Planet-Vie | En bref

Le trajet de la crosse aortique, un exemple de contrainte historique

Publié le 22.06.23 | Par Pascal Combemorel, Patrick Pla

Plus gros vaisseau du corps humain et soumis à des contraintes mécaniques importantes, l'aorte emprunte un curieux trajet en sortie du cœur. En effet, à peine a-t-elle émergé du ventricule gauche qu'elle entame un virage à 180° formant la crosse aortique, pour ensuite distribuer le sang aux organes situés en position postérieure par rapport au cœur. Comment expliquer ce trajet particulier ?

Expliquer la forme de l'aorte chez l'être humain nécessite de s'intéresser à l'histoire évolutive des Vertébrés. Chez l'ancêtre des Vertébrés, comme chez les Téléostéens actuels, le cœur ne comporte qu'un seul ventricule, qui expulse le sang désoxygéné dans l'aorte ventrale. Le sang est alors acheminé en direction des branchies, situées en position antérieure par rapport au cœur. Ainsi, l'aorte sort « tout droit » du cœur (Figure 1).

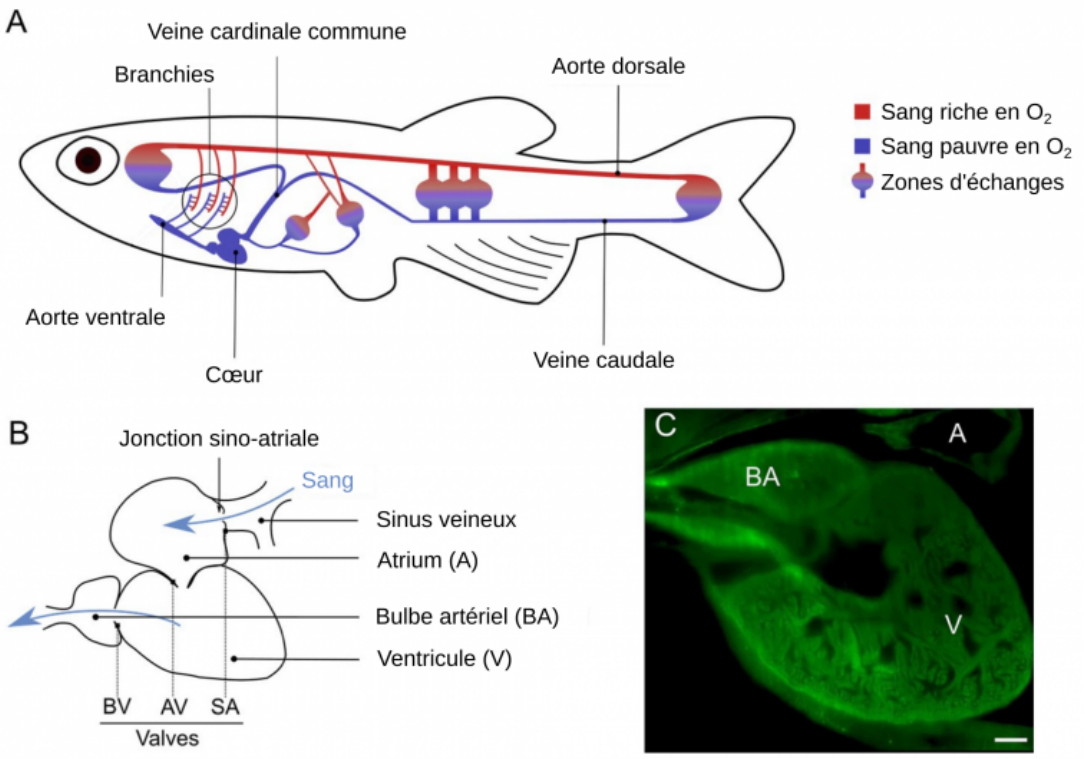

Figure 1 - Le système cardiovasculaire du poisson-zèbre

A. Système cardiovasculaire d'un poisson-zèbre adulte. Le cœur envoie du sang désoxygéné aux branchies via l'aorte ventrale. Oxygéné au niveau des branchies, le sang est distribué aux organes par l'aorte dorsale. Les échanges de dioxygène se font au niveau des capillaires des différents organes.

B. Le cœur du poisson-zèbre est composé de quatre cavités à l'intérieur desquelles circule un sang désoxygéné (flèches bleues). BV : valve bulboventriculaire, AV : valve atrioventriculaire, SA : valve sino-atriale.

C. Cœur de poisson-zèbre adulte observé par microscopie à feuillet de lumière (autofluorescence). Barre d'échelle : 100 µm

Auteur(s)/Autrice(s) : Hoareau et coll., 2022, traduit et adapté par Pascal Combemorel – Licence : CC-BY – Source : International Journal of Molecular Sciences

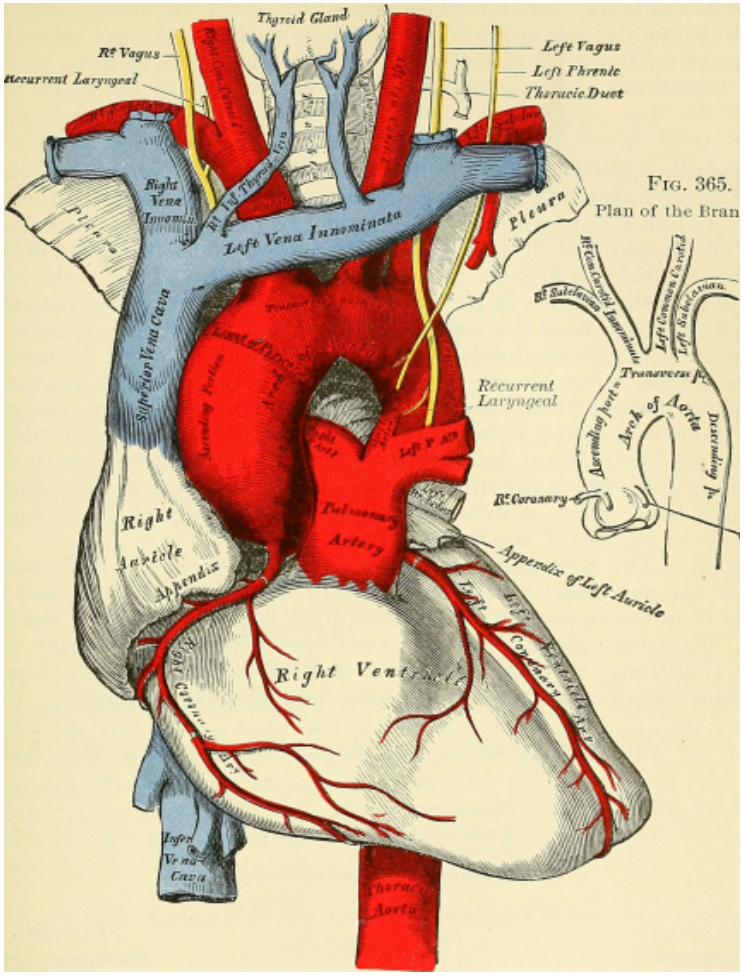

Figure 2 - Anatomie du cœur humain et de ses principaux vaisseaux

L'aorte sort du ventricule gauche. Après une courte portion ascendante, elle fait un virage à 180° pour donner l'aorte descendante.

Auteur(s)/Autrice(s) : Gray et coll. – Licence : Domaine public – Source : Flickr

Chez les Amniotes, le fonctionnement du système cardiovasculaire diffère puisque l'oxygénation du sang ne se réalise plus au niveau des branchies, mais au niveau des poumons. Chez ces organismes, malgré la disparition des branchies, l'aorte est toujours orientée vers l'avant alors que l'essentiel des organes à irriguer se trouvent postérieurement au cœur. À la sortie du cœur, l'aorte forme donc une crosse permettant de rediriger une partie du débit sanguin vers les parties postérieures du corps (Figure 2). Par rapport au réseau qu'aurait construit un ingénieur spécialiste de dynamique des fluides, ce trajet de la crosse aortique n'est probablement pas optimal. Cependant, ce schéma de distribution du sang est contraint par l'organisation du système cardiovasculaire qui existait chez l'ancêtre des Vertébrés (Figure 3). Autrement dit, le trajet de la crosse aortique de l'être humain résulte d'une contrainte historique.

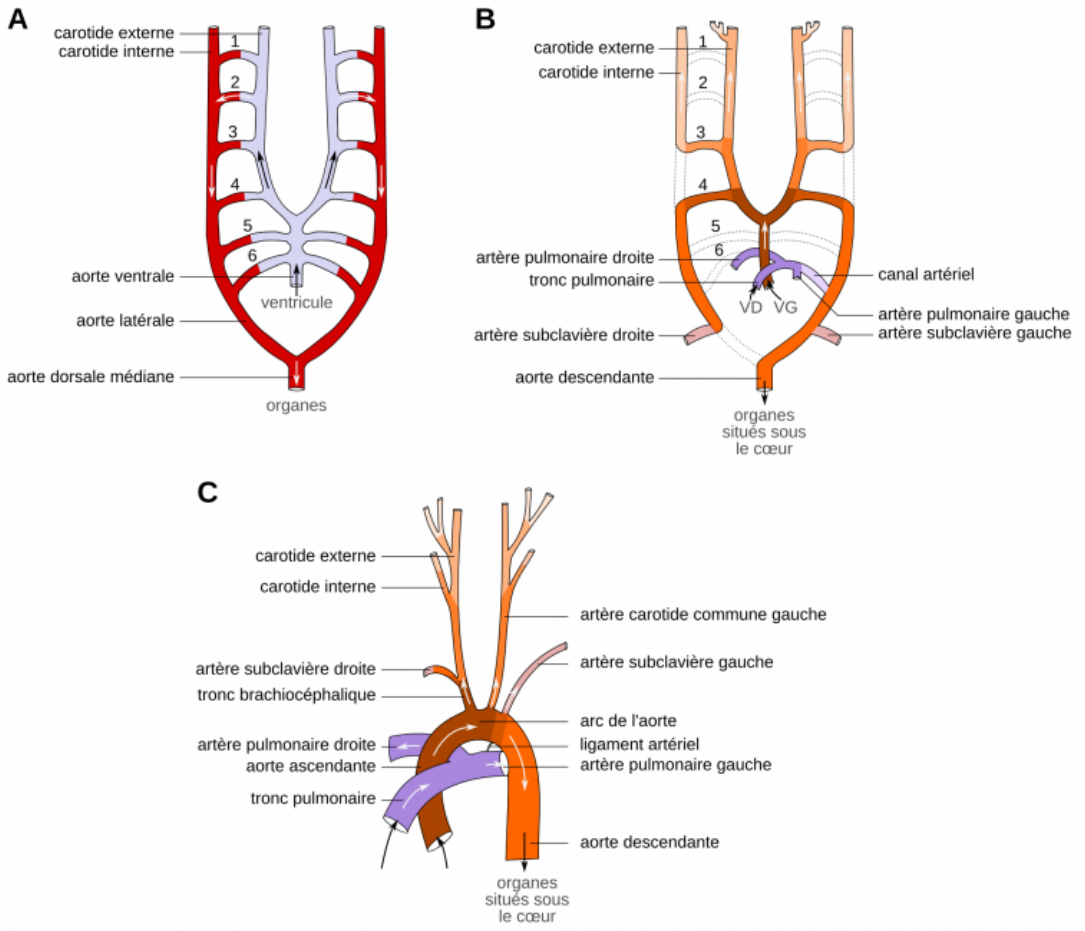

Figure 3 - Vue ventrale des arcs aortiques chez l'ancêtre commun aux Vertébrés et chez l'être humain

Le sens de circulation est indiqué par les flèches. En B et C, les segments vasculaires ayant la même origine embryonnaire sont représentés de la même couleur.

A. Chez l'ancêtre commun aux Vertébrés, la circulation est simple : le sang désoxygéné (en bleu) en provenance des organes est expulsé vers les branchies par l'unique ventricule. Le sang s'oxygène au niveau des branchies, chacune irriguée par un arc aortique, et est ensuite distribué aux organes par l'aorte dorsale. Voir également Figure 1.

B. Fœtus d'être humain. Les arcs aortiques 1, 2 et 5 disparaissent lors du développement embryonnaire. Chez le fœtus, le placenta joue le rôle d'interface respiratoire ; les poumons ne sont pas fonctionnels. La majeure partie du sang expulsé par le ventricule droit (qui correspond à un mélange de sang oxygéné, en provenance du placenta, et de sang désoxygéné, en provenance des veines caves) ne va pas aux poumons en passant par les artères pulmonaires droite et gauche, mais arrive directement dans l'aorte via le canal artériel. Suite à la naissance, ce canal s'atrophie et forme un tissu fibreux appelé ligament artériel qui persiste durant toute la vie (voir C). VD : ventricule droit. VG : ventricule gauche.

C. Être humain adulte. La circulation est double : le sang désoxygéné est envoyé aux poumons par le ventricule droit. Le sang oxygéné retourne au cœur et est expulsé par le ventricule gauche jusqu'aux organes.

Dessin A d'après Sadeghpour et coll., 2019 https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2019.08.022. Dessins B et C d'après Liem, K. F. (2007). *Functional anatomy of the vertebrates*.

Télécharger une version éditable au format SVG.

Auteur(s)/Autrice(s) : Pascal Combemorel – Licence : CC-BY-SA

Entre le système de distribution du sang de l'ancêtre commun des Vertébrés et celui présent chez les Amniotes, il faut également noter la perte de la symétrie bilatérale. Alors que l'aorte ventrale de l'ancêtre des Vertébrés distribuait ses ramifications à droite et à gauche de manière symétrique (Figure 3A), l'aorte des Amniotes ne se divise pas en deux. Il existe plusieurs possibilités pour que l'aorte distribue le sang aux parties postérieures du corps : contourner le cœur par la droite, par la gauche ou encore par le milieu. Les contraintes structurales n'ont pas permis à la dernière possibilité d'être sélectionnée par l'évolution. La crosse aortique tourne ainsi vers la gauche chez les Mammifères, mais chez les Oiseaux, elle tourne vers la droite.

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

Pascal Combemorel

Agrégé de SVT, il est le responsable éditorial du site Planet-Vie depuis septembre 2016.

Patrick Pla

Maître de conférences à l'université Paris-Saclay et enseignant à la préparation à l'agrégation et au Capes. Il est responsable d'Actusciencepreparation, un blog d'actualité scientifique.

LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE



Creative Commons - Attribution