, base de la découverte de la grande circulation.

C'est de début de la méthode expérimentale en médecine **(Figure 11)**.

Il imagine la présence d'anastomoses artério-veineuses invisibles pour expliquer la continuité du flux sanguin, il devine des interactions entre les fonctions circulatoire et respiratoire, mais ne il comprend pas la physiologie de la circulation pulmonaire, qui sera totalement élucidée plus tard par ***Lavoisier***.

« De ces constations obtenues par les sens, il ressort manifestement que le sang passe uniquement par les poumons et nullement par les cloisons du cœur, mais

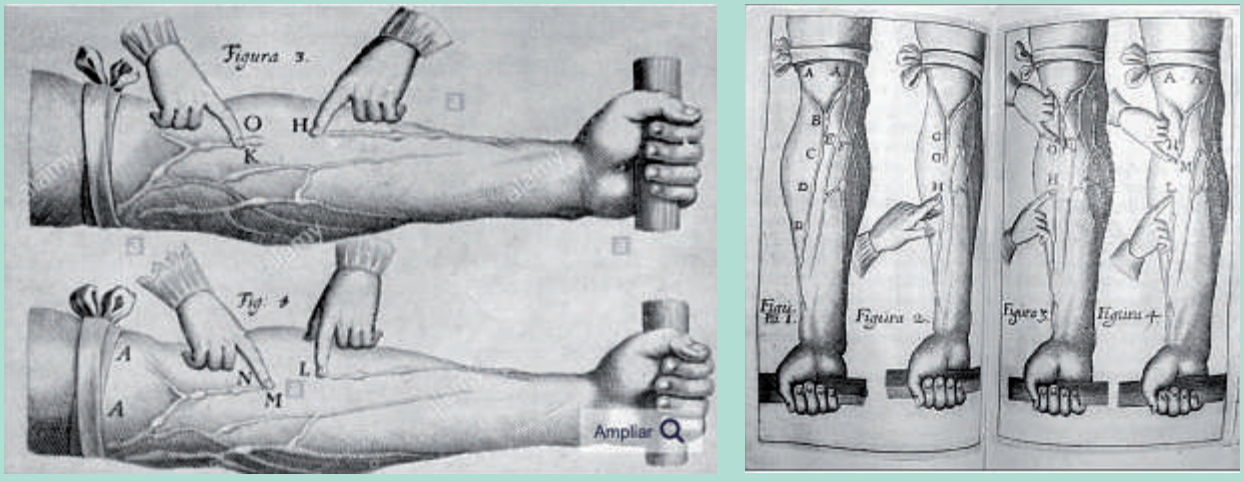


FIGURE 11 : **Expérience dite « des ligatures », « *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus* », Harvey, 1628. BIU santé- Paris.**
https://www.alamy.es/foto-una-ilustracion-historica-de-sobre-el-movimiento-del-corazon-y-la-sangre-en-los-animales-1628-por-el-medico-ingles-william-harvey-1578-1637-esta-imagen-muestra-las-venas-en-un-brazo-con-un-torniquete-ilustrando-la-manera-en-que-el-control-de-las-valvulas-de-las-venas-103985406.html

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

seulement quand les poumons fonctionnent en respiration et ne sont pas collabés ou arrêtés ».

Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus, W. Harvey. 1628.

William Harvey s'inscrit dans le modèle de pensée rationnelle et expérimentale qui émerge au décours de la première partie du XVII[e] siècle. Il réfute tout le savoir galiénique acquis depuis quinze siècles dans ce domaine et la circulation sanguine, pourtant alors scientifiquement prouvée ne va pas être unanimement adoptée.

Le monde scientifique se trouve alors divisé entre « les circulateurs » approuvant les théories de W. Harvey comme ***Descartes (1596-1650), Vieussens (1641-1715), Fagon (1638-1718)*** et les « anti-circulateurs » comme ***Riolan (1577-1657)*** ou ***Patin (1600-1672),*** qui déclarent la théorie d'Harvey « *paradoxale, inutile, fausse, impossible, absurde et nuisible* ».

En France, c'est Louis XIV, en 1672, qui ordonne que sa théorie soit désormais reconnue et enseignée publiquement au Jardin du Roi.

Les travaux complémentaires aux données de William Harvey

Les travaux sur la circulation sanguine de William Harvey sont complétés par deux découvertes importantes, celle des capillaires pulmonaires et celle du système lymphatique.

En 1661, ***Marcello Malphighi*** *(1628-1694)* découvre les capillaires pulmonaires en étudiant au microscope les vaisseaux des poumons de grenouilles.

En publiant « *De pulmonibus observationes anatomicae* », il termine les travaux de Harvey en apportant la preuve scientifique du passage du sang entre les artères et les veines et achève le conflit avec les anti circulateurs.

La découverte de la circulation lymphatique est l'œuvre de trois médecins.

En 1622, ***Caspare Aselli (1518-1626)*** publie dans le « *De lactibus Sive lacteis Venis* » la présence dans le corps « *de vaisseaux blancs, laissant sourdre après piqure une liqueur blanchâtre* ».

C'est la découverte du système lymphatique viscéral.

Il étudie leur fonctionnement et montre que *« les vaisseaux lymphatiques des intestins sont pleins lors de leur fonction ; sans cela, ils sont vides et invisibles. Cette remarque est à transporter aux autres vaisseaux du corps. Au repos, ils sont vides et ne transportent rien. Leur lumière est quasi collabée, la pression qui y règne est parfois négative ».*

En 1651, ***Jean Pecquet (1622-1674)*** décrit dans « *l'Experimenta Nova Anatomica* » le système du canal thoracique chez le chien (décrit quelques années auparavant chez le cheval, par ***Bartolomeo Eustache (1520-1574)***).

Enfin, ***Thomas Bartholin (1616-1680)*** poursuit les recherches anatomiques et décrit les vaisseaux du foie, du pelvis, du thorax, de la surface des poumons, de la partie inférieure du cou.

En 1652, il publie une planche qui représente avec précision le canal thoracique.

Les différents troncs convergents vers la naissance du canal sont bien dessinés ainsi que son trajet abdomino-thoracique à direction orientée vers la jugulaire gauche **(Figure 12)**.

B/ La prise en charge de la maladie veineuse du XVI[e] au XVIII[e] siècle

En parallèle de ces découvertes, la prise en charge médicale de la maladie veineuse se poursuit.

Elle est alors étroitement liée à la chirurgie.

On sait maintenant que les veines ne contiennent pas « les humeurs mauvaises » et qu'elles n'assurent pas la circulation des membres.

Les dogmes anciens refusant le bandage (pour ne pas contenir la bile noire à l'intérieur du corps) ou l'appréciation erronée de l'ulcère comme une porte de sortie des humeurs et non pas une complication des varices, vont être levés.

Au XVI[e] siècle

Jérôme Fabrice d'Acquapendente (1537-1619) joue un rôle majeur dans la découverte des valvules. Il connaît bien la maladie veineuse et en 1602, il préconise dans le « *De Chirurgicis Operationibus* », l'utilisation des premiers bas de contention à lacets, en cuir de chien.

Ambroise Paré (1509-1590), imminent chirurgien français, considéré comme « le père de la chirurgie moderne », reprendra les idées de ***Guy de Chauliac***, deux siècles plus tôt.

En 1579, dans son ouvrage « *les œuvres d'Ambroise Paré, chirurgien et conseillé du Roi* », il consacre plusieurs chapitres du douzième livre à la prise en charge des varices et de l'ulcère, dont un sur le bandage des ulcères et un autre sur le traitement chirurgical des varices (« les varices et le moyen de les couper »).

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



FIGURE 12 : **Les vaisseaux lymphatiques généraux, Bartholin, 1652.**

Pour le traitement de l'ulcère variqueux, il utilise une technique encore utilisée de nos jours : la compression concentrique par un bandage allant du pied au genou, et excentrique par un tampon placé sur la varice. Il attire l'attention sur le côté nocif d'un bandage trop serré **(Figure 13)**.

« Il fallait bander la jambe en commençant par le pied et en finissant au genou et ne pas oublier de mettre une petite compresse sur la veine variqueuse afin que rien ne coule dans l'ulcère ».

Ambroise Paré (1579).

En cas de thrombose douloureuse, il décrit déjà le principe de la micro thrombectomie (encore actuellement utilisée dans le traitement des complications de la sclérothérapie).

Il préconise l'incision de la veine et l'évacuation du sang.

« Quelquefois dedans, on y trouve des thrombus de sang desséché et dur, causant grande douleur au malade (…) a telles, on fera ouverture du corps de la veine afin d'évacuer la trop grande abondance contenue en elle, ensemble les thrombus comprimant tant en haut qu'en bas afin de les faire sortir ».

Ambroise Paré (1579).

Il note la relation entre l'ulcère et la varice et décrit la prise en charge chirurgicale de celle-ci :

« le patient est allongé, jambes demi fléchies.

Mise en place de deux garrots à la cuisse pour tuméfier la veine.

Marquage de la varice à la peau (à l'encre), puis incision de la peau sans fragiliser la veine.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Une fois celle-ci visible à l'œil nu, isolement de celle-ci à l'aide d'une aiguille pointe ronde et d'un fil. Retrait des garrots.

Ligature ferme de la veine à la partie supérieure et inférieure et section du corps de la veine.

Elle est laissée en place et tombera d'elle-même ». **(Figure 14)**

Au XVII^{e} et XVIII^{e} siècle

Bien que les techniques de compression se développent, les deux grands chirurgiens de l'époque, ***Pierre Dionis*** et ***Jean-Louis Petit*** restent partisan du traitement chirurgical des varices.

Cependant, le traitement par ligature et excision n'est pas très populaire, car très douloureux et pouvant être à l'origine de complications septiques mortelles.

Richard Wiseman (1622-1676), chirurgien de Charles II, y est fermement opposé en dehors des cas graves, car il la trouve trop douloureuse.

Il est le premier à décrire la relation entre la varice et les lésions ulcéreuses, et emploie le terme d'« ulcères variqueux ».

En reprenant les travaux de Fabrice d'Acquapendente, il invente un bas de peau à lacets qu'il nomme « Guêtre de Wiseman ». Il est l'un des premiers à parler d'insuffisance valvulaire **(Figure 15)**.

En 1707, ***Pierre Dionis (1688-1718)*** dans ces « *Cours d'opération de chirurgie, démontrées au jardin Royal* » consacre tout un chapitre à la description et la prise en charge chirurgicale des varices.

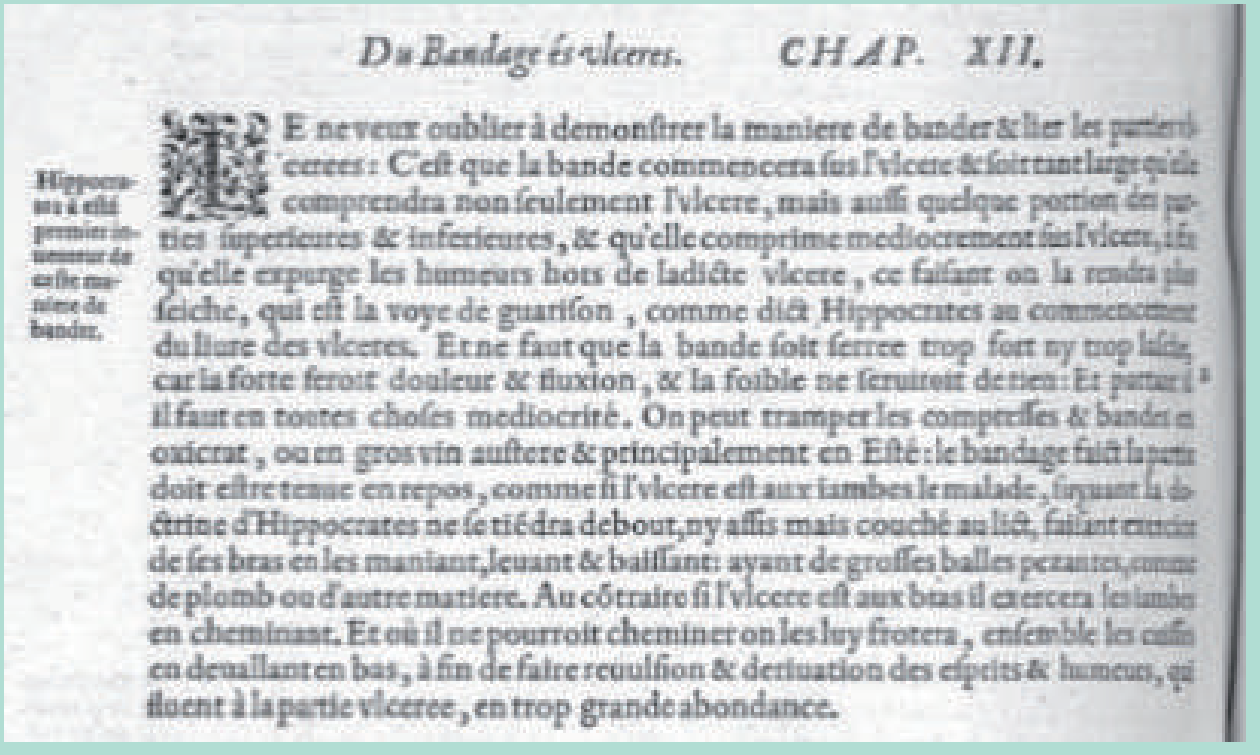
Il décrit déjà très bien la relation entre les varices et la grossesse et en fait une des causes principales, liée à la compression des veines iliaques.

> *« Il y a dans les veines des cuisses et des jambes, beaucoup plus de valvules que dans celles des autres parties.*
> *Ce sont d'autant d'échelons pour aider au sang à monter et à lui faciliter son retour vers la source.*
> *Quand le cours de ce sang est arrêté par la grosseur de la matrice, il pèse sur ces valvules, ils les dilatent et fait ces petites tumeurs de couleur violette qu'on voit d'espace en espace, le long des extrémités inférieures et qu'on appelle des varices ».*
>
> P. Dionis (1707).

Il sait également que les varices sont augmentées de taille dans la journée, et qu'il faut les traiter si elles deviennent douloureuses.

Il décrit trois possibilités dans le traitement des ulcères.

– Dans un premier temps, il utilise les ancêtres des médicaments veinotoniques, avec l'application *« de*



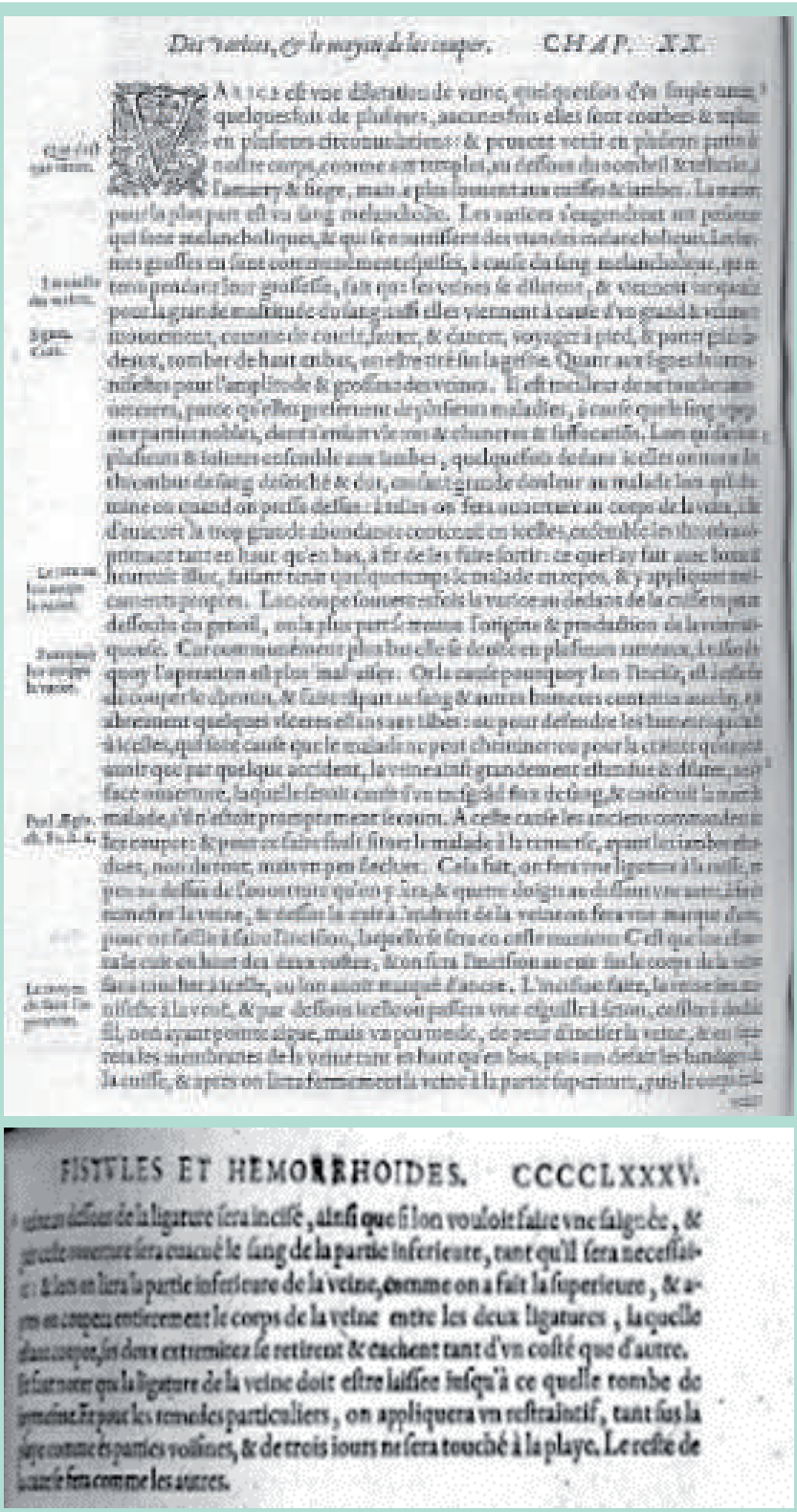
Du Bandage és vlceres. CHAP. XII.

Hippocrates a efté premier inuenteur de telle maniere de bander.

NE veux oublier à demonstrer la maniere de bander & lier les parties vlcerees: C'eſt que la bande commencera ſus l'vlcere & ſoit tant large qu'elle comprendra non ſeulement l'vlcere, mais auſſi quelque portion des parties ſuperieures & inferieures, & qu'elle comprime mediocrement ſus l'vlcere, tant qu'elle expurge les humeurs hors de ladicte vlcere, ce faiſant on la rendra plus ſeiche, qui eſt la voye de guariſon, comme dict Hippocrates au commencement du liure des vlceres. Et ne faut que la bande ſoit ſerree trop fort ny trop laſche, car la forte feroit douleur & fluxion, & la foible ne ſeruiroit de rien: Et partant il faut en toutes choſes mediocrité. On peut tremper les compreſſes & bandes en oxicrat, ou en gros vin auſtere & principalement en Eſté: le bandage fait la partie doit eſtre tenue en repos, comme ſi l'vlcere eſt aux iambes le malade, ſuyuant la doctrine d'Hippocrates ne ſe tiédra debout, ny aſſis mais couché au lict, faiſant exercice de ſes bras en les maniant, leuant & baiſſant: ayant de groſſes balles pezantes, comme de plomb ou d'autre matiere. Au cõtraire ſi l'vlcere eſt aux bras il exercera les iambes en cheminant. Et où il ne pourroit cheminer on les luy frotera, enſemble les cuiſſes en deualant en bas, à fin de faire reuulſion & deriuation des eſprits & humeurs, qui fluent à la partie vlceree, en trop grande abondance.

FIGURE 13 : « *Les œuvres d'Ambroise Paré, chirurgien et conseillé du Roi* » 12^{e} livre, chap. 12, le bandage des ulcères, Ed G Buon. BIU Santé, Paris.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



Des varices, & le moyen de les couper. CHAP. XX.

VARICE est vne dilatation de veine, qui quelquefois n'en occupe qu'vne simple, quelquefois de plusieurs, aucunefois elles sont courbes & replies en plusieurs circonuolutions: & prouient venir en plusieurs parties de nostre corps, comme aux temples, au dessous du nombril & inguine, à l'vmbry & siege, mais plus souuent aux cuisses & iambes. La matiere pour la plus part est vn sang melancholic. Les varices s'engendrent aux personnes qui sont melancholiques, & qui se nourrissent des viandes melancholiques: les femmes grosses en sont communément saisies, à cause du sang melancholique, qui en temps pendant leur grossesse, fait que les veines se dilatent, & viennent en repletion pour la grande multitude du sang: aussi elles viennent à cause d'vn grand & violent mouuement, comme de courir, sauter, & danser, voyager à pied, & porter pesans fardeaux, tomber de haut en bas, ou estre tiré sur la gesine. Quant aux signes des varices, elles sont manifestes pour l'ampleur & grosseur des veines. Il est meilleur de ne toucher aux varices, parce qu'elles preseruent de plusieurs maladies, à cause que le sang coule aux parties nobles, dont s'ensuit vne mort subite & suffocation. Les medecins ordonnent plusieurs & diuerses emplastres auec les tuilles, quelquefois dedans icelles on met de l'vmbre de sang desseché & cuit, en faisant grande douleur au malade lors qu'il le mange ou quand on puise dessus: à cause on fera ouuerture au corps de la varice, & tirera dehors la trop grande abondance contenue en icelles, en faisant les ligatures premierement tant en haut qu'en bas, à fin de les faire sortir: ce que i'ay fait auec bonne heureuse issue, faisant tenir quelquefois le malade en repos, & y appliquant medicaments propres. Le coupe donques estoit la varice au dedans de la cuisse en passant dessoubs du genoüil, en la plus part de mon temps l'origine & production de la varice procede. Car communément plus bas elle se diuise en plusieurs rameaux, à laquelle cause l'operation est plus malaisée. Or la cause pourquoy ie la fais, il est facile de couper le chemin, & faire départir le sang & autres humeurs contenus aussi, en obtenant quelques vlceres ou issues au tibet: ou pour defendre les humeurs qui accourent à icelles, qui sont cause que le malade ne peut cheminer ou pour la crainte qu'il en auroit que par quelque accident, la veine ainsi grandement estendue & diuisée, ne face ouuerture, laquelle seroit cause d'vn tres-grand flux de sang, & conduit le malade, s'il n'estoit promptement secouru. A cette cause les anciens commandent ne les couper: & pour ce faire fault situer le malade à la renuerse, ayant les iambes estendues, non du tout, mais vn peu fechies. Cela fait, on fera vne ligature à la cuisse, vn peu au dessus de l'ouuerture qu'on y fera, & quatre doigts au dessous vne autre, afin de remettre la veine, & dessous la carte à l'endroit de la veine on fera vne marque d'encre, pour on faille à faire l'incision, laquelle se fera en telle maniere. C'est que les chirurgiens coupent en haut des deux coustez, & on fera l'incision au cuir sur le corps de la veine sans toucher à icelle, ou l'on aura marqué d'encre. L'incision faite, la veine sera manifeste à la veuë, & par dessous icelle on passera vne esguille à fil double, sans point d'aiguë, mais vn peu mondé, de peur d'inciter la veine, & en separera les membranes de la veine tant en haut qu'en bas, puis on defait les bandages de la cuisse, & apres on lira fermement la veine à la partie superieure, puis le corps de la veine

FISTVLES ET HEMORRHOIDES. CCCCLXXXV.

vn peu dessous de la ligature sera incisé, ainsi que si l'on vouloit faire vne saignée, & par telle ouuerture sera euacué le sang de la partie inferieure, tant qu'il sera necessaire: & lors on lira la partie inferieure de la veine, comme on a fait la superieure, & apres on coupera entierement le corps de la veine entre les deux ligatures, laquelle estant coupée, ses deux extremitez se retirent & cachent tant d'vn costé que d'autre. Il faut noter que la ligature de la veine doit estre laissée iusqu'à ce qu'elle tombe de pourriture. Et pour les remedes particuliers, on appliquera vn restraintif, tant sus la playe comme és parties voisines, & de trois iours ne sera touché à la playe. Le reste de la cure se fera comme les autres.

FIGURE 14 : « Les œuvres d'Ambroise Paré, chirurgien et conseillé du Roi » 12^{e} livre, chap. 20, « Des varices et le moyen de les couper ». Ed G Buon. BIU Santé, Paris.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

remèdes astringents capables de resserrer les membranes de la veine trop étendue » (fève, poudre de bol d'Arménie, farine ...).

– Puis, si nécessaire, il utilise la technique du bandage concentrique (allant du pied au genou) et excentrique (avec application localisée de compresses sur la varice). C'est l'ancêtre de la compression excentrée actuelle.

– Enfin, si besoin, il a recours à la chirurgie soit par incision simple telle une saignée, soit par la technique décrite précédemment par Ambroise Paré (ligature et excision), associée au bandage **(Figure 16)**.

  • Il emploi le nom original de « Kirsotomie » pour le traitement des varices (dérivé de *Kirsos* signifiant varices et *Temnin* qui veux dire couper) *« on entend par le mot de varices, des veines dilatées qui demandent une opération pour les guérir, qu'on appelle Kirsotomie »*. P. Dionis (1707).

Jean-Louis Petit (1674-1750), brillant chirurgien sous Louis XV, membre de l'Académie Royale de chirurgie, publie en 1774, *le « Traité des maladies chirurgicales et des opérations qu'ils leurs conviennent »*.

Il y décrit sa prise en charge des varices et des ulcères variqueux.

Il met en évidence la relation entre ces deux entités et sait que l'ulcère ne se soignera que si la varice qui en est la cause est guérie.

« Il n'est pas étonnant que les varices s'opposent à la guérison de l'ulcère, puisqu'elles en sont souvent les causes immédiates (...) aussi la première intention que l'on doit avoir dans la cure des ulcères variqueux est de détruire les varices s'il est possible, ou, si cela ne se peut, de les rendre moins contraires ».

J.L. Petit (1774).

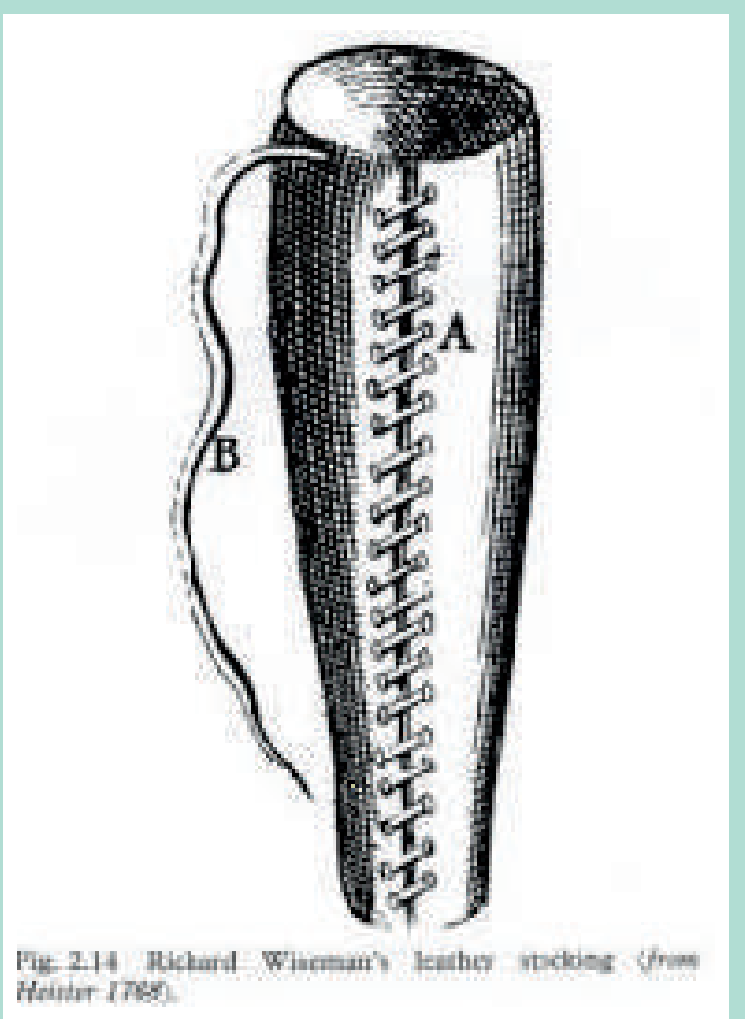


FIGURE 15 : **Guêtre de Wiseman.**

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



FIGURE 16 : **« *Cours d'opération de chirurgie, démontrées au jardin Royal* », P. Dionis, BNF, Gallica : les outils nécessaires au traitement chirurgical des varices. En G, les bandages.**

Il décrit précisément, sur tout un chapitre, le mécanisme physiopathologique de l'insuffisance veineuse, le rôle des valvules, les facteurs favorisants comme la grossesse et la station debout et dit que *« tout ce qui s'oppose à l'ascension du sang dans les veines doit en être la principale cause »*.

Ses connaissances pour l'époque sont très détaillées et proches de nos connaissances actuelles.

Il recommande de première intention le bandage compressif pour le traitement de l'ulcère, mais surtout le bas en peau de chien, que le malade pourra mettre en place lui-même, plus efficace que le bande en toile, jugée trop raide.

Puis, si cela est nécessaire, il pratique la chirurgie de la varice, au mieux par une saignée ou bien par une exérèse complète en reprenant la technique de ligature/excision d'Ambroise Paré.

> *« J'ai mis en usage avec succès le bas de peau de chien, que je préfère au bandage parce qu'on peut le rendre plus ou moins compressif au moyen d'un lacet, avec lequel on sert au degré convenable. (…) la peau de chien peut obéir aux efforts que fait le malade en marchant, et reprends son ressort après que l'effort est passé ».*
>
> J.L. Petit (1774).

À la fin du XVIII^{e} siècle

La place de la compression veineuse dans le traitement de la varice, mais surtout de l'ulcère, se développe en Europe.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

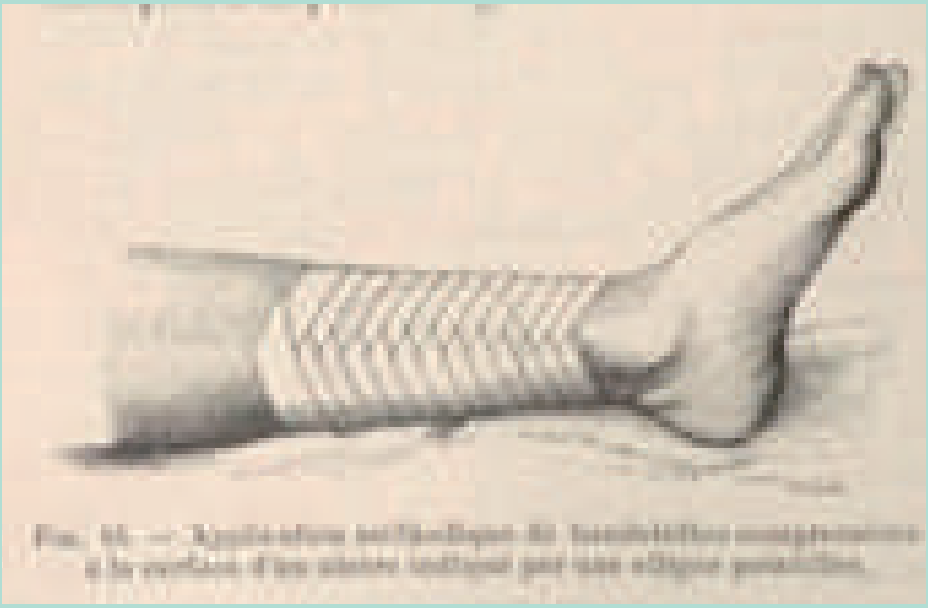


FIGURE 17 : **Technique du bandage de Baynton (1797).**

Johann Christian Anton Thenden (1714-1797), chirurgien allemand, est le premier à détailler la technique de pose de la bande en englobant les orteils.

Les différentes spires doivent être cousues ou maintenues par une chaussette pour éviter le glissement.

En 1771, dans son ouvrage « *Neue Bemerkungen und erfahrungen zur Bereicherung des Wundarzneykunst und Arzneygelahrdheit* » ***J.C. Anton Thenden*** décrit :

> *« Le grand avantage d'envelopper les extrémités dans ces bandages »,*
>
> *« le bandage réduit quelque peu le mouvement des humeurs et augmente leur flux de retour ».*
>
> J.C. Anton Thenden (1771).

En 1778, ***Benjamin Bell (1749-1806)*** chirurgien écossais, publie dans « *The theory and management of ulcers* » l'intérêt des bandes adhésives étirées pour le rapprochement des berges de l'ulcère. Il recommande le repos strict.

La même année, ***Mickael Underwood (1736-1820),*** dans son traité *« Surgical tracts, containing a treatise upon ulcers of the leg »* recommande, à l'inverse de B. Bell, la compression associée à la marche afin d'éviter *« la mobilisation lente des humeurs »*.

En 1797, ***Thomas Bayton (1761-1820)*** médecin anglais, publie dans un article nommé « *Descriptive Account of a New Method of treating Ulcers of the Leg* », l'intérêt d'un système de bandage à l'aide de fines bandelettes entrecroisées « agglutinatives » (adhérentes) pour le traitement de l'ulcère.

Il reprend la théorie de ***B. Bell*** sur la nécessité, pour le guérir, de rapprocher les berges de l'ulcère à l'aide de bandages serrés.

Mais plusieurs médecins s'y opposent en raison de son caractère macérant **(Figure 17)**.

En parallèle, plusieurs médecins comme ***G.E Von Haller (1735-1786)***, ***James Baillie (1737-1793)*** ou ***Everard Home (1756-1832)*** travaillent *sur la physiopathologie de la maladie veineuse*.

Ils permettent d'identifier par exemple :
- La relation entre l'œdème et la compression veineuse,
- Le risque de thrombose veineuse en cas de stagnation du flux sanguin,
- Ou bien le rôle de différents paramètres corporels comme le poids et la taille sur la tension veineuse.

Débutante à la fin du XVIII^{e} siècle, *la physiopathologie de la maladie veineuse* connaîtra un essor majeur et une explosion des connaissances au XIX^{e} siècle.