

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE DE RENNES 1
COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 601
*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*
Spécialité : *Traitement du Signal et de l'Image*

Par

Sahadatou TOURE

**Optimisation de la radiothérapie interne des tumeurs du foie par
microsphères radiomarquées : du recueil de données anatomiques et
fonctionnelles à la modélisation spécifique-patient**

Thèse présentée et soutenue à « Lieu », le « date »
Unité de recherche : LTSI UMR INSERM 1099

Rapporteurs avant soutenance :

Frédérique FROUIN
Boris GUIU

CR INSERM
PU-PH, CHU Montpellier

Composition du Jury :

	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (9) (à préciser après la soutenance)
Président :	Frédérique FROUIN	CR INSERM
Examineurs :	Boris GUIU	PU-PH, CHU Montpellier
	Marek KRETOWSKI	Professeur, Bialystok University of Technology
	Hervé SAINT-JALMES	PU-PH, Université de Rennes 1
Dir. de thèse :	Johanne BEZY-WENDLING	MCU, Université de Rennes 1
Co-dir. de thèse :	Yan ROLLAND	PH, Université de Rennes 1

Invité :

Pierre-Antoine ELIAT

IR, Université de Rennes 1

Titre : Optimisation de la radiothérapie interne des tumeurs du foie par microsphères radiomarquées : du recueil de données anatomiques et fonctionnelles à la modélisation spécifique-patient

Mots clés : Carcinomes hépatocellulaires, radioembolisation, imagerie médicale, segmentation, impression 3D.

Résumé : La radioembolisation est une option thérapeutique pour le traitement des carcinomes hépatocellulaires (CHC) qui consiste à injecter des microsphères radioactives dans l'artère hépatique.

Cette thèse porte sur l'optimisation du protocole de la radioembolisation par une approche basée sur l'analyse d'images et la modélisation.

Dans un premier temps, un recueil de données quantitatives de patients a été effectué pour alimenter le modèle de simulation des flux sanguins et du transport de microsphères dans l'arbre artériel. Puis une méthode de segmentation des vaisseaux dédiée aux images d'angiographie Cone-Beam CT artérielle a été

développé pour extraire les vaisseaux hépatiques.

La méthode de segmentation basée sur une utilisation adaptative du Filtre de Frangi a été appliquée et validée sur des images d'angiographies CBCT de patients et sur un fantôme de vaisseaux. Des impressions 3D de modèles physiques de vaisseaux ont été effectuées pour la validation des simulations numériques, et de la méthode de segmentation. Les tests réalisés avec les objets imprimés ont permis de valider la simulation et la méthode de mesure de vitesse. Enfin, une évaluation des mesures de vitesse par IRM de contraste de phase est réalisée sur des patients, des volontaires, mais également sur des fantômes de flux.

Title: Optimization of Selective Internal Radiation Therapy of liver tumors: From data collection to patient-specific modelling.

Keywords: Hepatocellular carcinoma, Selective Internal Radiation Therapy, medical imaging, segmentation, 3D printing.

Abstract: Selective Internal Radiation Therapy (SIRT) relies on a treatment modality of hepatocellular carcinoma that relies on the delivery of a radioactive substance into the tumor vascular supply via an intra-arterial catheter placed under radiological guidance.

This thesis focuses on the optimization of SIRT protocol using an image analysis and modeling approach.

In a first step, a collection of quantitative data from patients was carried out to feed the simulation model of blood flow and microsphere transport in the arterial tree. Then a vessel segmentation method dedicated to arterial

Cone-Beam CT angiography images was developed to extract the hepatic vessels.

The segmentation method based on an adaptive use of the Frangi Filter was applied and validated on CBCT angiography images of patients and on a phantom vessel. 3D impressions of physical models of vessels were made for the validation of the numerical simulations and the segmentation method. Tests carried out with the printed objects allowed the validation of the simulation and the velocity measurement method. Finally, an evaluation of velocity measurements by phase contrast MRI was performed on patients, volunteers, and also on flow phantoms.