Détection non invasive de la variation de la permittivité d'un milieu biologique

M-Amine Zidane , A. Rouane

Institut Jean Lamour

2 allée André Guinier Campus Artem
54000 NANCY

mohamed-amine.zidane@univ-lorraine.fr

Résumé :

Ces dernières années, d'importants besoins dans le domaine biomédical ont suscité un vif intérêt pour l'étude des biocapteurs qui permettent une caractérisation précise et rapide d'éléments biologiques. Afin de pouvoir déterminer les champs induits dans le corps humain par les sources de champs électromagnétiques, il est nécessaire de connaître les caractéristiques électriques macroscopiques des milieux biologiques le plus précisément possible [1]. Dans le domaine de l'électromagnétisme, les milieux biologiques apparaissent comme des matériaux atypiques ayant des propriétés très différentes des matériaux classiques. Du fait de leur composition et de leur structure, les tissus biologiques ont des propriétés électriques très complexes, difficiles à déterminer, fortement dépendantes de la fréquence des champs et sensibles à de nombreux paramètres [2]. Un des objectifs principal de ce travail est la détection non invasive de la variation de la permittivité d'un milieu biologique en se basant sur un dispositif hyperfréquence.

Une antenne à fente alimentée par une ligne micro ruban a été étudiée. Dans le but de séparer la partie excitation de la partie rayonnement et faciliter l'exploitation des mesures, on a opté pour une excitation des fentes par ligne micro ruban en configuration différentielle.

Une étude de simulation sur COMSOL a permis d'adapter l'antenne fente à un modèle de tissu qui prend en considération les couches de muscle et de graisse avec une surface de sang qui ne dépasse pas 7.5×7.5 mm^2

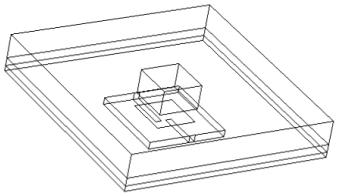

Figure 1 : Schéma antenne/tissu sous COMSOL

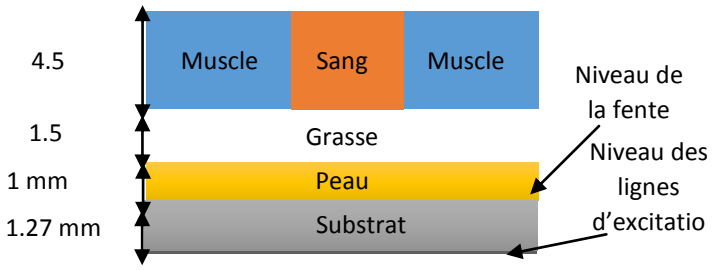

Figure 2 : Modèle de tissu utilisé dans les simulations

Résultats :

Système	1	2	3
Surface substrat (mm^2)	15×15	15×15	20×20
Surface fente (mm^2)	5×5	7.5×7.5	10×10
Plage de variation de la permittivité du sang	58-59	58-59	58-59
S11 (dB)	<-10	<-10	<-19
ΔS21 (dB)	[-19 -16.5]	[-19.5 -16.5]	[-20.5 -16.5]
Volume du sang (mm^3)	5×5×4.5	7.5×7.5×4.5	10×10×4.5
Fréquence de travail (GHz)	7	6.8	6.4

Référence :

[1] Laurent Bernard « Caractérisation électrique des tissus biologiques et calcul des phénomènes induits dans le corps humain par des champs électromagnétiques de fréquence inférieure au GHz», Thèse de doctorat sous la direction de Noél Burais, Laurent Nicolas, Joao Antonio de Vasconcelos, Ecole centrale de Lyon.

[2] https://www.itis.ethz.ch/virtual-population/tissue-properties/database/dielectric-properties/