

L'ESSENTIEL

> Tout notre système nerveux baigne dans une mer intérieure composée de liquide céphalorachidien (ou LCR).

> Son rôle dans le fonctionnement des neurones et l'élimination des déchets cérébraux, et donc dans les fonctions cognitives, est vital.

> Les mécanismes de sa production, de sa circulation et de son évacuation du corps sont de mieux en mieux compris par les scientifiques.

LES AUTEURS



AUDREY CHAGNOT
doctorante à l'institut Blood and Brain, à l'université de Caen-Normandie (BB@C) et à l'Inserm-PhInd



GÉRALDINE RAUCHS
chargée de recherche dans les mêmes institutions



DENIS VIVIEN
professeur de biologie cellulaire dans les mêmes institutions et praticien hospitalier au CHU Caen Normandie

pendant tout le Moyen Âge, faute de dissections permettant d'observer l'intérieur du crâne, et n'est remise en cause qu'à la Renaissance par de grands anatomistes italiens, comme Nicolò Massa et Domenico Cotugno. En 1842, c'est le Français François Magendie qui propose le terme de «liquide céphalorachidien» puis, en 1925, l'Américain Walter Cushing synthétise les connaissances de son époque sur les flux du LCR sous le nom de «troisième circulation» – après la première, celle du sang, et la deuxième, celle de la lymphe. Depuis, les connaissances sur ce système n'ont cessé de s'affiner. Et aujourd'hui, le liquide céphalorachidien, véritable mer intérieure du cerveau, apparaît comme un nouveau territoire à explorer.

D'où vient le LCR? Dans les ventricules cérébraux latéraux baignent d'étranges structures dont la forme rappelle celle d'algues flottantes (voir l'encadré page 64). Ce sont les plexus choroïdes, au nombre de quatre chez les humains comme chez la plupart des mammifères, qui extraient, à partir des vaisseaux sanguins les parcourant sur toute leur longueur, une partie de l'eau et des solutés qui forment le LCR.

Ces organes hautement spécialisés produisent chaque jour environ un demi-litre de liquide céphalorachidien, dont la composition est proche de celle de l'eau de mer, enrichie de quelques nutriments. C'est l'architecture particulière des capillaires sanguins des plexus choroïdes, dont la paroi très perméable, dite «fenêtrée», facilite amplement les transferts depuis le sang, qui assure ce rythme de production soutenu. Une rareté dans le cerveau! En effet, la majorité des vaisseaux sanguins cérébraux sont renforcés par la barrière hématoencéphalique, qui évite toute intrusion de substances toxiques ou agents pathogènes, virus ou bactéries. Ici, sur la crête des plexus choroïdes, ce sont des macrophages, cellules spécialisées du système immunitaire qui patrouillent sans discontinuer et veillent à la sécurité de l'ensemble.

Cependant, la seule production du LCR ne suffit pas à le mouvoir le long du système

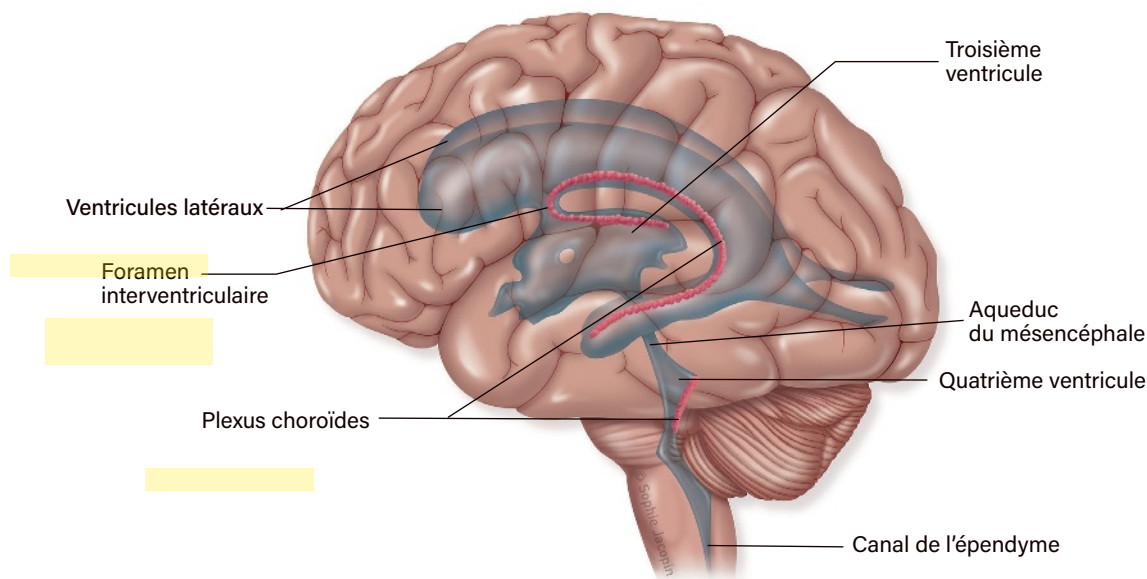
ventriculaire. Sans l'intervention des cellules ciliées, alignées sur toute la surface interne des ventricules (encore appelée «épendyme»), le LCR stagnerait et s'accumulerait. Or les cellules ciliées brassent, telles de minuscules galériennes, le liquide céphalorachidien par leur rythme synchronisé et le guident dans sa progression dans le système ventriculaire, tout en l'enrichissant d'éléments supplémentaires. La contribution des cellules de l'épendyme n'a été reconnue qu'à la fin du xx^e siècle, et on estime même, aujourd'hui, qu'un cinquième du LCR serait produit par ce tissu.

MAELSTRÖMS VENTRICULAIRES

Depuis les deux ventricules latéraux, le LCR court ensuite vers le troisième ventricule en position centrale, puis vers le quatrième le long d'un «canal», l'aqueduc de Sylvius. C'est dans cette étroite rivière que le LCR atteint sa vitesse de pointe: une dizaine de centimètres par seconde.



Le LCR bat au rythme de notre cœur. La respiration, ainsi que la posture (debout ou allongée), affectent aussi les marées de ce liquide vital



Les études d'imagerie cérébrale (voir la figure page 67) ayant permis de mesurer ces vitesses ont également révélé un autre phénomène: comme le ressac en bord de mer, le flux de LCR est en réalité un va-et-vient. Une observation qui semble de prime abord contradictoire avec sa production constante par les plexus choroïdes, mais dont l'explication est relativement simple. Le crâne étant un espace clos, toute variation de volume d'un compartiment se fait aux dépens des autres. Lorsque le cœur bat, il introduit à chaque systole (contraction) un nouveau volume de sang dans les vaisseaux cérébraux. Cette augmentation de volume est largement compensée par la sortie de sang *via* le système veineux, mais ces variations ont un impact sur les autres compartiments. Le LCR bat donc au rythme de notre cœur. La respiration, ainsi que la posture (debout ou allongée), affectent aussi les marées du liquide.

ZONES D'ÉCHANGES MARITIMES: LES ORGANES CIRCUMVENTRICULAIRES

De sorte qu'à une moindre échelle que dans l'aqueduc de Sylvius, l'ensemble du LCR est mis en mouvement par les rythmes cardiaques et respiratoires. Ces flux permettent le transport de solutés divers, nutriments, messagers ou déchets, sécrétés par diverses parties du système nerveux.

En outre, éparpillées dans le système ventriculaire, se trouvent de petites zones ayant un lien bien particulier avec le LCR: les organes circumventriculaires. À l'instar des plexus choroïdes qui en font partie, les vaisseaux sanguins y sont plus perméables que partout ailleurs dans le cerveau. Cela assure des échanges renforcés entre sang et LCR, que

Chez les humains comme chez la plupart des mammifères, le système ventriculaire se compose de quatre ventricules cérébraux – deux latéraux, le troisième et le quatrième – connectés les uns aux autres et débouchant dans l'espace sous-arachnoïdien. C'est dans ces lacs intérieurs que se trouvent les plexus choroïdes, responsables de la formation du LCR.

ceux-ci servent à une sécrétion ou à la surveillance des composés du sang ou du LCR. Ainsi, il existe des zones dites «sensitives», comme l'organe subfornical, sensible à la salinité du sang, ou l'area postrema, qui peut déclencher le vomissement si des composés toxiques sont détectés dans le LCR...

De plus, des structures cérébrales sécrétrices d'hormones sont associées au LCR: la neurohypophyse, libérant l'hormone ocytocine impliquée dans l'attachement et le soin apporté à la progéniture, et la fameuse glande pinéale. Cette dernière, du fait de sa position centrale dans le cerveau, a jadis été présentée comme le siège de l'âme, notamment par Descartes. Même si cette théorie fait aujourd'hui sourire, la glande pinéale s'est révélée être, ironiquement, un vestige du «troisième œil» que possèdent encore certains lézards. Une structure qui, chez nos lointains ancêtres, était sensible à la lumière et régulait le cycle jour-nuit. Aujourd'hui, la glande pinéale a perdu cette sensibilité, mais garde son rôle régulateur en sécrétant la mélatonine, l'hormone favorisant le sommeil. C'est donc la circulation du LCR dans tout le système nerveux qui favorise la dispersion de ces deux hormones, la mélatonine et l'ocytocine, essentielles à notre sommeil et à nos liens d'attachement.

RUINE ENGLOUTIE DE L'ÈRE EMBRYONNAIRE, LE CANAL DE L'ÉPENDYME

À la sortie du quatrième ventricule, le LCR se jette ensuite dans l'espace sous-arachnoïdien, une zone en périphérie du cerveau comprise entre les méninges. Il existe aussi une autre voie, plus ancienne et plus dérobée, qui court tout le long de la moelle épinière pour