



**TIC SANTÉ**

DIGITAL AQUITAINE

université  
de **BORDEAUX**



# Reconstruction 3D, fusion d'image : passé, présent et futur.



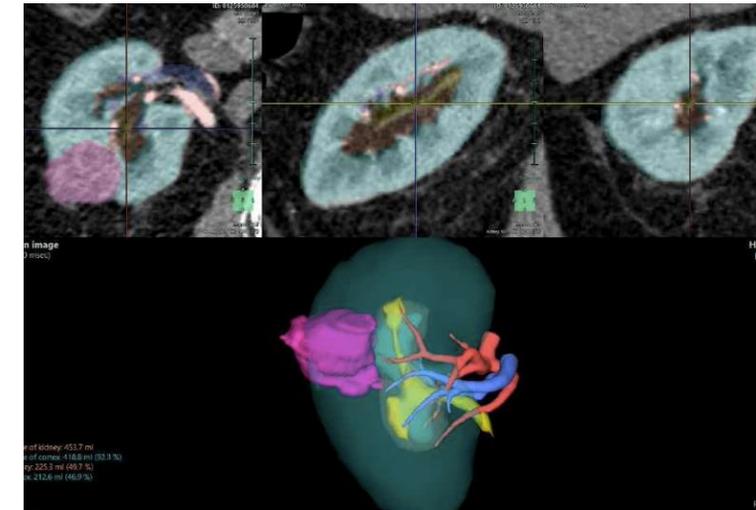
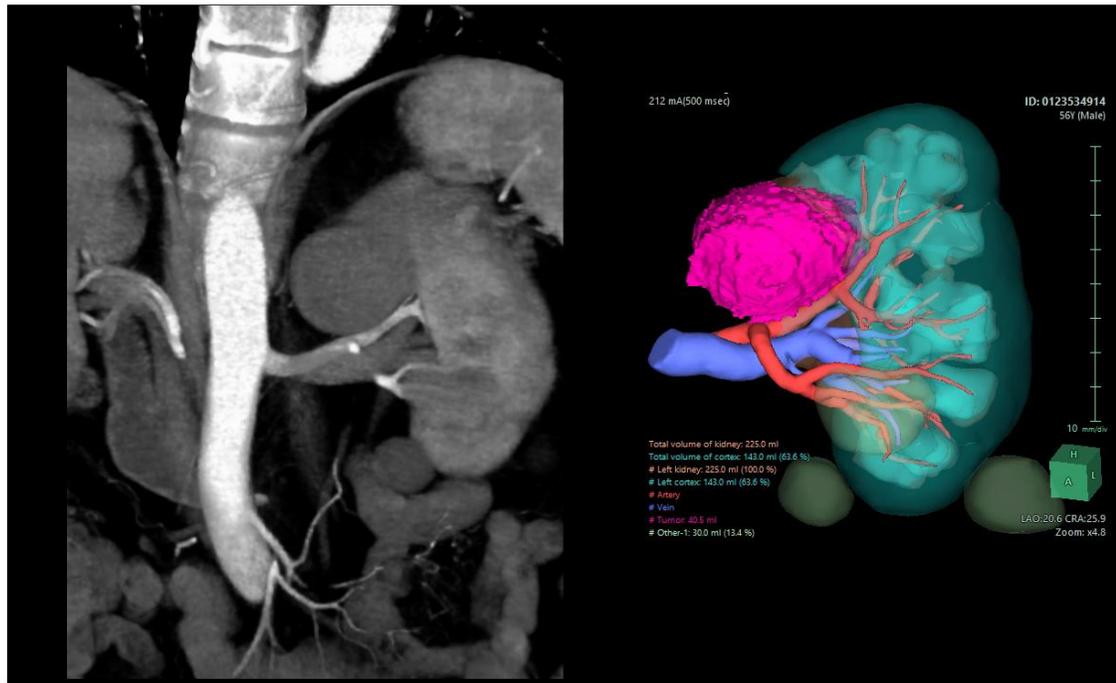
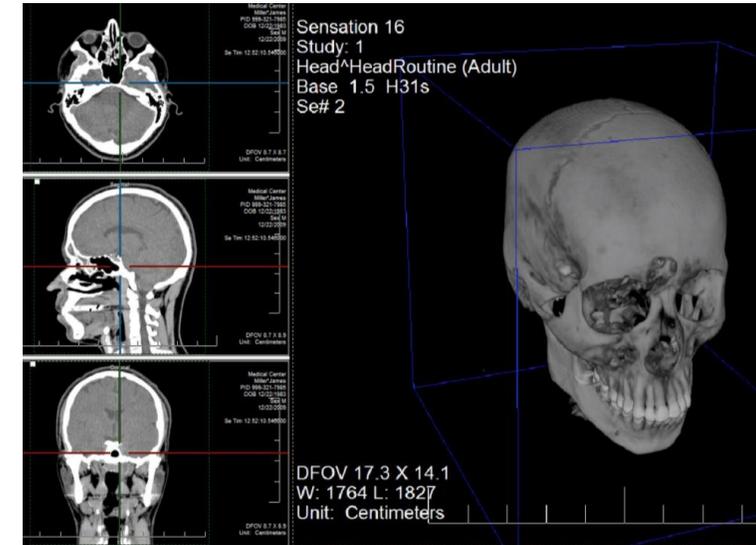
**UroCCR**

RÉSEAU FRANÇAIS DE RECHERCHE  
SUR LE CANCER DU REIN

Pr Jean-Christophe BERNHARD MD, PhD  
Department of Urology - CHU Bordeaux  
[Jean-christophe.bernhard@chu-bordeaux.fr](mailto:Jean-christophe.bernhard@chu-bordeaux.fr)

**Modélisation 3D** = reconstruction d'image 3D à partir d'images de coupes de scanner 2D = modèle de RV

**Segmentation** de coupes TDM 2D : manuelle / semi-automatique / automatique = modalité d'obtention du Modèle 3D



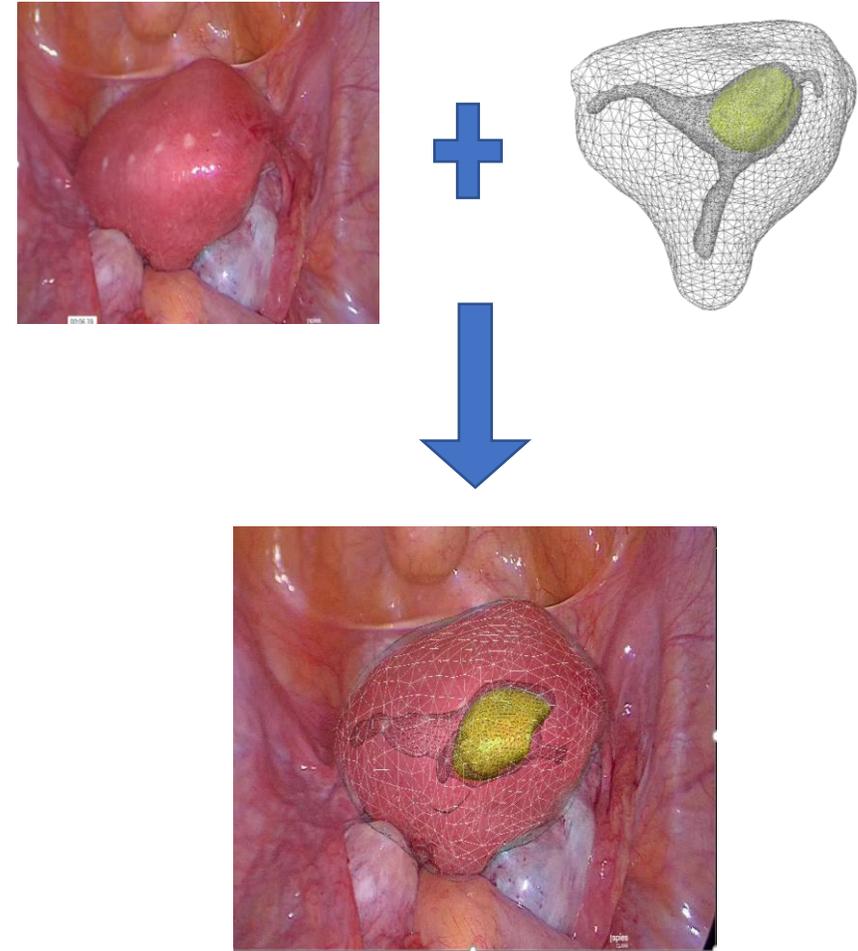
**Réalité virtuelle** = Représentation virtuelle 3D d'un environnement réel (immersive / non immersive)

**Réalité augmentée** = Superposition d'une image virtuelle (modèle 3D) sur une image réelle

**RA avec Fusion d'image** = Superposition de 2 images recalées

→ vision réelle du chirurgien « augmentée » d'informations virtuelles

Objectif : guidage chirurgical en temps réel



# Différents niveaux de complexité de RA



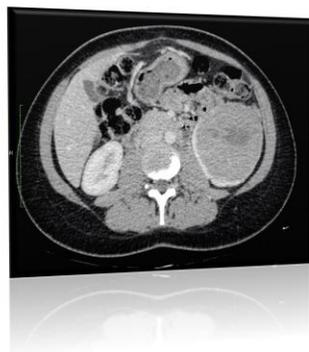
A camera image



Virtual object



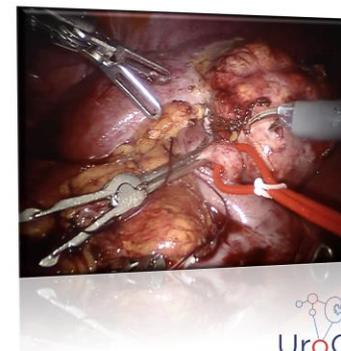
L'utilisation des technologies 3D pourrait permettre d'améliorer la qualité de la prise en charge chirurgicale des tumeurs du rein



- L'annonce d'un diagnostic
- L'explication d'une chirurgie complexe
- La planification et l'exécution de la chirurgie



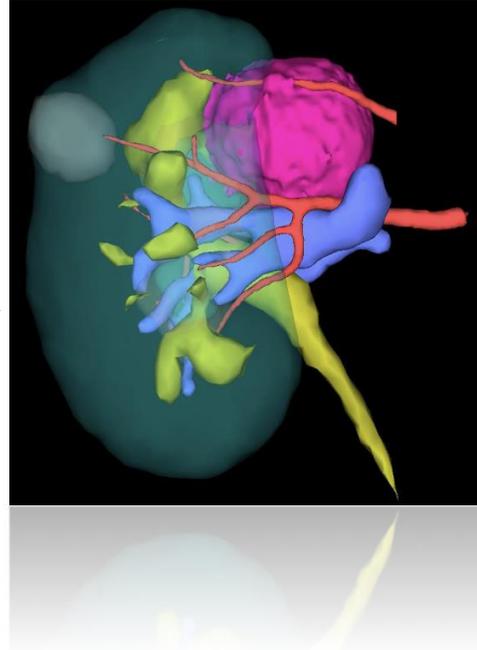
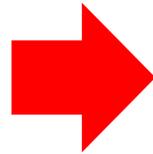
- L'entraînement à une technique chirurgicale



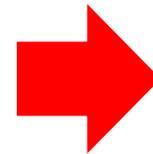
# Applications des modèles 3D en chirurgie rénale



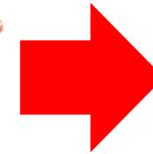
**Scanner**



**Modélisation 3D**



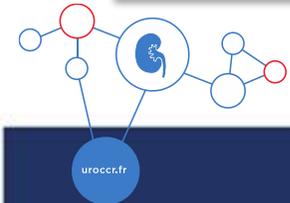
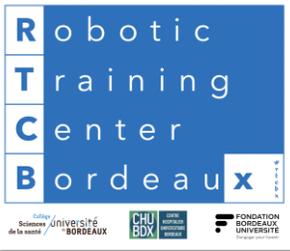
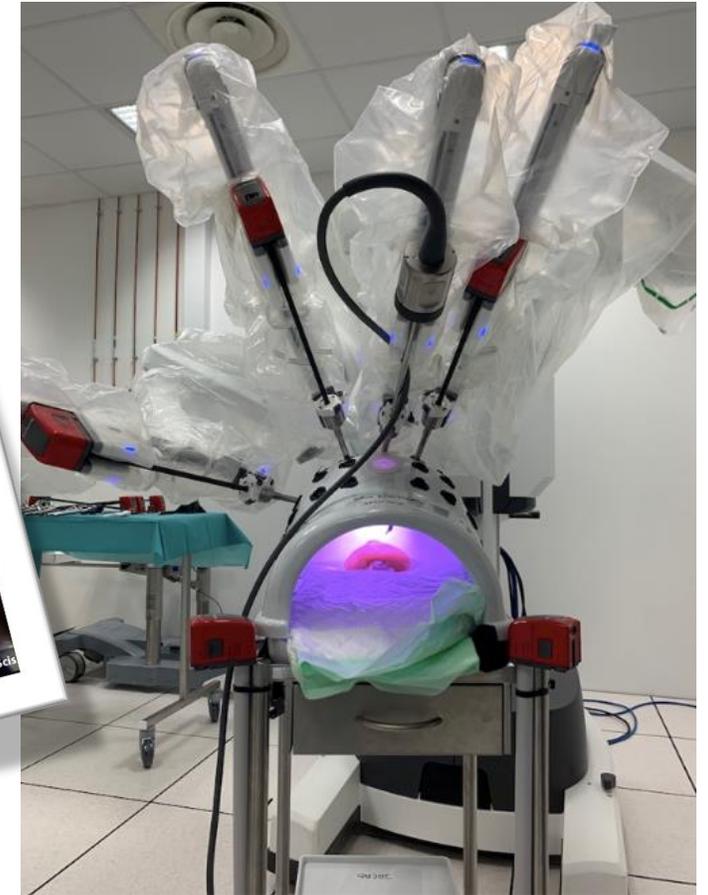
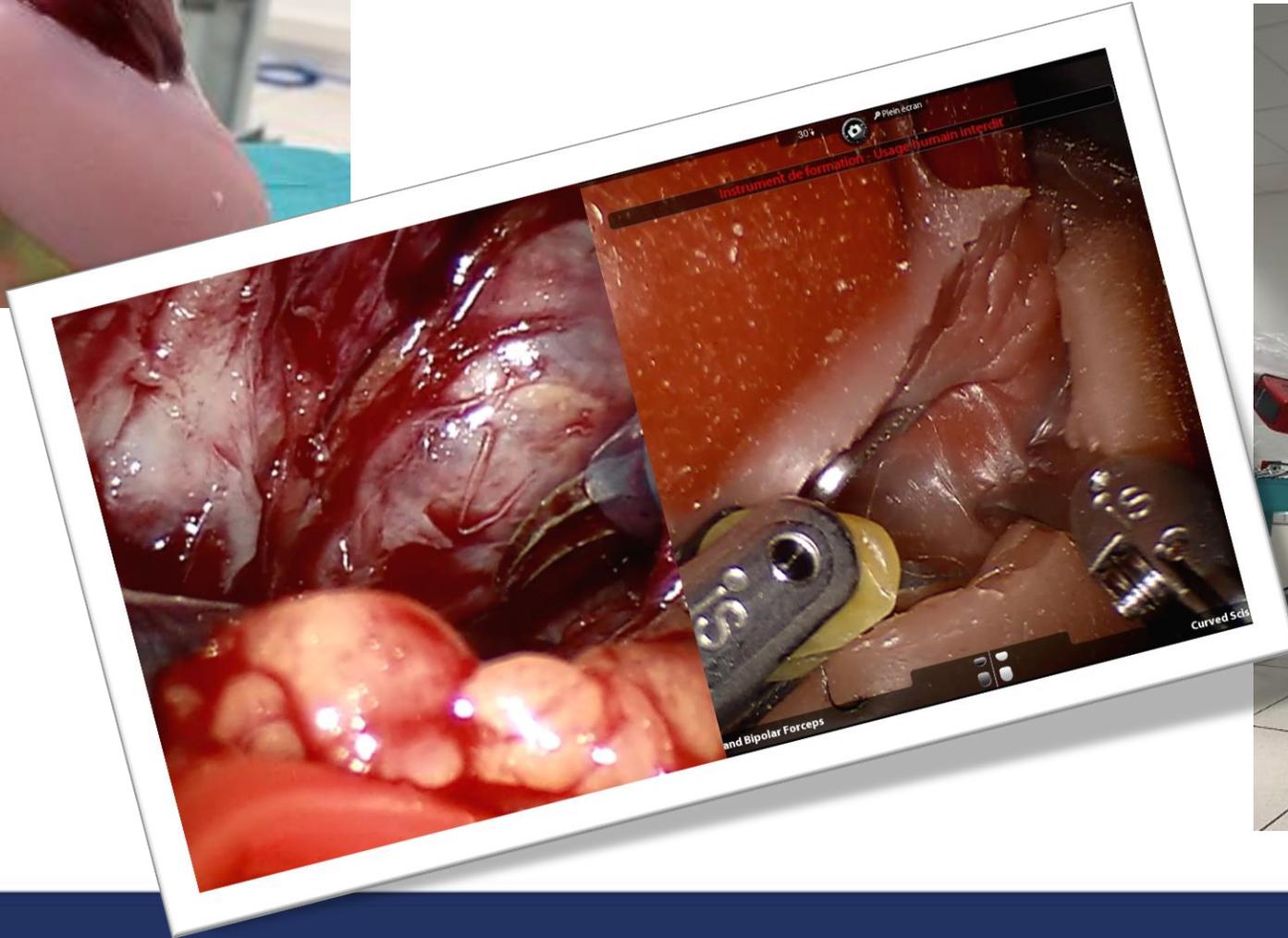
**Impression 3D**



**Impression 3D  
souple**

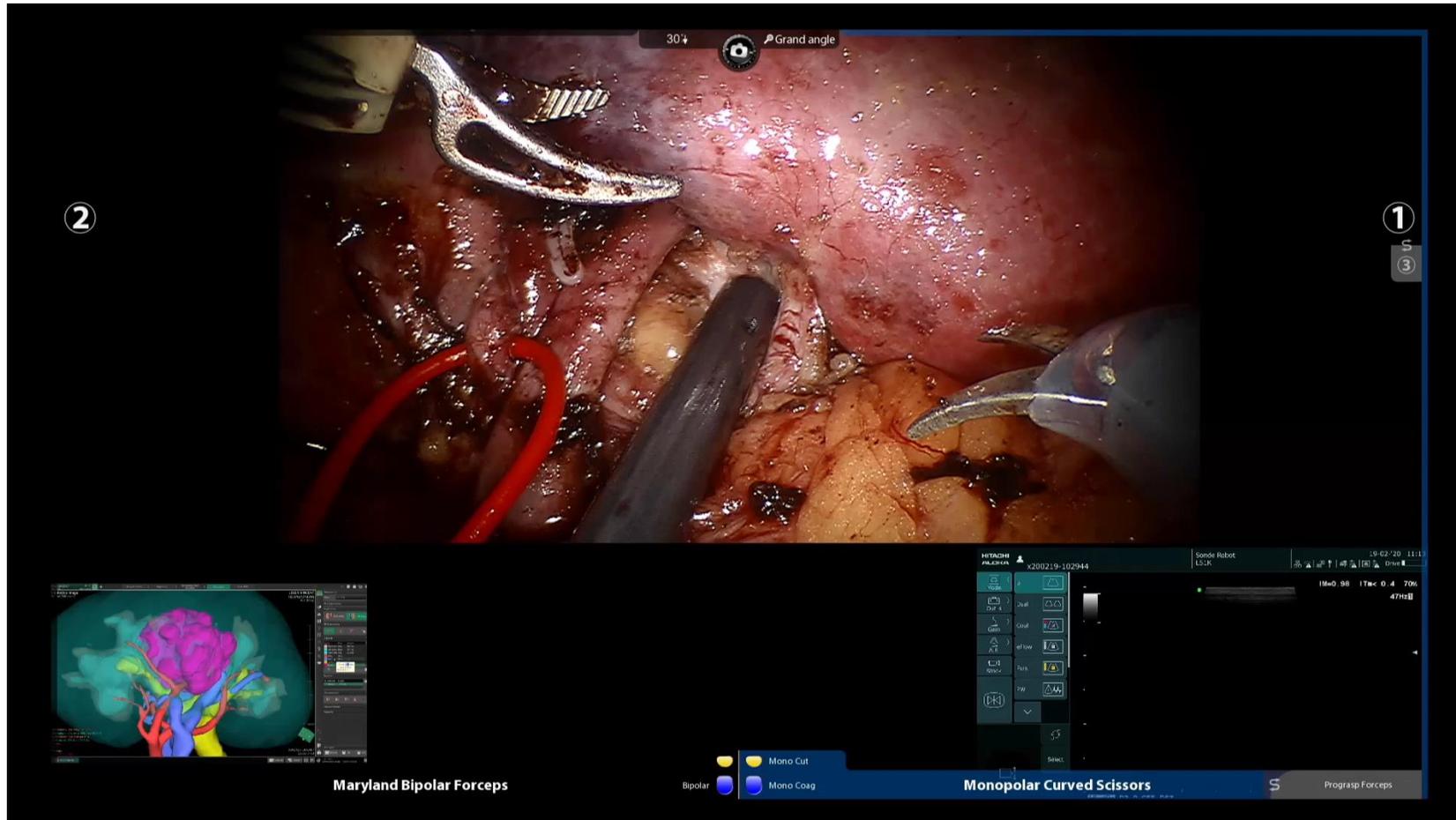
# Quel intérêt pédagogique ?

## La Simulation chirurgicale



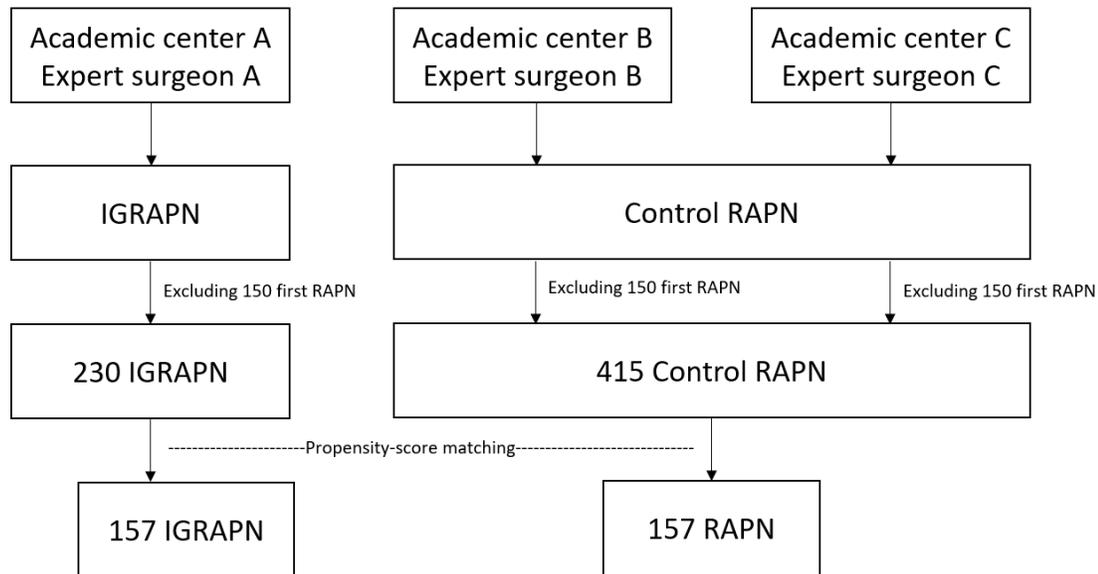
# Quel intérêt pour le chirurgien ?

## Le guidage chirurgical en temps réel



## 3D-Image guided robotic-assisted partial nephrectomy: a multi-institutional propensity score-matched analysis (UroCCR study 51)

Clément Michiels<sup>1</sup> · Zine-Eddine Khene<sup>2</sup> · Thomas Prudhomme<sup>3</sup> · Astrid Boulenger de Hauteclocque<sup>1</sup> · François H. Cornelis<sup>4,5</sup> · Mélanie Percot<sup>1</sup> · Hélène Simeon<sup>1</sup> · Laure Dupitout<sup>1</sup> · Henri Bensadoun<sup>1</sup> · Grégoire Capon<sup>1</sup> · Eric Alezra<sup>1</sup> · Vincent Estrade<sup>1</sup> · Franck Bladou<sup>1</sup> · Grégoire Robert<sup>1</sup> · Jean-Marie Ferriere<sup>1</sup> · Nicolas Grenier<sup>4</sup> · Nicolas Doumerc<sup>3</sup> · Karim Bensalah<sup>2</sup> · Jean-Christophe Bernhard<sup>1</sup>



## Réalité virtuelle

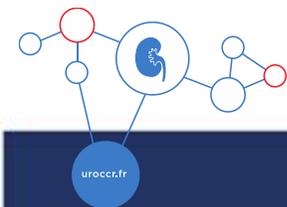
- Retrospective, 3 experts surgeons
- 645 patients (Nov 2015-Janv 2020)
- 2 groups :
  - 3D IGRAPN (n=230)
  - Control RAPN (n=415)
- 3D models used for surg planning in VR and intra-operative guidance via Tile-Pro
- Comparison of intra-operative and post-operative surgical outcomes

World Journal of Urology

**Table 5** Multivariable logistic regression analysis for positive trifecta achievement

	Positive trifecta achievement			PS-matched patients		
	Full data set					
3D-IGRAPN	51.72%		$p=0.01$	55.78%		$p=0.005$
Control-RAPN	42.2%			45.13%		
	Odds ratio	(95% CI)	<i>P</i>	Odds ratio	(95% CI)	<i>P</i>
Age	0.98	(0.97–1)	0.17	0.99	(0.97–1.01)	0.34
BMI	1.01	(0.97–1.04)	0.58	1.01	(0.97–1.06)	0.44
RENAL score	0.85	(0.75–0.96)	0.009	0.85	(0.72–1)	0.051
Tumor size	0.98	(0.97–0.99)	0.02	0.98	(0.97–1)	0.17
ASA score $\geq 3$	0.87	(0.63–1.2)	0.41	0.73	(0.47–1.13)	0.17
3D-IGRAPN	2.17	(1.44–3.25)	$<0.001$	2.4	(1.43–4.06)	0.001

3D-IGRAPN three-dimensional-image guided robot-assisted partial nephrectomy, PS propensity-score, RAPN robot-assisted partial nephrectomy, CI confidence interval



Systematic review

## A Survey of Augmented Reality Methods to guide Minimally Invasive Partial Nephrectomy

Abderrahmane Khaddad <sup>1,\*</sup>, Jean-Christophe Bernhard <sup>1,2</sup>, Gaëlle Margue <sup>1</sup>, Clément Michiels <sup>1</sup>, Solène Ricard <sup>2</sup>, Kilian Chandelon <sup>3</sup>, Franck Bladou <sup>1</sup>, Nicolas Bourdel <sup>3,4</sup> and Adrien Bartoli <sup>3,5</sup>

<sup>1</sup> Department of Urology, Hôpital Pellegrin, Bordeaux University Hospital, France

<sup>2</sup> French research network on kidney cancer UroCCR, Bordeaux, France

<sup>3</sup> Institut Pascal, UMR6602 CNRS, UCA, Clermont-Ferrand University Hospital, France

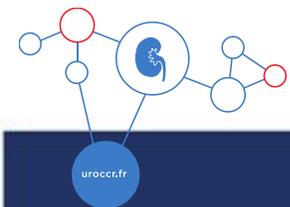
<sup>4</sup> Department of Obstetrics and Gynecology, Clermont-Ferrand University Hospital, France

<sup>5</sup> Department of Clinical Research and Innovation, Clermont-Ferrand University Hospital, France

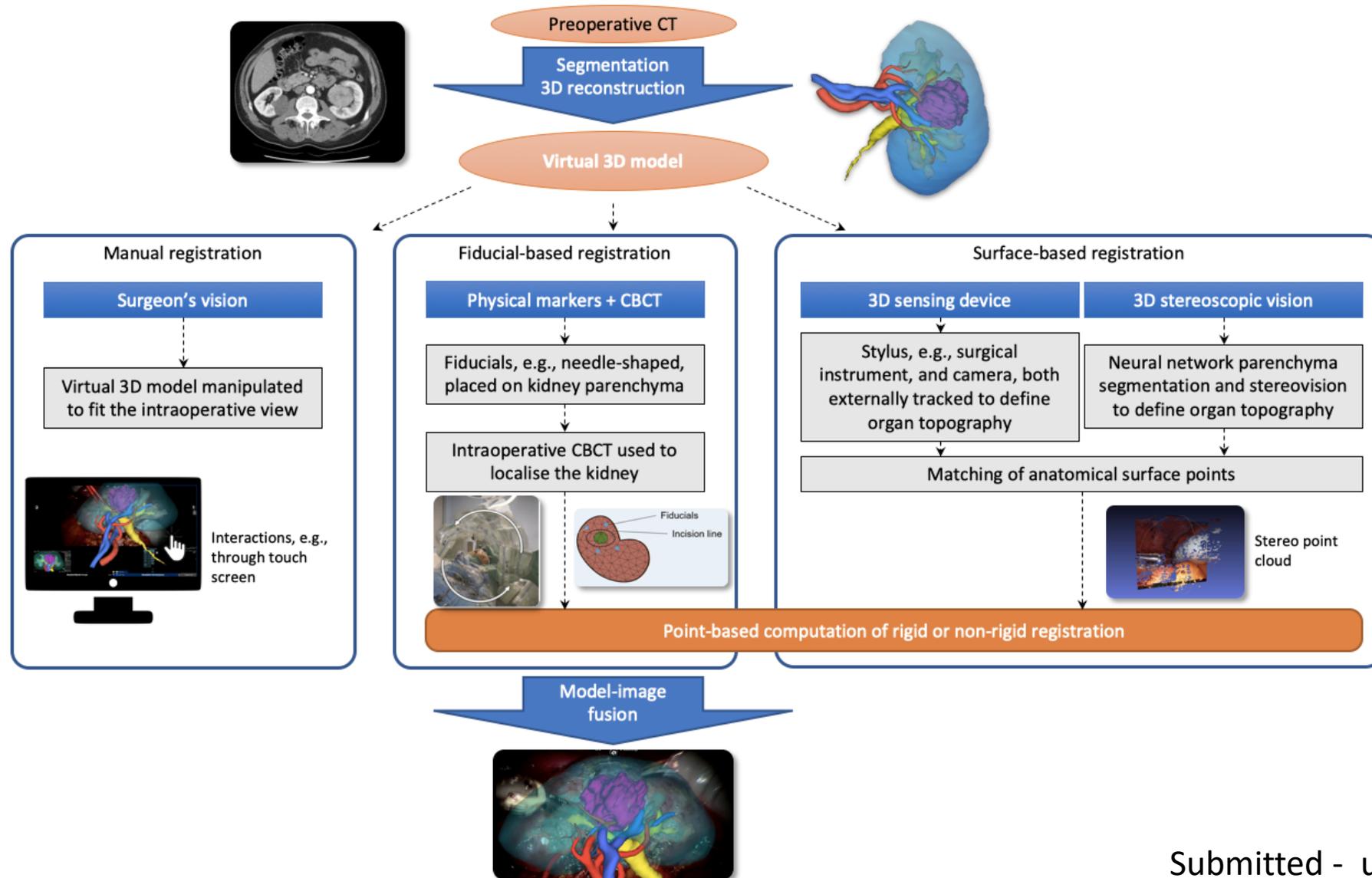
\* Correspondence: khaddad.abder@gmail.com



Submitted - under review



# Vers la 3D-AR IGRAPN



## Types de recalage :

Manuel

Échographique

Implantation de fiduciaires

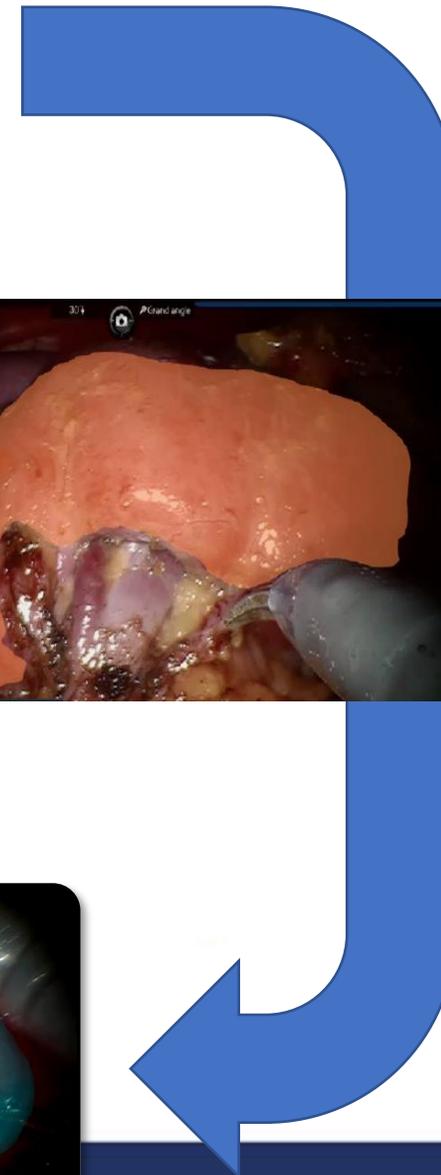
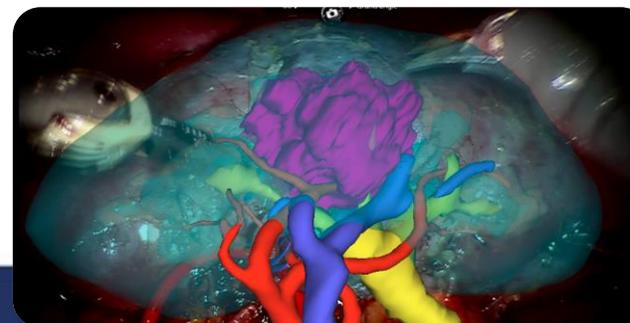
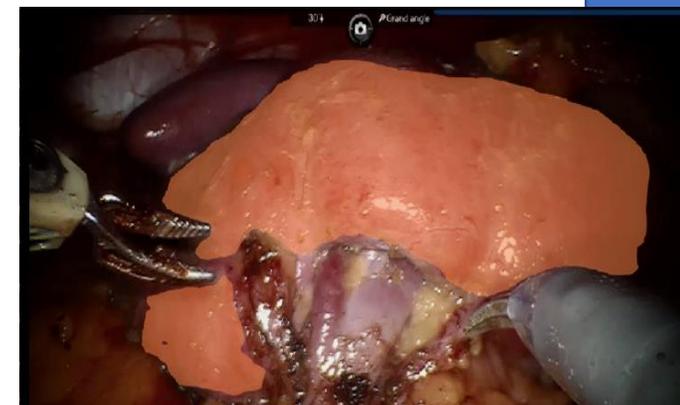
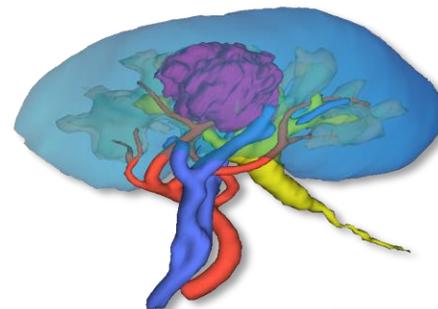
**Reconnaissance de surface**

1 - Création d'un modèle 3D pré-opératoire

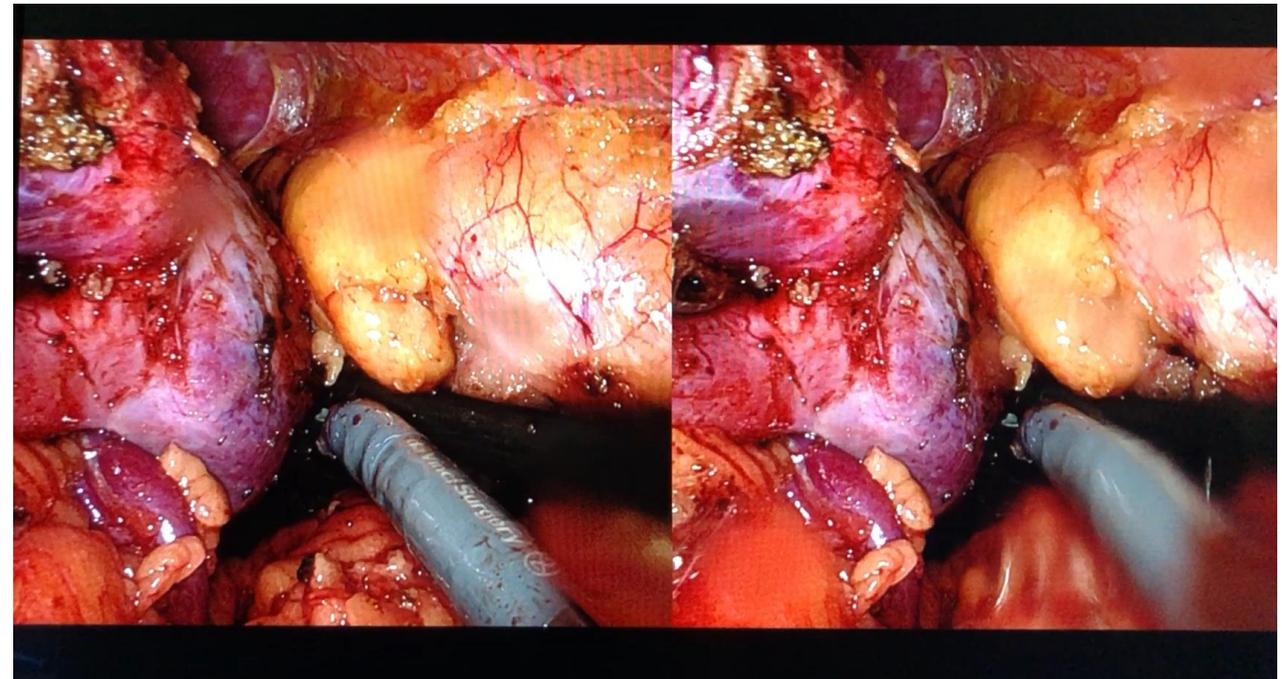
2 - Reconnaissance de la surface par Deep-Learning

3 - Création d'un modèle 3D intra-opératoire

4 – Fusion-recalage des modèles 3D pré- et intra-opératoire



# Vers la 3D-AR IGRAPN



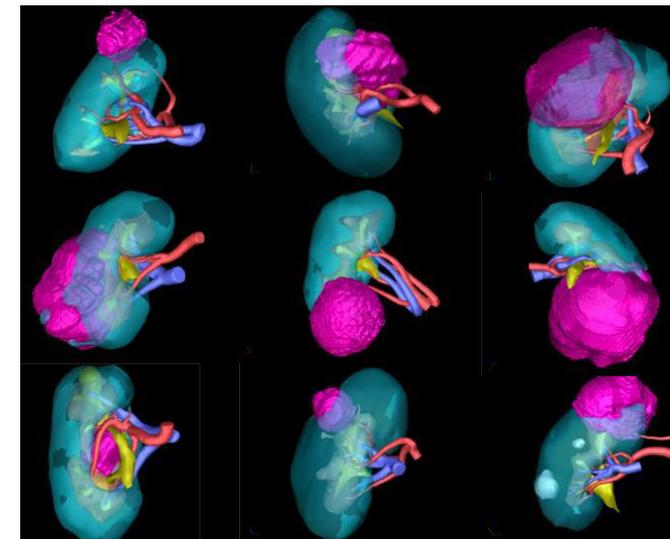
Impact majeur des nouvelles technologies sur la chirurgie rénale

Intérêt clair de l'impression 3D pour l'éducation-patient mais obstacle du coût

Reconstruction 3D : outil pédagogique améliorant la compréhension de l'imagerie par les étudiants

Modèle 3D Silicone : training chirurgical réaliste, à intégrer dans la formation des jeunes chirurgiens

RA = avenir de la chirurgie guidée par l'image





## RHU Digital Urology 3D



### WP1

Virtual 3D for an enhanced surgical procedure

- Software for AR surgery



### WP2

3D technologies for an enhanced patient information

- 3D printed models for patient education



### WP3

3D printing for an enhanced surgical training

- Materials for 3D printing
- 3D printer
- Biomimetics 3D printed models

