



RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR [BOUTIQUE.GROUPEPOURLASCIENCE.FR](https://boutique.groupepourlascience.fr)



OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,40 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ x 10,40 € = 10,40 €
 2^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 31/12/21 en France Métropolitaine.
 Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques.

Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls> Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science en nous retournant ce bulletin complété



Pour retrouver tous nos numéros et effectuer un paiement par carte bancaire, rendez-vous sur boutique.groupepourlascience.fr

Vingt mille lieues sous un crâne

Audrey Chagnot, Denis Vivien, Géraldine Rauchs

Dix ans de découvertes précisent notre compréhension des « mers » et « rivières » empruntées par le liquide céphalorachidien, qui baigne notre cerveau et notre moelle épinière. Et l'on s'aperçoit que ce fluide joue un rôle crucial tout au long de notre vie.





Notre cerveau n'est pas collé à notre crâne. Il flotte dans un fluide. Environ 150 millilitres d'un liquide qu'on appelle le «liquide céphalorachidien» – ou LCR. On trouve ce LCR dans les grottes intérieures du cerveau, des cavités appelées «ventricules» (*voir la figure page 63*), mais aussi dans un autre espace, dit «sous-arachnoïdien». En effet, le cerveau est enveloppé de trois membranes, les méninges : la plus externe est la dure-mère, la médiane est l'arachnoïde, ainsi appelée parce qu'elle fait penser à une toile d'araignée, et la plus interne est la pie-mère. Entre l'arachnoïde et la pie-mère se situe un fin espace rempli de liquide céphalorachidien. Il maintient le système nerveux comme en «apesanteur», le soutient et l'empêche de s'effondrer sur lui-même sous l'effet de son propre poids.

UN LIQUIDE À LA FOIS NOURRICIER ET NETTOYANT

La fonction du LCR, toutefois, ne se limite pas à un rôle d'amortisseur. Il intervient aussi dans la transmission des neuromédiateurs (les molécules de communication entre cellules cérébrales) et le transport de substances nourricières, ainsi que dans le drainage et l'élimination des déchets cérébraux. Malgré tous ces échanges de substances, le LCR est toujours d'une propreté absolue, car il est renouvelé jusqu'à quatre fois par jour. Il joue ainsi un rôle vital pour tout l'organisme, en apportant aux cellules nerveuses tout ce dont elles ont besoin pour fonctionner et en évacuant les déchets produits.

D'où vient ce liquide ? Par quels mécanismes subtils sont assurés sa circulation, ses mouvements internes et son élimination ? Et comment est-il éliminé ? Tout cela reste encore en grande partie méconnu. Mais, depuis une dizaine d'années, la communauté scientifique s'intéresse de très près à ces questions ; et cet intérêt a été décuplé par la récente découverte du rôle déterminant que jouent de petits circuits d'écoulement autour des vaisseaux sanguins cérébraux, les espaces périvasculaires, ainsi qu'un réseau de vaisseaux lymphatiques dans les méninges, dans les processus de nettoyage des déchets produits quotidiennement par notre cerveau. Pour aborder ces questions, le mieux est de partir pour un voyage au fil de l'eau, ou plutôt du liquide céphalorachidien, jusqu'à la source des réponses...

Les premières mentions du LCR nous viennent du savant égyptien Imhotep il y a plus de 5000 ans. Les médecins grecs et romains, notamment Galien, décrivent alors l'architecture du système ventriculaire, mais croient que celui-ci est rempli d'une «vapeur» nommée «spiritus animalis». Cette théorie subsiste

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

