

UNIVERSITÉ DE NICE - SOPHIA ANTIPOLIS  
ÉCOLE DOCTORALE STIC  
SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION  
ET DE LA COMMUNICATION

# THÈSE

pour obtenir le titre de

**Docteur en Sciences**

de l'Université de Nice - Sophia Antipolis

**Mention : INFORMATIQUE**

Présentée et soutenue par

Olivier COMMOWICK

## Création et utilisation d'atlas anatomiques numériques pour la radiothérapie

Thèse dirigée par Grégoire MALANDAIN

préparée à l'INRIA Sophia Antipolis, Projet ASCLEPIOS

soutenue le 14 février 2007

### **Jury :**

<i>Rapporteurs :</i>	Patrick CLARYSSE	-	CNRS (CREATIS)
	Louis COLLINS	-	McGill University
<i>Directeur :</i>	Grégoire MALANDAIN	-	INRIA (Asclepios)
<i>Président :</i>	Nicholas AYACHE	-	INRIA (Asclepios)
<i>Examineurs :</i>	Pierre-Yves BONDIAU	-	Centre Antoine Lacassagne (Nice)
	Guido GERIG	-	University of North Carolina
	Vincent GRÉGOIRE	-	Université Catholique de Louvain
<i>Invité :</i>	Hanna KAFROUNI	-	DOSISoft S.A.



## Remerciements

A faire en dernier :-)



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Exemple d'illustration . . . . .	1
1.1.1	Une sous section pour le fun . . . . .	1
1.2	Une équation . . . . .	1
1.3	Une autre section . . . . .	1
<b>A</b>	<b>Exemple d'annexe</b>	<b>3</b>
A.1	Exemple d'annexe . . . . .	3
	<b>Bibliographie</b>	<b>5</b>



# Introduction

---

## Sommaire

<b>1.1 Exemple d'illustration . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1.1 Une sous section pour le fun . . . . .	1
<b>1.2 Une équation . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Une autre section . . . . .</b>	<b>1</b>

---

## 1.1 Exemple d'illustration

### 1.1.1 Une sous section pour le fun

Eh non je n'écrirai pas votre thèse... Désolé. Juste pour montrer que ce style gère les accents et comment on inclut une figure. A noter, les path vers les dossiers d'images et l'extension sont définis dans formatAndDefs.tex . Pour pdflatex, les images jpg sont gérées. Pour latex, utiliser ps ou eps.

## 1.2 Une équation

Juste pour montrer les commandes argmin et dérivée partielle.

$$T = \arg \min_T E(T, R, F) \quad (1.1)$$

Régularisation :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \Delta T \quad (1.2)$$

## 1.3 Une autre section

Pour montrer l'environnement bulletList

- Premier point
- Deuxième point



FIGURE 1.1 – Une jolie image...



# Exemple d'annexe

---

## A.1 Exemple d'annexe

Et j'en profite pour me citer et montrer mon style bibtex (deux auteurs) [Commowick 2007].

Et deux autres citations pour le style optionnel de bibliographie : un seul auteur [Oakes 1999] et plus de deux auteurs [Guimond 2000].



# Bibliographie

- [Commowick 2007] Olivier Commowick et Grégoire Malandain. *Efficient Selection of the Most Similar Image in a Database for Critical Structures Segmentation*. In Proceedings of the 10th Int. Conf. on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2007, Part II, volume 4792 of *LNCS*, pages 203–210. Springer Verlag, 2007. (Cité en page 3.)
- [Guimond 2000] A. Guimond, J. Meunier et J.-P. Thirion. *Average Brain Models : A Convergence Study*. Computer Vision and Image Understanding, vol. 77, no. 2, pages 192–210, 2000. (Cité en page 3.)
- [Oakes 1999] David Oakes. *Direct Calculation of the Information Matrix via the EM Algorithm*. J. R. Statistical Society, vol. 61, no. 2, pages 479–482, 1999. (Cité en page 3.)



---

**Résumé :** L'objectif de cette thèse est de fournir aux radiothérapeutes des outils de contournage automatique des structures à risque pour la planification de la radiothérapie des tumeurs cérébrales et de la région ORL.

Nous utilisons pour cela un atlas anatomique, constitué d'une représentation de l'anatomie associée à une image de celle-ci. Le recalage de cet atlas permet de contourner automatiquement les organes du patient et ainsi obtenir un gain de temps considérable. Les contributions présentées se concentrent sur trois axes.

Tout d'abord, nous souhaitons obtenir une méthode de recalage la plus indépendante possible du réglage de ses paramètres. Celui-ci, effectué par le médecin, se doit d'être minimal, tout en garantissant un résultat robuste. Nous proposons donc des méthodes de recalage permettant un meilleur contrôle de la transformation obtenue, en passant par des techniques de rejet d'appariements aberrants ou en utilisant des transformations localement affines.

Le second axe est consacré à la prise en compte de structures dues à la tumeur. En effet, la présence de ces structures, absentes de l'atlas, perturbe le recalage de celui-ci. Nous proposons donc également des méthodes afin de contourner ces structures et de les prendre en compte dans le recalage.

Enfin, nous présentons la construction d'un atlas ORL et son évaluation sur une base de patients. Nous montrons ici la faisabilité de l'utilisation d'un atlas de cette région, ainsi qu'une méthode simple afin d'évaluer les méthodes de recalage utilisées pour construire un atlas.

L'ensemble de ces travaux a été implémenté dans le logiciel Imago de DOSIsoft, ceci ayant permis d'effectuer une validation en conditions cliniques.

**Mots clés :** Segmentation par atlas, recalage non linéaire, radiothérapie, création d'atlas

---

---

## Design and Use of Numerical Anatomical Atlases for Radiotherapy

**Abstract :** The main objective of this thesis is to provide radio-oncology specialists with automatic tools for delineating organs at risk of a patient undergoing a radiotherapy treatment of cerebral or head and neck tumors.

To achieve this goal, we use an anatomical atlas, i.e. a representative anatomy associated to a clinical image representing it. The registration of this atlas allows to segment automatically the patient structures and to accelerate this process. Contributions in this method are presented on three axes.

First, we want to obtain a registration method which is as independent as possible w.r.t. the setting of its parameters. This setting, done by the clinician, indeed needs to be minimal while guaranteeing a robust result. We therefore propose registration methods allowing to better control the obtained transformation, using outlier rejection techniques or locally affine transformations.

The second axis is dedicated to the consideration of structures associated with the presence of the tumor. These structures, not present in the atlas, indeed lead to local errors in the atlas-based segmentation. We therefore propose methods to delineate these structures and take them into account in the registration.

Finally, we present the construction of an anatomical atlas of the head and neck region and its evaluation on a database of patients. We show in this part the feasibility of the use of an atlas for this region, as well as a simple method to evaluate the registration methods used to build an atlas.

All this research work has been implemented in a commercial software (Imago from DOSIsoft), allowing us to validate our results in clinical conditions.

**Keywords :** Atlas-based Segmentation, non rigid registration, radiotherapy, atlas creation

---