

L'acoustophorèse au service du fractionnement de sang

L'analyse des produits dérivés du sang est une opération nécessaire dans le domaine médical , que ce soit pour la transfusion ou pour le comptage et l'examen d'un type cellulaire en particulier. Ainsi, les techniques d'extraction de ces produits sont de grande importance.

Se disposer de techniques efficaces et sûres de point de vue sanitaire pour trier les différents composants du sang est donc indispensable. C'est ainsi que je me suis intéressé dans mon sujet TIPE à l'application de la séparation acoustique dans ce domaine.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>sang</i>	<i>blood</i>
<i>radiation ultrasonore</i>	<i>ultrasonic radiation</i>
<i>onde acoustique</i>	<i>acoustic wave</i>
<i>Séparation acoustique</i>	<i>Acoustic separation</i>
<i>Transducteur</i>	<i>transducer</i>

Bibliographie commentée

L'approche la plus commune pour fractionner le sang est la centrifugation, or cette technique peut détériorer les constituants du sang en provoquant une activation non désirée des plaquettes. D'autres méthodes sont aussi utilisées comme le tri cellulaire magnétique ou le tri par fluorescence activée par le biais des marqueurs spécifiques, néanmoins ces techniques sont couteuses et la préparation des échantillons avant le processus peut être longue. Un autre moyen courant est le fractionnement par les filtres permettant de purifier un échantillon de sang d'une population donnée, par exemple les filtres à déleucocyter pour séparer les globules blancs, ce qui nécessite une autre technique plus complète pour un fractionnement complet , mais ils engendrent souvent des pertes de cellules. [4]

De ce fait, on recourt à la microfluidique , la science qui étudie les écoulements et leur mise en œuvre dans des réseaux de micro-canaux dont les dimensions sont de l'ordre du micron. Dans ce sens on trouve l'acoustophorèse , une technique qui utilise la force de radiation acoustique pour manipuler les cellules sanguines ou toute autre particule micrométrique [1]. Cette manipulation est mécanique et non agressive pour les particules de tailles très variées et elle ne nécessite pas le marquage préalable, ainsi elle a un grand intérêt dans les laboratoires de puce dû à la capacité des ondes acoustiques à manipuler à la fois des fluides et des particules dans ces fluides [2]

L'application de la séparation acoustique au fractionnement sanguin est investiguée par la communauté scientifique depuis environ une dizaine d'année. Les premières études de cette technique étaient celle de Lenshof et al en 2009, et de Karthick et Sen en 2018 pour l'isolation de plasma à partir de sang total. Pour la génération de concentré plaquettaire par acoustophorèse nous

était l'étude d'Aenitis , mais aussi celles de Nam et al en 2011, ainsi que de Chen et al en 2016.[4]
Les particules sont plongées dans un microcanal et sont soumises à une force de radiation acoustique une fois le champ acoustique stationnaire est établi, ce qui va les pousser vers les nœuds ou les ventres de pression de ce champ, selon leurs densités et compressibilités ainsi que celle de leur milieu [2]

La séparation des constituants sanguins est donc basée sur le couplage d'un transport différentiel transverse avec un écoulement longitudinal dans une cellule fine, en utilisant un champ de force programmé spatialement et généré au moyen d'onde ultrasonore, de telle onde peut être générée par des transducteurs acoustiques, et ses caractéristiques spatiales sont facilement contrôlées par l'agencement de ces transducteurs, la fréquence des tensions excitatrices et la géométrie du canal. [1]

Problématique retenue

Quel est le principe de la lévitation acoustique ? comment sert-elle à séparer les constituants du sang ?

Objectifs du TIPE

- Etudier l'effet de l'onde acoustique sur les constituants du sang en écoulement.
- Etudier les propriétés des transducteurs à utiliser pour générer une onde acoustique.
- Déterminer le principe de la séparation acoustique.
- Proposer un dispositif expérimental qui permet de mettre en œuvre le fractionnement du sang par acoustophorèse.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] CLAIRE RATIER : Étude et réalisation d'un dispositif de séparation acoustique et de son application à des objets biologiques : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00557238>
- [2] SYLVAIN TORU : Réalisation d'une pince acoustofluidique pour la manipulation bioparticules : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01970558>
- [3] AHMED M. SOLIMAN, MOHAMED A. ELDOSOKY AND TAHA E. TAHA : The Separation of Blood Components Using Standing Surface Acoustic Waves (SSAWs) Microfluidic Devices: Analysis and Simulation : <https://www.mdpi.com/2306-5354/4/2/28/htm>
- [4] BAPTISTE PIALOT : Caractérisation ultrasonore intégrée pour traitement in-vitro du sang : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03153271>
- [5] JIN-CHEN HSU, CHIH-HSUN HSU AND YEO-WEI HUANG : Acoustophoretic Control of Microparticle Transport Using Dual-Wavelength Surface Acoustic Wave Devices : <https://www.mdpi.com/2072-666X/10/1/52>

Références bibliographiques (ETAPE 2)

- [1] SYLVAIN TORU : Conception et réalisation d'une pince acoustique pour la manipulation de cellules : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00833833>

DOT

- [1]** *[Août 2021]: Recherche documentaire sur la séparation acoustique et son application dans le tri de particules .*
- [2]** *[Septembre 2021]: Faire l'inventaire des forces appliquées aux particules dans le sang .*
- [3]** *[Novembre 2021]: Se limiter au globules rouges pour établir l'équation de mouvement , et l'utiliser pour connaître l'effet des ondes acoustiques.*
- [4]** *[Janvier 2022]: Recherche du matériel nécessaire pour générer une onde acoustique stationnaire .*
- [5]** *[Mai 2022] : Réalisation de l'expérience mettant en évidence l'effet de l'onde acoustique .*