

Mesure du flux sanguin par effet Doppler

Du radar à l'astronomie en passant par la médecine, l'effet Doppler marque une présence aussi fascinante qu'efficace, son utilisation dans le diagnostic des varices est un procédé qui s'est popularisé dernièrement. Afin de mieux comprendre cette technologie, j'entreprends de me pencher sur la mesure du flux sanguin par effet Doppler.

Le sujet choisi pour mon TIPE "mesure du flux sanguin par effet Doppler" cadre bien avec le thème de l'année en l'occurrence "santé et prévention". L'intérêt dudit sujet est de mesurer le flux sanguin dans les veines et les artères afin de mieux diagnostiquer des atteintes aux vaisseaux, système artériel...

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Effet Doppler</i>	<i>Doppler effect</i>
<i>Ultrasons</i>	<i>Ultrasound</i>
<i>Aliasing</i>	<i>Aliasing</i>
<i>Profil d'écoulement</i>	<i>Flow profile</i>
<i>Analyse spectrale</i>	<i>Spectral analysis</i>

Bibliographie commentée

Décélérer une variation de vitesse dans un point de l'artère permet de réduire considérablement le risque de certaines maladies. De ce fait, la mesure du flux sanguin par effet Doppler se doit d'accaparer l'esprit de tout scientifique. En effet, l'application de l'échographie à l'imagerie médicale remonte à plus de 50 ans. Des expériences précoces ont été menées avec des équipements de radar et de sonar modifiés par Wilder (1950), Edler et Hertz (1954), Wells (1977), entre autres [1]. L'échographie a ensuite évolué pour être l'un des principaux systèmes d'imagerie médicale. L'application de l'effet Doppler à la mesure de la vitesse d'écoulement du sang n'est apparue qu'au milieu des années 1950 grâce aux travaux de Shigeo Satomura au Japon; les mêmes travaux furent repris au début des années 1960 par Pourcelot en France et Franklin aux U.S.A. [2]. Cette technique est basée sur le fait que la fréquence des ondes ultrasonores émise par une sonde vers les globules rouges est différente de celle de l'onde réfléchie. La fréquence est alors modifiée par effet Doppler. En analysant les signaux reçus, on peut déduire la vitesse et la direction du flux sanguin. Ainsi, cet examen permet de savoir si les vaisseaux sont touchés et d'en évaluer le degré de gravité. Dans l'imagerie Doppler du sang, l'objet constant est généralement la sonde alors que les réflecteurs mobiles qui produisent les échos du signal de retour sont à l'origine les globules rouges. Les fréquences des signaux Doppler sont plus de mille fois plus faibles que celles des ondes ultrasonores utilisées en échographie et se situent dans le domaine audible par l'oreille humaine.[4] On peut donc savoir si le faisceau d'ultrasons a rencontré un vaisseau sanguin, de reconnaître un écoulement

normal (avec un flux laminaire) ou turbulent... . Lorsqu'un obstacle survient, il produit des modifications locales (signes directs) et globales (signes indirects) de l'écoulement sanguin, en effet, on observe au niveau même de l'obstacle deux mécanismes qui apparaissent clairement sur le sonogramme fourni par l'analyse spectrale en temps réel : les mouvements tourbillonnaires, et l'accélération du sang au niveau du rétrécissement.[6] Cette mesure est techniquement facile à réaliser mais l'analyse précise rencontre plusieurs obstacles ,à savoir la non focalisation en profondeur pour le doppler continu, l'ambiguïté spatiale pour le doppler pulsé, ainsi que le phénomène d'Aliasing [5]. Ce dernier se définit comme étant une interférence qui survient chaque fois qu'un système pulsatile observe un autre système pulsatile et que leurs fréquences vibratoires sont voisines, de ce fait, il représente un inconvénient pour chacun du Doppler pulsé et le Doppler couleur.[3] Plusieurs études sont menées sur le développement de cette technique en partant des notions classiques sur l'effet Doppler, les principales approches actuelles ont conduit notamment au "doppler couleur" ainsi que "doppler énergie" au mode CVI (color velocity imaging) [4]. Face à cette situation, on est en droit de se demander comment optimiser les résultats obtenus en proposant d'éventuelles solutions aux obstacles rencontrés.

Problématique retenue

L'examen doppler permet de détecter les rétrécissements des artères ou des veines afin de mieux diagnostiquer certaines maladies telles que : la valvulopathie, la thrombose veineuse, la cardiopathie congénitale...

Objectifs du TIPE

- 1) mesurer le flux sanguin
- 2) optimiser les résultats obtenus
- 3) interpréter les signaux reçus et en extraire des informations sur leurs défauts

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] ANTONIA PÉREZ-MARTIN .MICHEL DAUZAT.IRIS SCHUSTER.GUDRUN BOGE.JEAN-PIERRE LAROCHE : Les Techniques Ultrasonographiques d'Etude du Flux Sanguin : *Microsoft PowerPoint - MD Bases Doppler Abr 2013.pptx (umontpellier.fr)*
- [2] DR MARCHAL : BASES TECHNIQUES ET PRATIQUES DU DOPPLER : *PYELONEPHRITIS (univ-paris5.fr)*
- [3] B.RICHARD : Les différents modes Doppler : **chap08 (univ-paris5.fr)*
- [4] UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER : Le profil d'écoulement sanguin : 5 – *Le profil d'écoulement sanguin – Ultrasonographie – Echographie – Doppler (umontpellier.fr)*
- [5] SCIENCE DIRECT : Medical ultrasound imaging : *Medical ultrasound imaging - ScienceDirect*

DOT

- [1] octobre 2022: choix final du sujet: "Mesure du flux sanguin par effet Doppler ".
- [2] novembre 2021- avril 2022: documentation et réalisation d'une partie de l'étude théorique.
- [3] Mai 2022: Echec des essais expérimentaux au laboratoire du lycée, à cause du manque de

matériel .

[4] *juin 2022:réalisation d'un protocole expérimental de mise en évidence de l'effet Doppler au laboratoire de l'agrégation*

[5] *juin 2022:contact d'un étudiant en médecine pour mieux comprendre le processus de l'examen Doppler*