

# Petite histoire de la circulation du LCR et du traitement de l'hydrocéphalie

## *A short history of the knowledge of the CSF circulation and the treatment of hydrocephalus*

**J. Noterman**

Chargé de cours honoraire, U.L.B.

### RESUME

*L'histoire de la physiologie du LCR est d'abord évoquée. Celle-ci permettrait de comprendre l'hydrocéphalie dont le nom remonte à Hippocrate (460-377 BC). Le traitement de cette dernière n'aboutira à des propositions thérapeutiques valables qu'au XX<sup>ème</sup> siècle et ce n'est qu'au cours de la seconde moitié de celui-ci qu'apparaissent les valves de dérivations qui devaient enfin amener des résultats plus satisfaisants.*

*Rev Med Brux 2007 ; 28 : 131-6*

### ABSTRACT

*A short history of the knowledge of the CSF circulation is presented. The treatment of hydrocephalus is dependant of this knowledge and it is only in the second half of the XX<sup>th</sup> century that effective therapeutics with a variety of shunts will be developed.*

*Rev Med Brux 2007 ; 28 : 131-6*

*Key words : CSF circulation, hydrocephalus, medical history, hydrocephalus treatment*

### INTRODUCTION

Le liquide céphalo-rachidien (LCR), d'abord largement passé sous silence dans l'antiquité sera ensuite considéré comme le véhicule du " *pneuma* " dans le cerveau, principe vital cher à Galien. Sa formation, sa circulation, sa résorption seront ignorées ou mal connues pendant pratiquement 2.500 ans depuis l'apparition du mot " hydrocéphalie ". Ce mot ne correspondait d'ailleurs pas à la définition que nous lui donnons de nos jours à savoir, pour la grande majorité des cas, une accumulation de LCR dans les ventricules cérébraux.

La genèse de cette hydrocéphalie, incomprise pendant plus longtemps encore que la circulation du LCR, ne permit pas de trouver des réponses thérapeutiques adéquates avant le XX<sup>ème</sup> siècle.

Pour comprendre ce long parcours, il est nécessaire d'envisager d'abord les étapes qui menèrent à la compréhension de la physiologie du LCR nécessitant la connaissance anatomique des voies d'écoulement dans un premier temps pour ensuite comprendre où le LCR se formait et enfin où il était résorbé.

Dans un second temps, l'hydrocéphalie sera abordée ainsi que les traitements qui furent proposés des origines à nos jours.

### LE LCR : FORMATION, CIRCULATION ET RESORPTION

Pour Hippocrate, les collections de " liquides " constituant l'hydrocéphalie sont extracérébrales. Dans certains cas, elles seraient formées par une liquéfaction du cerveau due aux crises d'épilepsie. Il ne précisait toutefois pas le siège d'accumulation de ce liquide<sup>1</sup>. Il reste improbable qu'il ait ponctionné les ventricules et les espaces sous-duraux, les connaissances anatomiques de l'époque étant fragmentaires et se résumant à celles obtenues par l'examen des traumatismes crâniens ouverts.

Il faut attendre cinq siècles et Galien de Pergame (130-200 AD) pour voir apparaître la première hypothèse de la formation du LCR par les plexus choroïdes. Il découvre de plus qu'il existe une ouverture dans le IV<sup>ème</sup> ventricule (V4) vers les espaces sous-arachnoïdiens chez l'animal bien avant Magendie. Il n'en tirait cependant pas la conclusion d'une circulation extracérébrale du LCR. En ce qui concerne la résorption du LCR, Galien pensait que celui-ci passait

de l'infundibulum du III<sup>ème</sup> ventricule (V3) vers la tige pituitaire et de là dans la gorge par des tubes infundibulaires allant au palais. Il décrivait aussi un passage vers le nez au travers de la lame criblée pour former le catarrhe nasal. Ce LCR serait pour lui, le support intracrânien du " *pneuma* " force vitale hypothétique véhiculée par le sang. Ne disposant que de la dissection animale, cette " circulation " n'était pas mal imaginée à une époque où l'expérimentation était impensable et l'accès aux cadavres humains proscrite.

Il y avait pour lui quatre sortes d'hydrocéphalie : sous-durale, extra-durale, entre os et péricrâne et entre péricrâne et peau<sup>1</sup>. Il s'en tenait sur ce point aux vues d'Hippocrate.

Au X<sup>ème</sup> siècle soit huit cents ans plus tard, Abulcasis de son nom arabe Abul-Quasim Al-Zahrawi (936-1013 AD) en est toujours aux conceptions galéniques.

Il faut attendre la Renaissance et Léonard de Vinci en 1510 pour voir la première illustration du système ventriculaire humain mais où l'infundibulum du V3 atteint encore la base du crâne conformément aux vues de Galien dont il était dangereux de s'écarter si, d'autre part, le V4 a l'air borgne (Figure 1).

C'est Vésale (1514-1564) qui, en 1543, donne une première description scientifique du LCR remplissant les ventricules chez l'homme, grâce aux autopsies enfin permises. Il remet en cause la conception de Galien concernant la résorption du LCR ne retrouvant pas les tubes infundibulaires à la base du crâne.

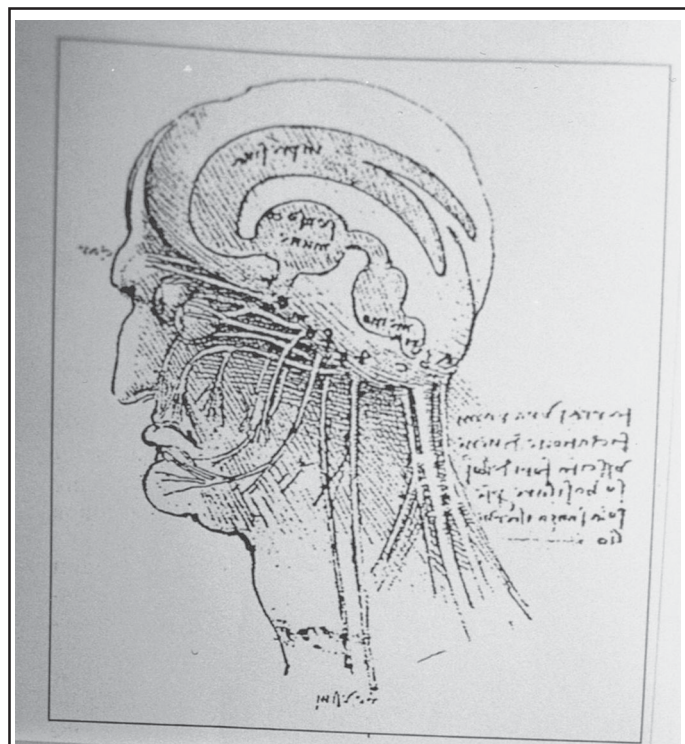


Figure 1 : Dessin du système ventriculaire humain par Léonard de Vinci montrant le contact du V3 avec la base du crâne et l'absence d'ouverture du IV<sup>ème</sup> ventricule.

Au siècle suivant, suite aux travaux de Harvey (1578-1657) sur la circulation sanguine, deux Oxfordiens comme lui devaient apporter une contribution significative à l'explication de cette troisième circulation. Willis (1621-1675) postula que le LCR devait être drainé par le réseau veineux. La résorption se ferait par les veines du nez au travers de la lame criblée (toujours Galien dont il était si difficile de se démarquer !). Lower (1631-1691), à sa suite, devait parvenir à démontrer l'imperméabilité de la lame criblée et croyait que le LCR était repris par les veines au voisinage de l'infundibulum car il ne mettait pas en évidence les sorties du V4 que Galien avait décrites chez les animaux.

Sylvius (1614-1672), à la même époque, devait décrire l'aqueduc déjà représenté par Vinci un siècle plus tôt. Les sorties du V4 entrevues par Galien seront oubliées, pour leur part, jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle.

Pacchioni (1665-1726) découvrait les granulations qui portent son nom en 1701 mais ne les interprétait pas comme étant le siège de la résorption du LCR. Celle-ci se faisait pour lui dans les sinus veineux par l'intermédiaire d'hypothétiques nodules lymphatiques. C'est Fantoni, en 1738, qui devait donner la bonne explication de la fonction des granulations en en faisant un des sièges de la résorption par le système veineux.

Peu après, en 1747, von Haller en Suisse<sup>2</sup> rapportait que le LCR passait des ventricules dans les espaces sous-arachnoïdiens spinaux, ce qui était implicitement reconnaître les orifices de Magendie et/ou de Luschka. La résorption du LCR n'est pas détaillée par lui mais supposée se faire par le système veineux.

Arrive alors Magendie (1783-1855) qui, outre la description d'un des orifices du V4, va démontrer que le LCR occupe les ventricules et les espaces sous-arachnoïdiens qui communiquent entre eux par le V4 et que l'hydrocéphalie s'accompagne souvent d'un obstacle au niveau de l'aqueduc ou du V4. Il propose toutefois une explication de la troisième circulation qui va faire perdre un temps considérable à la pleine compréhension de celle-ci. Pour lui, le LCR serait sécrété à la surface du cerveau et circulerait vers les ventricules pour être résorbé au niveau des plexus choroïdes ! Cette circulation *a retro* allait à l'encontre des hypothèses antérieures mais la personnalité de Magendie jeta le trouble dans les esprits pour un temps supplémentaire<sup>3</sup>.

Faivre, en 1854, et Luschka, en 1855, devaient confirmer, 200 ans après l'hypothèse de Willis, la production du LCR par les plexus choroïdes et remettre en quelque sorte la circulation du LCR à l'endroit<sup>2</sup>.

Ce sont finalement Key et Retzius, en 1876, qui prouvèrent irréfutablement que le LCR était sécrété par les plexus choroïdes. Il circulait ensuite dans le système ventriculaire pour gagner les espaces sous-arachnoïdiens et être résorbé au niveau des villosités

et des granulations de Pacchioni<sup>1</sup>.

Les travaux de Dandy, en 1913 et 1919<sup>4,5</sup> sur l'hydrocéphalie expérimentale, devaient démontrer le rôle des obstructions dans sa genèse qu'elles soient situées au niveau des trous de Monro, de l'aqueduc, du V4 ou des citernes basales ainsi que la résorption préférentielle du LCR au niveau du sinus longitudinal supérieur.

Depuis, si les descriptions de Key et Retzius restent globalement valables, les connaissances se sont affinées. On connaît maintenant la sécrétion partielle du LCR (20-30 %) et la résorption trans-épendymaire surtout dans les cas pathologiques<sup>4</sup>, la sécrétion et la résorption spinale ainsi que le rôle très secondaire du système lymphatique dans la résorption autour du nerf olfactif principalement et des racines spinales<sup>6</sup>.

## L'HYDROCEPHALIE ET SON TRAITEMENT

Le terme d'hydrocéphalie se retrouve pour la première fois chez Hippocrate et, comme déjà mentionné plus haut, il ne correspond que très imparfaitement à ce qu'il recouvre actuellement. Galien, au II<sup>ème</sup> siècle AD, devait reprendre cette définition de collections extracérébrales en en décrivant quatre types mentionnées plus haut. Seules les collections sous-arachnoïdiennes peuvent encore prétendre maintenant au terme d'hydrocéphalies " externes " dans certains cas<sup>1</sup>.

Les trépanations de l'époque, pour rares qu'elles étaient, se pratiquaient presque exclusivement dans des cas traumatiques<sup>7</sup> et il est peu probable qu'Hippocrate ou Galien aient volontairement ponctionné les ventricules cérébraux qui étaient inconnus du premier et que le second ne connaissait qu'imparfaitement par ses dissections d'animaux.

Il faut attendre huit siècles pour qu'Abulcasis décrive une hydrocéphalie infantile qui serait provoquée par les compressions du crâne par la mère. Il préconisait la trépanation au scalpel pour laisser s'écouler le liquide avant d'enserrer le crâne dans un bandage pour tenter de réduire son périmètre<sup>8,9</sup>. Il n'est pas certain que, pour lui, les définitions de Galien aient été remises en question et qu'il ait été conscient de l'existence du système ventriculaire. En fait, de ± 500 BC à la moitié du XVI<sup>ème</sup> siècle, soit plus de 1.500 ans, l'hydrocéphalie est demeurée pratiquement en le même état de connaissances très fragmentaires et erronées.

C'est Vésale qui en fera la première description anatomique correcte. Il est crédité en effet de la première description d'une hydrocéphalie chez un enfant de deux ans où le LCR siège dans les ventricules distendus avec un cerveau réduit à une membrane tissulaire<sup>10,11</sup>. Cette description mettait fin à deux millénaires d'errements sur cette pathologie. Il pensait cette affection incurable.

Après lui, il faudra attendre deux siècles supplémentaires pour découvrir les descriptions cliniques de Morgagni (1682-1771) accompagnées par la remarque claire que la ponction évacuatrice ne guérit pas et entraîne convulsions et décès<sup>11</sup>. C'est à Claude-Nicolas Le Cat, en 1744, que nous devons la première description d'un système de trocard à demeure permettant des vidanges itératives<sup>12</sup>. Les résultats n'en étaient pas moins catastrophiques dus à la méconnaissance de l'asepsie et de l'effet des décompressions brutales.

Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, la plupart des traitements proposés étaient donc médicaux, consistant le plus souvent en des bandages ou des plâtres de contention de la boîte crânienne. Dans de rares cas, on pouvait constater un arrêt de la progression de l'hydrocéphalie attribué à ces contre-pressions. Nous nommons maintenant ces états d'hydrocéphalies arrêtées. Chez celles-ci, la formation et la résorption retrouvent un équilibre par les mécanismes compensateurs que nous verrons plus loin. Que ces contentions aient pu accélérer la mise en route des mécanismes compensateurs est encore débattu aujourd'hui.

Il faut attendre le XIX<sup>ème</sup> siècle et l'explication de la circulation du LCR proposée par Key et Retzius d'une part, la découverte de l'anesthésie par Wells et Morton en 1844-46, et enfin celle de l'asepsie par Lister en 1867, pour voir se développer les premières tentatives de drainage continu quand bien même le phénomène obstructif de l'hydrocéphalie ne soit pas encore bien appréhendé<sup>1,3</sup>.

Pour Chipault, en 1894<sup>13</sup>, la cause obstructive n'est pas clairement admise. Il préconise encore les ponctions lombaires vulgarisées par Quinke en 1891 à l'occasion de ses travaux sur la mesure de la pression du LCR. Associés à ces ponctions, il proposait dans un premier temps de tailler deux volets pariétaux pour permettre ensuite de comprimer le crâne. On voit ici que la compréhension de la pathologie n'est toujours pas satisfaisante si le danger de la vidange brutale est pris en compte. De plus ce type de vidange lombaire ne peut donner de résultats symptomatiques que dans les hydrocéphalies communicantes.

Ce n'est qu'en 1913, suite aux travaux de Dandy et Blackfan<sup>4</sup>, que l'hydrocéphalie fut enfin comprise comme le résultat d'une obstruction à la circulation ou à la résorption du LCR. Par cette publication complétée en 1919<sup>5</sup>, ces auteurs devaient faire la démonstration expérimentale des phénomènes liés à la troisième circulation. De plus, par l'invention de la ventriculographie gazeuse par le premier en 1918<sup>14</sup>, il était possible pour la première fois de visualiser le lieu de l'obstruction chez l'enfant hydrocéphale. Cette technique invasive était malheureusement très mal supportée en cas d'hypertension intracrânienne importante, ce qui limita son emploi.

De ces travaux, on pouvait déduire que le traitement pouvait se baser sur quatre objectifs : traiter



la cause de l'obstruction, réduire la formation de LCR, établir simplement un *bypass* de l'obstruction vers différentes structures, ou enfin dériver le LCR au travers d'une valve vers la circulation veineuse ou une cavité où il pourrait être éliminé<sup>15</sup>.

### Traitement de la cause

Les difficultés diagnostiques rendaient cette approche difficile avant l'apparition d'une imagerie neurologique correcte et donc attendraient la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle pour pouvoir être évaluée avec rigueur. Toutefois dès 1920, Dandy avait cathétérisé l'aqueduc et placé un tube en caoutchouc dans celui-ci pour en maintenir la perméabilité dans les atrésies. Après lui, c'est Leksell, en 1949<sup>16</sup>, qui reprit cette technique sur une dizaine de cas mais n'était pas satisfait des résultats. Elvidge, en 1966, devait encore essayer cette technique avec des tubes synthétiques mais déplorait une mortalité de 20 %. Actuellement, seule une obstruction membraneuse de l'aqueduc garde encore une éventuelle indication de ce procédé risqué vu les structures de voisinage.

Pour les causes tumorales, la règle actuelle est de lever l'obstruction par l'exérèse de celles-ci dans la mesure du possible et de n'avoir recours aux dérivations que s'il existe une impossibilité de rétablir la circulation.

Il n'existe, à ce jour, pas de traitement causal valable pour les troubles de la résorption liés aux infections ou aux hémorragies.

### Réduire la formation du LCR

Historiquement, depuis les cures de déshydratation jusqu'à l'emploi de toutes les pharmacopées ésotériques, rien n'a donné de résultats probants.

Sur le plan médical, seul l'emploi de l'acétazolamide (Diamox®) demeure un adjuvant qui a prouvé une certaine efficacité.

La radiothérapie des plexus choroïdes, surtout chez l'enfant, s'est révélée avoir des effets catastrophiques sur le système nerveux pour être encore proposée.

Dandy devait réaliser la première plectomie choroïdienne des ventricules latéraux suite à ses travaux expérimentaux. Dans les années 20 à 50, cette lourde intervention fut pratiquée assez souvent. Le malheur veut que les échecs fussent très nombreux avec un effet dévastateur à la fois sur la conception que l'on avait de la troisième circulation mais aussi sur l'attitude thérapeutique à adopter.

Il faudra attendre les travaux de Bering, en 1965<sup>17</sup>, et de Pollay et Curl, en 1967<sup>11</sup>, pour apprendre que la formation de LCR de même que sa résorption se passent aussi en trans-épendymaire. Cette

résorption est pression-dépendante alors que la formation du LCR ne l'est pratiquement pas. Ces démonstrations expliquaient enfin les échecs des plectomies des ventricules latéraux et en même temps le phénomène des hydrocéphalies arrêtées grâce à cette résorption compensatrice partielle.

### Les *bypass* ventriculaires vers les espaces sous-arachnoïdiens, la circulation veineuse ou d'autres endroits de résorption

C'est Payr, en 1907<sup>15</sup>, qui connecte pour la première fois le ventricule au sinus longitudinal par un greffon veineux. En 1908, Von Bramann rapporte la ponction du corps calleux pour établir une communication entre les citernes et le système ventriculaire avec des résultats insuffisants pour Denk en 1927. Ces essais, ainsi que d'autres dans les années 20 à 40, furent des échecs pour la plupart car le drain se thrombosait facilement surtout celui connecté au système veineux par suite de reflux et d'intolérance de matériel (Figure 2).

Dandy, en 1922, introduit la technique de la fenestration du plancher du V3 et de sa paroi latérale par voie fronto-basale. Mixer, en 1923, par voie endoscopique au travers du trou de Monro devait pratiquer la même ouverture du V3 dans la citerne interpédonculaire, intervention qui se pratique encore aujourd'hui<sup>1</sup>.

En 1936, Stookey et Scarff proposent une double fenestration du V3 dans la citerne chiasmatisque et interpédonculaire. Pour Scarff, revoyant en 1963 la littérature sur le sujet, la mortalité avoisinait les 15 % et les succès initiaux 79 % ce qui était acceptable pour l'époque<sup>15</sup>.

D'autres techniques de dérivations de type ventriculo-cisternales furent encore proposées telle celle de Torkildsen, en 1939<sup>18</sup>, dérivant la corne occipitale du ventricule latéral dans la grande citerne par un drain en caoutchouc, toujours pour les hydrocéphalies dites obstructives.

Ces diverses techniques aux variantes nombreuses ne donnaient que des résultats mitigés (58 % pour Torkildsen). Matson, en 1979, devait attribuer ces échecs dans les hydrocéphalies obstructives à la perte de résorption des espaces sous-arachnoïdiens par une trop longue mise hors circuit.

Ainsi, déjà avant ces constatations, une série de dérivations à distance devaient être proposées : ventriculo-mastoïdienne par Nosik en 1950<sup>19</sup>, vers le canal thoracique, les corps vertébraux, la cavité pleurale, les trompes de Fallope<sup>15</sup>, l'uretère par Matson en 1949<sup>20</sup>, etc. (Figure 3).

Toutes ces techniques ne donnaient finalement que des résultats médiocres de par la fréquente obstruction des drains utilisés et par l'absence de contrôle du drainage. Le besoin se faisait de plus en

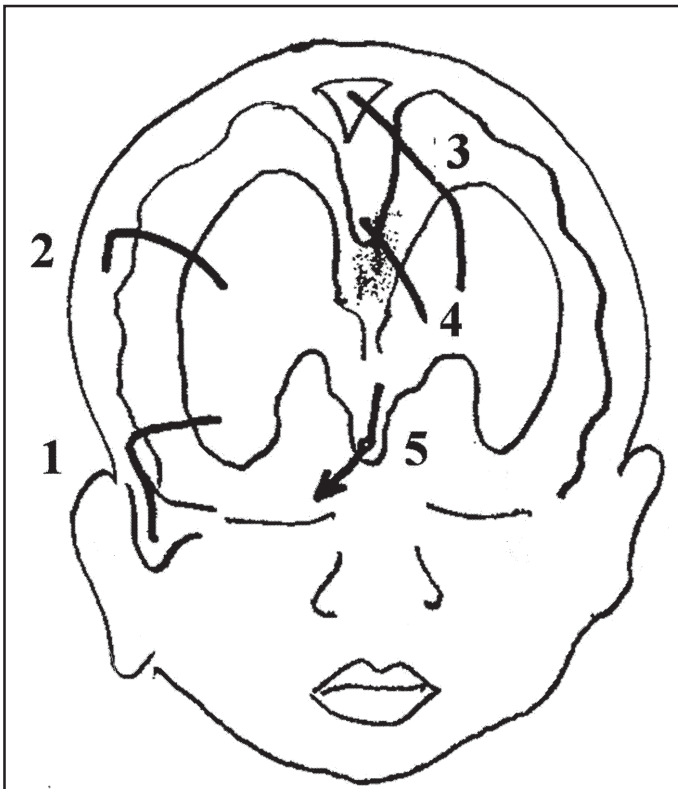


Figure 2 : Dérivations simples intracrâniennes proposées :  
 1) ventriculo-mastoïdienne, 2) ventriculo-sous-arachnoïdienne, 3) ventriculo-sinusale, 4) transcalléuse, 5) fenestration du plancher du V3.

plus clair de la nécessité de disposer d'un matériau bien toléré, de valve unidirectionnelle pour contrôler le débit du *shunt* et enfin d'endroits de résorption le plus à l'abri possible des infections secondaires.

### Les valves

Il faut l'apparition des valves unidirectionnelles en silicone testées dès 1955 par Holter et Pudenz<sup>1,21</sup> pour permettre enfin d'obtenir des résultats plus constants. Ces dérivations étaient initialement implantées dans la jugulaire ou l'atrium ventriculaire droit et furent employées aussi bien pour les hydrocéphalies communicantes que pour les obstructives si ces deux dénominations ont encore un sens puisqu'il s'agit toujours d'une obstruction à l'un ou l'autre niveau. Les complications infectieuses de l'ordre de 10 à 12 % devaient faire préférer à partir des années 70, une dérivation vers le péritoine réduisant encore de moitié le risque de complications infectieuses.

Les progrès continus sur le plan de la technologie ont permis depuis lors de disposer de toute une gamme de valves unidirectionnelles, anti-siphons<sup>22</sup> et programmables voire autorégulatrices ramenant la mortalité globale toutes causes confondues autour des 10 % (Figures 4 et 5).

Les progrès attendus ont trait à l'optimisation du drainage, la réduction drastique des complications infectieuses et à la prise en charge la plus rapide possible surtout chez le nourrisson. Hirsch en 1992<sup>10</sup>

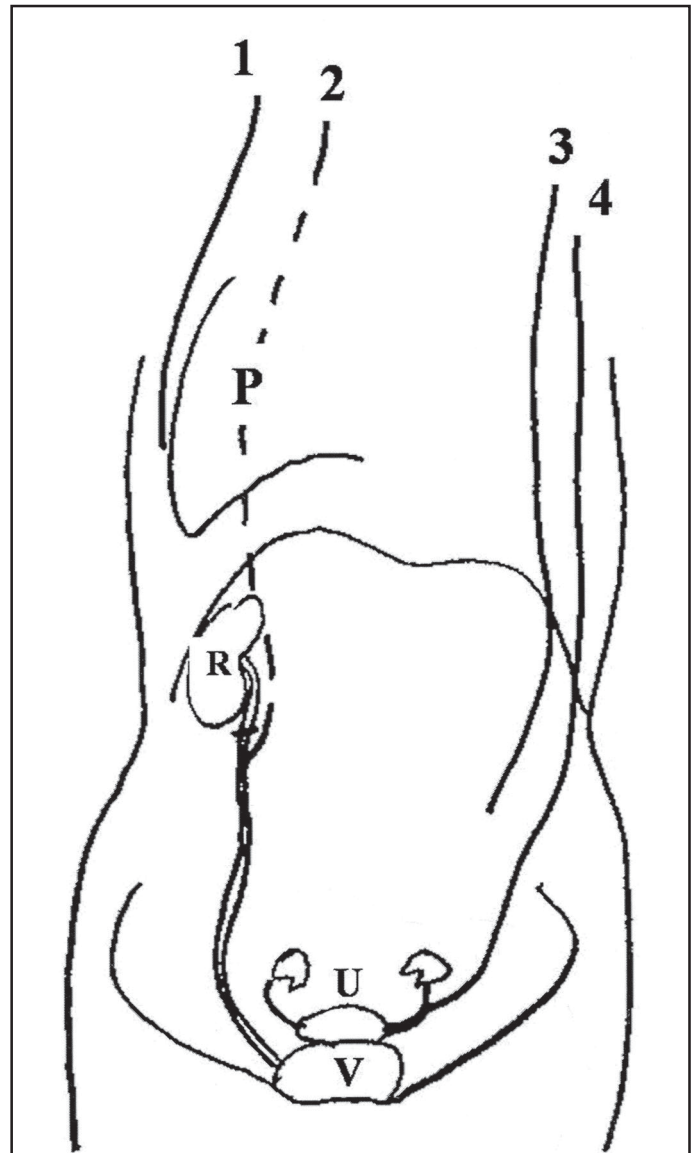


Figure 3 : Dérivations à distances : 1) ventriculo-pleurale, 2) ventriculo-urétérale, 3) ventriculo-péritonéale, 4) vers la trompe de Fallope.

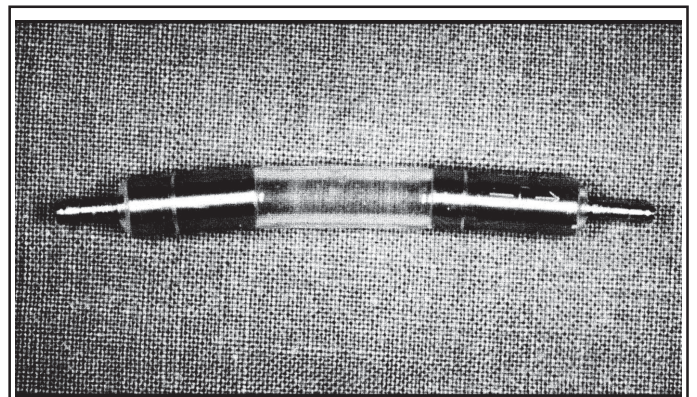
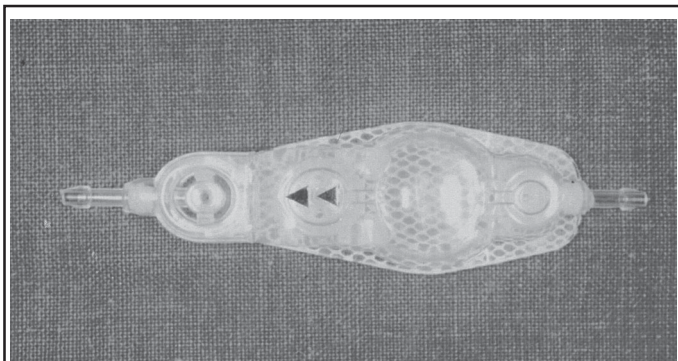


Figure 4 : Valve unidirectionnelle de Holter.

insistait sur ce dernier point car à peine plus de la moitié des cas traités dans sa série avait un QI supérieur à 80.



**Figure 5 : Valve Delta, medium pressure, double chambre et antisiphon de Medtronic PS Medical.**

## CONCLUSIONS

Il aura fallu 2.000 ans depuis Hippocrate pour appréhender que le LCR remplissait les ventricules cérébraux, 500 ans de plus pour en comprendre la physiologie et la pathologie et enfin un siècle pour en arriver à un traitement acceptable des troubles de sa circulation. Il n'est pas douteux que l'accélération prodigieuse des connaissances en ce domaine tient à la révolution intellectuelle du XIX<sup>ème</sup> siècle qui, depuis Magendie et surtout Claude Bernard, a promu l'expérimentation reproductible et la médecine basée sur les faits. Ceci devrait permettre, au cours des prochaines décennies, d'encore réduire les dangers de ces interventions " palliatives " de l'hydrocéphalie et de pouvoir s'attaquer plus directement à ses étiologies qu'elles soient hémorragiques, infectieuses ou tumorales.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Aschoff A, Kremer P, Hashemi B, Kunze S : The scientific history of hydrocephalus and his treatment. *Neurosurg Rev* 1999 ; 22 : 67-93
2. Torack RM : Historical aspects of normal and abnormal brain fluids. I : Cerebrospinal fluid. *Arch Neurol* 1982 ; 39 : 197-201
3. Aronyk KE : The history and classification of hydrocephalus. *Neurosurg Clin North Am* 1993 ; 4 : 599-610
4. Dandy WE, Blackfan KD : An experimental and clinical study of internal hydrocephalus. *J Am Med Assoc* 1913 ; 61 : 2216-7
5. Dandy WE : Experimental hydrocephalus. *Ann Surg* 1919 ; 70 : 129-42
6. Davson H : Formation and drainage of the cerebrospinal fluid. In : *Hydrocephaly*. Shapiro K, Marmarou A, Portnoy H, eds. New York, Raven Press, 1984 : 3-40
7. Mariani-Costantini R, Catalano P, di Gennaro F, di Tota G, Angeletti LR : New light on cranial surgery in ancient Rome. *Lancet* 2000 ; 355 : 305-7

8. Al-Rodhan NRF, Fox JL : Abul-Qasim Al-Zahrawi and arabian neurosurgery, 936-1013 AD. *Surg Neurol* 1986 ; 26 : 92-5
9. El Khamlichi A : African Neurosurgery. Part I : historical outline. *Surg Neurol* 1998 ; 49 : 222-7
10. Hirsch JF : Surgery of hydrocephalus : past, present and future. *Acta Neurosurg (Wien)* 1992 ; 116 : 155-61
11. Torack RM : Historical aspects of normal and abnormal brain fluids. II : Hydrocephalus. *Arch Neurol* 1982 ; 39 : 276-9
12. Kompanje EJO, Delwel EJ : The first description of a device for repeated external ventricular drainage in the treatment of congenital hydrocephalus invented in 1744 by Claude Nicolas Le Cat. *Pediatr Neurosurg* 2003 ; 39 : 10-3
13. Chipault A : Chirurgie opératoire du système nerveux. Tome I. Paris, Rueff et Cie, 1894 : 726-8
14. Dandy WE : Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricle. *Ann Surg* 1918 ; 68 : 5-11
15. Pudenz RH : The surgical treatment of hydrocephalus. An historical review. *Surg Neurol* 1981 ; 15 : 15-26
16. Leksell L : A surgical procedure for atresia of the aqueduct of Sylvius. *Acta Psychiatr Neurol Scand* 1949 ; 24 : 559-68
17. Bering Jr EA, Sato O : Hydrocephalus : changes in formation and absorption of cerebrospinal fluid within the cerebral ventricles. *J Neurosurg* 1965 ; 20 : 1050-63
18. Torkildsen A : Ventriculo cisternostomy. A palliative operation in different types of non-communicating hydrocephalus. Oslo, Johan Grundt Tanum Forlag, 1947
19. Brihaye J, Périer O : Les complications du drainage ventriculo-mastoïdien dans le traitement de l'hydrocéphalie. *Acta Neurochir (Wien)* 1956 ; 4 : 1-7
20. Matson DD : A new operation for the treatment of communicating hydrocephalus. Report of a case secondary to generalised meningitis. *J Neurosurg* 1949 ; 6 : 238-47
21. Pudenz RH, Russell FE, Hurd AH, Sheldon CH : Ventriculo-auriculostomy. A technique for shunting cerebrospinal fluid into the right auricle. Preliminary report. *J. Neurosurg* 1957 ; 14 : 171-9
22. Portnoy HD, Schulte RR, Fox JL, Croissant PD, Tripp L : Anti-siphon and reversible occlusion valves for shunting in hydrocephalus and preventing post-shunt subdural hematomas. *J Neurosurg* 1973 ; 38 : 729-38

### Correspondance et tirés à part :

J. NOTERMAN  
Avenue Emile Van Ermengem 29  
1020 Bruxelles

Travail reçu le 31 mars 2006 ; accepté dans sa version définitive le 3 octobre 2006.