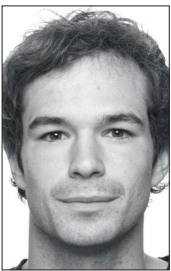


## Fluxmétrie laser Doppler dans les artères cutanées

Optique / Directeur de thèse: Prof. Christoph Meier

Expert: Martial Geiser

Pour diagnostiquer la circulation sanguine dans les veines et les artères d'un patient les ultrasons sont couramment utilisés. C'est grâce à l'effet Doppler que la vitesse du sang est mesurée. Ce phénomène se produit aussi avec une lumière cohérente (laser). Les technologies optiques apporteraient des avantages à ces systèmes, tels que réduction considérable de la taille et absence d'utilisation de gel. Le but de ce travail est de démontrer la faisabilité d'un tel instrument, capable de sonder des artères situées quelques millimètres sous la peau.



Thomas Bagnoud

La fluxmétrie par laser Doppler (LDF) est depuis plus de 30 ans couramment utilisée dans le domaine médical. Elle sert notamment à estimer la microcirculation dans la peau, le nerf optique ou même dans le cerveau lors de trépanation. Ces diagnostics sont non-invasifs et extrêmement fiables. Due à une grande diffusion de la lumière, la profondeur de mesure est très faible, de l'ordre du millimètre ou moins. Les artères que l'on veut atteindre se trouvent au plus près à 2 millimètres sous la peau.

### Évaluations

Pour évaluer la faisabilité du projet, un prototype a été réalisé pour des tests en conditions réelles. Nous avons ainsi pu rapidement conclure que le mouvement transversal de la paroi de l'artère produisait plus de signal que le mouvement longitudinal (vitesse d'écoulement). S'il est possible de mesurer le rythme cardiaque, il n'est par contre pas possible d'évaluer le flux. Ainsi l'absence de pulsativité dans les veines n'a donné aucun signal en retour sur le prototype.

Différents arrangements optiques ont été envisagés, le plus efficace est celui capable de concentrer au mieux l'illumination sur l'artère. Nous avons ainsi défini une seconde évaluation basée sur une peau synthétique composée d'une émulsion lipidique fixée dans du silicone.

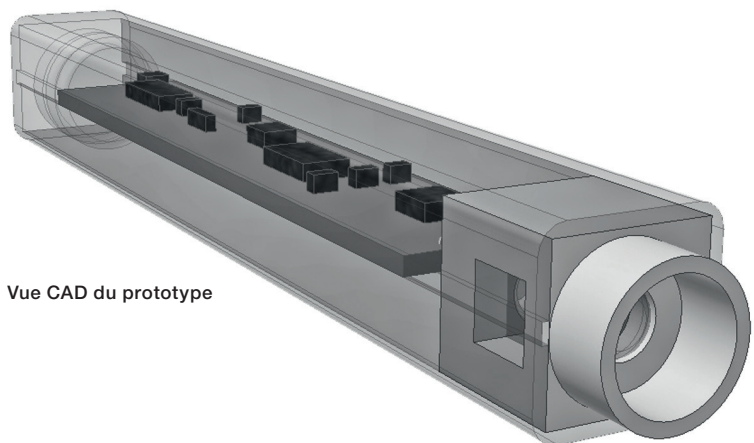
Des échantillons de peau synthétique de différentes épaisseurs ont été illuminés par plusieurs arrangements optiques (fibre, laser collimaté et focalisé, faisceau divergent et convergent). Une caméra CCD placée sous l'échantillon a mesuré la répartition spatiale de la lumière. Ainsi nous avons pu démontrer que la fibre optique est sensiblement plus adaptée pour ce genre d'applications.

Dans un autre test nous avons simulé un flux sanguin sous la peau à l'aide de peau synthétique

d'épaisseurs variables recouvrant des tubes en verre dans lesquels s'écoulait un liquide diffusant. Nous avons ainsi pu démontrer qu'un signal Doppler était détectable pour un tube recouvert jusqu'à une épaisseur de 1.5 mm de peau synthétique.

### Résultats

La profondeur de pénétration de la mesure est limitée par la diffusion de la lumière. Elle diminue la probabilité de récolter un signal suffisant provenant du vaisseau sanguin. Cette profondeur de mesure est trop faible pour les artères cutanées surtout si le patient a une couche de graisse épaisse. En conclusion la mesure du flux sanguin dans les veines et les artères reste plus efficace et plus fiable avec des ultrasons qu'avec la lumière.



Vue CAD du prototype