|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Physique-Chimie** | **Activité** | **Mouvement et** **interactions** |
| **Anévrisme de l’aorte abdominale** **et relation de Bernoulli** | **Tale** |

|  |
| --- |
| **Objectifs :** Exploiter la conservation du débit volumique pour déterminer la vitesse d’un fluide incompressible - Exploiter la relation de Bernoulli. |

|  |
| --- |
| **Contexte** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| **Représentation de l’aorte***Source image (hôpital de slingeland, Pays-Bas) https://vaatchirurgie.slingeland.nl* | L’aorte est la plus grande et la plus importante artère de l'organisme humain. Elle part du cœur, traverse la poitrine et descend jusqu'à l'abdomen. Elle a pour rôle de distribuer le sang oxygéné dans tout le corps. Normalement, le diamètre de l'aorte abdominale est d'environ 2 cm. Lorsque le diamètre de celle-ci est plus d'une fois et demie plus grande (supérieur à 3 cm), on parle d'anévrisme  |
| (voir figure ci-contre). Plus l’anévrisme aug-mente de diamètre, plus la paroi de l’aorte s’affaiblit jusqu’à provo-quer la rupture de l’artère. | *Source images : https://vaatchirurgie.slingeland.nl* |

Dans cette activité, on étudie un anévrisme de l’aorte abdominale qui est présenté dans le document n°1. Lors d’un examen médical concernant l’évolution de cet anévrisme, on souhaite connaître la pression artérielle ainsi que la vitesse d’écoulement du sang au niveau de celui-ci (le débit volumique sanguin est supposé constant).***Comment déterminer la vitesse d’écoulement du sang ainsi que la*** ***pression artérielle au niveau d’un anévrisme ?*** |

|  |
| --- |
| **Documents à votre disposition** |

|  |
| --- |
| **Document 1 : *Anévrisme de l’aorte abdominale étudié (aorte de droite)***Une aorte normale est considérée comme cylindrique et de diamètre D = 2 cm.*Source image (hôpital de slingeland, Pays-Bas)**https://vaatchirurgie.slingeland.nl****(zA-zB = d = 7cm)***On suppose, dans cette activité, que le sang est un fluide incompressible qui s’écoule en régime permanent, hormis pour l’endroit où est localisé l’anévrisme, le diamètre de l’aorte est considéré constant. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Document 2 : *Animation sur l’écoulement d’un fluide incompressible***L’écoulement du sang dans l’aorte peut être mis en parallèle avec l’écoulement de l’eau (considéré comme un fluide incompressible) dans une canalisation.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Différents paramètres peuvent être modifiés dans cette animation :*** **le débit volumique du fluide**
* **le diamètre de la canalisation**
* **l’altitude du point C**

**Cliquer sur le bouton pour l’utilisation de cette animation.****Rappel pour la masse volumique de l’eau :****ρeau = 1000 kg.m-3** |

 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Document 3 : *Conservation du débit volumique et relation de Bernoulli*****Débit volumique :*** Lorsque l’écoulement est permanent, le débit volumique se conserve. Le débit volumique est alors constant et uniforme :

|  |  |
| --- | --- |
| **DV​ = vA×SA​ = vB​×SB** | **DV​ :** débit volumique (m3.s-1)**v :** vitesse d’écoulement (m.s-1)**S :** surface traversée par l’écoulement (m2) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Relation de Bernoulli :*** Lorsqu’un fluide incompressible s’écoule en régime permanent, la relation de Bernoulli (le long d’une ligne de courant (ligne blanche sur le schéma ci-dessous)) s’écrit :

$$\frac{ρ×v^{2}}{2}+ ρ×g×z+ P= constante$$ | **v :** vitesse du fluide (m.s-1)**z :** altitude (m)**P :** pression (Pa)**g :** intensité de pesanteur  (gTerre = 9,81 N.kg-1)**ρ :** masse volumique du fluide (ρeau = 1000 kg.m-3) |

 |

|  |
| --- |
| **Document 4 : *Ecoulement du sang dans les artères (données)**** On considère que le débit volumique sanguin dans l’aorte normal et l’aorte avec anévrisme (voir document n°1 et contexte) est : **Dv = 8,8×10-5 m3.s-1**
* La masse volumique du sang est : **ρsang = 1,07×103 kg.m-3**
* La pression artérielle moyenne, pour une partie de l’aorte qui est considérée comme normale (sans anévrisme), est : **Partérielle = 1,24×104 Pa**
 |

|  |
| --- |
| **Démarche experte** |
|  **1ère partie : *débit volumique et relation de Bernoulli (animation sur l’écoulement fluide)***A l’aide de l’animation HTML et de ses différents paramètres disponibles (document n°2), montrer que le débit volumique du fluide se conserve, vérifier ensuite la relation de Bernoulli. **(APP-ANA-REA-VAL-COM)** **2ème partie : *étude de l’anévrisme de l’aorte***Afin de déterminer l’utilité d’une intervention chirurgicale, déterminer la vitesse d’écoulement du sang ainsi que la pression artérielle au niveau de l’anévrisme présenté dans le document n°1. **(APP-ANA-REA-VAL-COM)****Pour chacune des parties, vous devrez développer une argumentation scientifique (incluant des calculs) en vous appuyant à la fois sur les documents à votre disposition ainsi que sur vos connaissances.** |



|  |
| --- |
| **Démarche avancée** |
|  **1ère partie : *débit volumique et relation de Bernoulli (animation sur l’écoulement fluide)*****1.** A l’aide de l’animation HTML, indiquer l’influence d’une augmentation et d’une diminution du diamètre de la conduite d’eau sur la vitesse d’écoulement du fluide. **(APP)****2.** A l’aide de l’animation HTML, indiquer l’influence d’une augmentation et d’une diminution du diamètre de la conduite d’eau sur la pression.  **(APP)****3.** Pour différents diamètres de conduite d’eau au niveau des points A, B et C de l’animation, montrer que le débit volumique se conserve. **(REA-VAL)****4.** Vérifier la relation de Bernoulli avec différents diamètres de conduite d’eau au niveau des points A, B et C de l’animation (l’altitude du point C devra être différente de 0 m). **(REA-VAL)** **2ème Partie : *étude de l’anévrisme de l’aorte*****5**. Afin de déterminer l’utilité d’une intervention chirurgicale, déterminer la vitesse d’écoulement du sang ainsi que la pression artérielle au niveau de l’anévrisme présenté dans le document n°1. **(APP-ANA-REA-VAL-COM)****Pour cette partie, vous devrez développer une argumentation scientifique (incluant des calculs) en vous appuyant à la fois sur les documents à votre disposition ainsi que sur vos connaissances.** |



|  |
| --- |
| **Démarche d’initiation** |
|  **1ère partie : *débit volumique et relation de Bernoulli (animation sur l’écoulement fluide)*****1.** A l’aide de l’animation HTML, indiquer l’influence d’une augmentation et d’une diminution du diamètre de la conduite d’eau sur la vitesse d’écoulement du fluide. **(APP)****2.** A l’aide de l’animation HTML, indiquer l’influence d’une augmentation et d’une diminution du diamètre de la conduite d’eau sur la pression.  **(APP)****3.** Pour différents diamètres de conduite d’eau au niveau des points A, B et C de l’animation, établir que le débit volumique se conserve. **(REA-VAL)****4.** Vérifier la relation de Bernoulli avec différents diamètres de conduite d’eau au niveau des points A, B et C de l’animation (l’altitude du point C devra être différente de 0 m). **(REA-VAL)** **2ème partie : *étude de l’anévrisme de l’aorte*****5.** En utilisant le document n°1, montrer que le diamètre de l’aorte au niveau de l’anévrisme est de 5 cm. **(REA)****6.** A l’aide du débit volumique sanguin présenté dans le document n°4 et du diamètre de l’anévrisme, déterminer la vitesse d’écoulement du sang au niveau du point A et au niveau de l’anévrisme (point B). **(REA-VAL)****7.** En appliquant la relation de Bernoulli à l’aorte possédant un anévrisme, montrer que l’ont peut écrire la pression au point B sous la forme suivante: **(REA)**$$P\_{B}=P\_{A}+\frac{1}{2}×ρ×\left(v\_{A}^{2}-v\_{B}^{2}\right)+ρ×g×(z\_{A}-z\_{B})$$**8.** Déterminer la pression artérielle au niveau de l’anévrisme (PB). **(REA-VAL)** |