

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

Dans mon entourage, je connais un nombre de personnes atteintes de maladies vasculaires, et ayant remarqué les difficultés qu'elles rencontrent, j'ai préféré orienter mon TIPE dans cette thématique afin d'en savoir plus sur les problèmes que causent ces maladies chroniques, ainsi que certaines solutions pour faciliter la vie aux malades.

Ce sujet s'inscrit particulièrement au thème proposé : 'Santé et prévention', en effet les problèmes liés à la baisse du flux sanguin chez les malades atteints de problèmes vasculaires constituent un danger qu'il faut prévenir et contrôler régulièrement pour être traité avant de causer des dégâts corporels.

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

**Liste des membres du groupe :**

- NACHITE Saad
- ZAADOUD Zineb

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

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

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Maladies cardiovasculair</i>	<i>Cardiovascular diseases</i>
<i>Flux 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 cardiovasculaires</i>	<i>Cardiovascular diseases</i>
<i>Flux 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>

### 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 grâce à l'effet Doppler ? Et dans un cas de crise, comment parvenir à fluidifier le sang pour améliorer le débit sanguin ?

## **Objectifs du TIPE**

On se propose en premier lieu d'étudier l'effet Doppler afin de réaliser un dispositif permettant la mesure du flux sanguin.

Ensuite, je focalise essentiellement mon étude sur les propriétés diamagnétiques que possèdent les globules rouges, et leur comportement lors d'une excitation par un champ magnétique. Puis on étudiera l'impact qu'aurait ce comportement sur la viscosité du sang en se ramenant à la mécanique de fluides.

Finalement on discutera 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] Maladies vasculaires : <https://www.primomedico.com/fr/cure/maladies-vasculaires/>
- [2] EPFL SCIENTISTS : 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 : *LEVITATION DIAMAGNETIQUE SUR MICRO-AIMANTS : APPLICATIONS A LA MICROFLUIDIQUE DIGITALE ET A LA BIOLOGIE : Thèse - 2009 - Paul Kauffmann : LEVITATION DIAMAGNETIQUE SUR MICRO-AIMANTS : APPLICATIONS A LA MICROFLUIDIQUE DIGITALE ET A LA BIOLOGIE : Thèse - 2009 – p(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.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495\(00\)76791-9](https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(00)76791-9)
- [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/10.1126/science.715448>
- [7] DINTENFASS L. : Internal viscosity of the red cell and a blood viscosity equation : <https://doi.org/10.1038/219956a0>

## DOT

- [1] [Novembre 2021] : Recherches sur les maladies cardiovasculaires
- [2] [Novembre 2021] : Recherches sur l'échographie Doppler
- [3] [Janvier 2022] : Découverte de l'application du magnétisme pour la fluidification du sang
- [4] [Février 2022] : Recherche sur les matériaux diamagnétiques et paramagnétiques
- [5] [Février 2022] : Recherches sur la mécanique de fluides et sur les contraintes de cisaillement
- [6] [Mai 2022] : Recherches sur les propriétés rhéologiques du sang et simulation sur le comportement des globules rouges
- [7] [Mai 2022] : Conception d'un modèle d'un appareil de mesure et de prévention et calcul du champ créé par des bobines de Helmholtz