

Contrôle du flux sanguin chez les malades atteints de problèmes vasculaires et prévention en cas de crise

Annuellement, environ 17,7 millions de personnes sont victimes de décès dus à des maladies cardiovasculaires, soit près de 50 000 décès chaque jour. Alors, dans ce TIPE, nous avons pensé à faire une étude pour réduire les crises associées à cette redoutable maladie chronique et son taux de mortalité.

Notre TIPE s'inscrit parfaitement dans le thème de cette année « Santé et Prévention », en effet les problèmes liés à la circulation sanguine constituent un grand risque pour la santé humaine et doivent être contrôlés régulièrement pour prévenir des éventuelles crises chez les personnes concernées.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- BENMANSOUR Mohammed
- ZAADOUD Zineb

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Maladies vasculaires</i>	<i>Doppler effect</i>
<i>Débit sanguin</i>	<i>Blood flow</i>
<i>Effet Doppler</i>	<i>Doppler effect</i>
<i>Diamagnétisme</i>	<i>Diamagnetism</i>
<i>Contrainte de cisaillement</i>	<i>Shear stress</i>

Mots-clés (ETAPE 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Maladies vasculaires</i>	<i>Vascular diseases</i>
<i>Flux sanguin</i>	<i>Blood flow</i>
<i>Effet Doppler</i>	<i>Doppler effect</i>
<i>Impédance acoustique</i>	<i>Acoustic impedance</i>
<i>Diamagnétisme</i>	<i>Diamagnetism</i>

Bibliographie commentée

Dans plusieurs pays, les maladies vasculaires causent un nombre assez important de décès

annuellement, leurs symptômes principaux étant la diminution du flux sanguin qui cause ainsi la fatigue ou même une insuffisance cardiaque [1]. C'est pour cela qu'il est conseillé aux atteints de ces maladies de contrôler fréquemment leur circulation sanguine afin d'éviter des conséquences pouvant être létales. C'est pour cela qu'il serait convenable et logique d'avoir un appareil miniature capable de mesurer ce débit régulièrement et d'alerter les services d'urgence en cas de problème.

Il existe plusieurs méthodes permettant la mesure du flux sanguin, parmi elles on trouve celle de "l'Effet-Doppler", qui consiste à produire une onde avec une célérité et fréquence fixées à l'intérieur du corps qui va se réfléchir sur une "hématie" ou globule rouge (GR), qui elle-même se déplace avec une vitesse propre, puis sera reçue avec une fréquence différente. Cette différence de fréquence nous permettra de calculer le débit sanguin [2], et donc détecter n'importe quelle anomalie. La célérité de l'onde reste constante même si elle traverse différents milieux. Un gel est appliqué sur la peau pour permettre une meilleure transmission éventuelle de l'onde jusqu'à la peau en tenant compte d'un angle d'émission bien choisi et que l'on va fixer durant notre étude [2].

Des études ont montré que dans le cas où le flux sanguin est inférieur à sa valeur normale l'application d'un champ magnétique parallèle à la direction des vaisseaux sanguins contribue à fluidifier le sang et donc à améliorer le flux sanguin [3]. Ceci s'explique par le caractère diamagnétique des érythrocytes aqueux (GR), leur conférant la propriété d'agir comme des dipôles magnétiques lorsqu'elles sont soumises à un champ magnétique extérieur [4], formant ainsi une chaîne d'aimants qui s'alignent en créant des chaînes, c'est ainsi que le sang devient ordonné suivant la direction de l'écoulement [3] ce qui augmente le flux sanguin puisque le sang est une suspension concentrée de cellules ; 45% du volume est occupé par les globules rouges (GR), donc sa fluidité dépend fortement de son comportement en écoulement.

A l'échelle cellulaire, le comportement en écoulement du sang est principalement affecté par la réponse des GR à la contrainte hydrodynamique en termes d'orientation des cellules par rapport à la direction de l'écoulement et de déformation des cellules. Par exemple, d'une part, à de faibles taux de cisaillement, des orientations cellulaires similaires peuvent favoriser la formation d'empilements (rouleaux) [5] de GR, ce qui augmente la viscosité du sang. D'autre part, à des taux de cisaillement élevés, l'individualisation des GR, leur alignement et leur étirement dans l'écoulement [6] diminuent la viscosité du sang [7].

Problématique retenue

Comment mesurer le *flux sanguin* à partir de l'*effet Doppler* ? Et en cas de crise éventuelle, comment parvenir à fluidifier son sang pour améliorer le *débit sanguin* ?

Objectifs du TIPE

Au début, je vais me focaliser personnellement sur l'étude de l'effet Doppler afin de réaliser un dispositif permettant la mesure du flux sanguin.

Parsuite, on va traiter le caractère diamagnétique des globules rouges, et leur comportement lorsqu'elles sont excitées par un champ magnétique extérieur, puis on étudiera l'impact qu'aurait ce

comportement sur la viscosité du sang et ainsi sur la circulation sanguine.

Enfin, nous aborderons la possibilité de créer un appareil miniature comportant ces dispositifs afin de garantir le bien-être et la sécurité des malades.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] DUALE REIHE : Maladies vasculaires : <https://www.primomedico.com/fr/cure/maladies-vasculaires/>
- [2] EPFL : Mesure de la vitesse du sang par effet Doppler : <https://auditoires-physique.epfl.ch/experiment/791/mesure-de-la-vitesse-du-sang-par-effet-doppler>
- [3] MAURICE MASHAAL : Le sang fluidifié par un champ magnétique : <https://www.pourlascience.fr/sd/biophysique/le-sang-fluidifie-par-un-champ-magnetique-10987.php#:~:text=Gr%C3%A2ce%20%C3%A0%20un%20champ%20magn%C3%A9tique,la%20viscosit%C3%A9%20dans%20cette%20direction.&text=La%20viscosit%C3%A9%20du%20sang%20est%20un%20param%C3%A8tre%20important%20dans%20les%20maladies%20cardiovasculaires>
- [4] PAUL KAUFFMANN : LEVITATION DIAMAGNETIQUE SUR MICRO-AIMANTS : APPLICATIONS A LA MICROFLUIDIQUE DIGITALE ET A LA BIOLOGIE : Thèse - 2009 - pages(56--60)
- [5] BARSHEIN G, WAJNBLUM D, YEDGAR S. : Kinetics of Linear Rouleaux Formation Studied by Visual Monitoring of Red Cell Dynamic Organization : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006349500767919>
- [6] FISCHER TM, STÖHR-LISSEN M, SCHMID-SCHÖNBEIN H. : The Red Cell as a Fluid Droplet: Tank Tread-Like Motion of the Human Erythrocyte Membrane in Shear Flow : <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.715448>
- [7] LEOPOLD DINTENFASS : Internal Viscosity of the Red Cell and a Blood Viscosity Equation : <https://www.nature.com/articles/219956a0>

DOT

- [1] [Novembre 2021] : Recherches sur les maladies cardiovasculaires.
- [2] [Novembre 2021] : Recherches sur l'effet Doppler et ses applications dans le domaine médical.
- [3] [Décembre 2021] : Distribution des taches entre les membres du groupe.
- [4] [Janvier 2022] : Penser à la modélisation d'un appareil technologique médical permanent.
- [5] [Février 2022] : Recherches sur l'analogie entre la lumière et le son.
- [6] [Février 2022] : Défier les contraintes de mesure du flux sanguin.
- [7] [Mai 2022] : Avoir des notions générales sur les résultats des autres membres.
- [8] [Mai 2022] : Début de la présentation finale.