

du rein des vertébrés, exploré il y a une quinzaine d'années. C'est ainsi qu'en 2011, Peter Reddien, de l'institut de technologie du Massachusetts, aux États-Unis, et ses collègues se sont intéressés à un système simple, celui de la régénération des protonéphridies chez une planaire, un ver plat (plathelminthe) classé dans les protostomiens, avec l'idée suivante. Puisque des gènes semblables sont utilisés chez nombre d'animaux pour le développement d'organes similaires comme les yeux, les muscles, le cœur, pourquoi n'en serait-il pas de même pour les organes excréteurs ?

De fait, l'équipe découvre que certains gènes régulateurs de la transcription (la première étape de l'expression des gènes) intervenant dans le développement du rein de vertébré (*eya*, *six1/2*, *pou3*, *sall*, *osr*...) sont également exprimés pendant la régénération des protonéphridies de la planaire. Ainsi, des gènes homologues, c'est-à-dire descendant d'un ancêtre commun, paraissent gouverner le développement d'organes excréteurs chez des animaux très éloignés sur le plan évolutif.

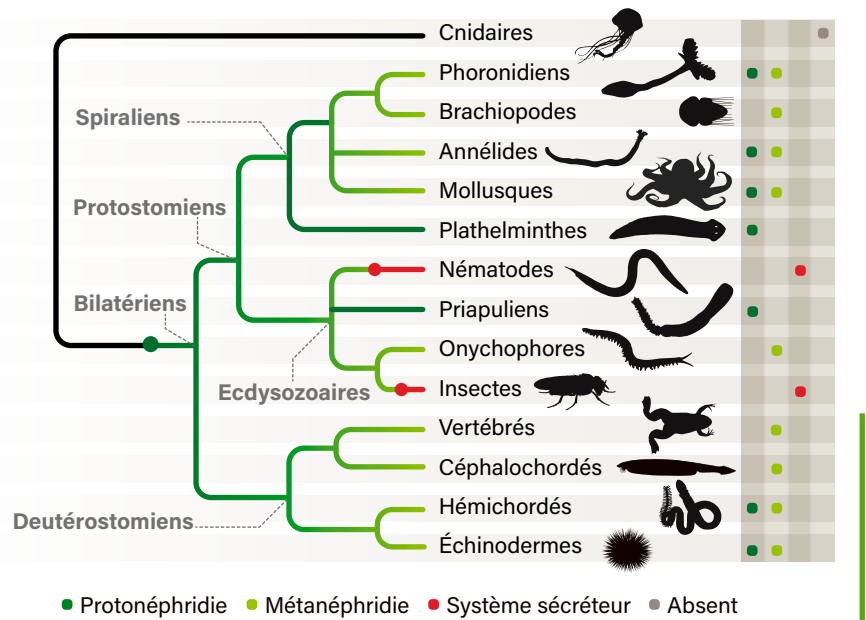
Peut-on généraliser un tel résultat ? Pour le savoir, Andreas Hejnal, de l'université de Bergen, en Norvège, a récemment réuni une équipe internationale afin d'explorer ces homologies moléculaires chez l'ensemble des animaux bilatériens. Pour limiter le travail, il s'est focalisé sur l'expression des gènes régulateurs de transcription *eya*, *six1/2*, *pou3*, *sall*, *hb* et *osr* mis en évidence lors de l'étude du rein des vertébrés. Il a prioritairement pioché les organismes dans les deux grands taxons des protostomiens, les spiraliens et les ecdysozoaires (les animaux à mue), puis il a complété l'étude en se tournant vers les deutérostomiens non vertébrés (voir l'encadré ci-dessus).

UN ARSENAL MOLÉCULAIRE COMMUN

Résultat : tous les gènes étudiés s'expriment chez les animaux choisis, hormis quelques exceptions qui s'expliquent facilement par des pertes secondaires. Ainsi, tout comme pour l'œil, le cœur, les muscles, une même boîte à outils moléculaires préside au développement des organes excréteurs ultrafiltrants. Pour enfoncer le clou, Andreas Hejnal a également recherché l'expression de quelques gènes (*nephrin*, *kirrel*, *zot1*) codant des protéines de structure des parties filtrantes des reins. De même, ces gènes s'expriment chez tous les animaux étudiés, avec

L'ULTRAFILTRATION A LA COTE CHEZ LES ANIMAUX

Hormis certaines branches comme les insectes et les nématodes, munis d'un système sécréteur, les animaux bilatériens présentent des organes excréteurs fondés sur le principe de l'ultrafiltration, qu'il s'agisse de formes simples (protonéphridies) ou complexes (métanéphridies). En 2021, l'équipe d'Andreas Hejnal a recherché si des gènes clés du développement des reins des vertébrés intervenaient dans les autres branches des animaux bilatériens. En menant l'enquête sur des larves des membres de grands taxons des protostomiens (un phoronidien, un brachiopode et un annélide pour les spiraliens, un priapulien et un onychophore pour les ecdysozoaires), et sur un hémichordé pour les deutérostomiens, elle a montré que c'était bien le cas.



quelques exceptions qui, elles aussi, s'expliquent par des pertes secondaires. Tout cela conforte les diverses homologies proposées par les anatomistes et les physiologistes. En d'autres termes, protonéphridies et métanéphridies semblent bien avoir une origine commune : l'ancêtre commun de tous les bilatériens – protostomiens et deutérostomiens – présentait très probablement déjà un organe excréteur, dont les protonéphridies et métanéphridies actuelles sont des variations. Il est difficile, en revanche, de trancher entre les deux hypothèses des physiologistes. Néanmoins, les pertes secondaires plaident plutôt pour des origines indépendantes des métanéphridies.

Et qu'en est-il des insectes ? Les phylogénies sont d'une grande clarté : l'ancêtre commun des arthropodes, dont ils font partie, était pourvu de néphridies. Il y a donc eu remplacement de celles-ci par les tubes de Malpighi, et il en est de même pour les nématodes avec les cellules de Rénette. Des adaptations au milieu terrestre ? ■

BIBLIOGRAPHIE

L. Gąsiorowski et al., **Molecular evidence for a single origin of ultrafiltration-based excretory organs**, *Curr. Biol.*, 2021.

M. L. Scimone et al., **A regulatory program for excretory system regeneration in the planarians**, *Development*, 2011.

G. R. Dressler, **Advances in early kidney specification, development and patterning**, *Development*, 2009.

E. E. Ruppert et P. R. Smith, **The functional organization of filtration nephridia**, *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, 1988.

ABONNEZ-VOUS À


Pour la Science
3 FORMULES
AU CHOIXFORMULE
PAPIERFORMULE
PAPIER
+ HORS-SÉRIEFORMULE
INTÉGRALE

Le magazine papier 12 numéros par an



Le magazine en version numérique 12 numéros par an



Le hors-série papier 4 numéros par an



Le hors-série en version numérique 4 numéros par an

Accès à pouirlascience.fr

actus, dossiers, archives depuis 1996



VOTRE TARIF D'ABONNEMENT

59€

Au lieu de 82,80€

79€

Au lieu de 114,40€

99€

Au lieu de 174,40€

29 %
de réduction *31 %
de réduction *43 %
de réduction *

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à :

Service Abonnement Groupe Pour la Science – 235 avenue Le Jour se Lève – 92100 Boulogne Billancourt – email : serviceclients@groupepourlascience.fr

PAG22STD

**OUI, je m'abonne
pour 1 an à** 

2 / J'indique mes coordonnées

☐ M. ☐ Mme

Nom : Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville :

Téléphone :

Email : (indispensable pour la formule intégrale)

@

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 d'abonnement complétéPour un paiement par carte bancaire,
rendez-vous sur boutique.groupepourlascience.fr

1 / Je choisis ma formule (merci de cocher)

☐ FORMULE
PAPIER

• 12 n° du magazine papier

59€
Au lieu de 82,80€

1-F-PAP-N-12N-59€

☐ FORMULE PAPIER
+ HORS SÉRIE• 12 n° du magazine papier
• 4 Hors-série papier79€
Au lieu de 114,40€

1-F-HSPAP-N-12N-79€

☐ FORMULE
INTÉGRALE• 12 n° du magazine
(papier et numérique)
• 4 Hors-série
(papier et numérique)
• Accès illimité aux contenus en ligne99€
Au lieu de 174,40€

1-F-INT-N-12N-99€

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/03/2023 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site boutique.groupepourlascience.fr. Photos non contractuelles. Vous pouvez acheter séparément les numéros de Pour la Science pour 6,90 € et les hors-séries pour 7,90 €.

En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/CGV-PLS>. Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement 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@pouirlascience.fr.