

Simulation & Calcul haute performance : le défi de la chirurgie assistée par ordinateur

Prof. Luc Soler, Prof. Jacques Marescaux

Objectif : réduire les erreurs humaines

Exemple : Chirurgie en france

1 Erreur évitable grave / 10⁹ actes

55 000 EEG / an

➔ 150 EEG / jour

➔ 1 EEG / 10 mn

Objectif : réduire les erreurs humaines

Exemple : Chirurgie en france

1 Erreur évitable grave / 109 actes

Aéronautique mondiale

1 accident majeur / 1,6 M Flight

L'exemple de l'aéronautique



Prévision et suivi
météorologique

1^{er} élément: La carte 3D du patient



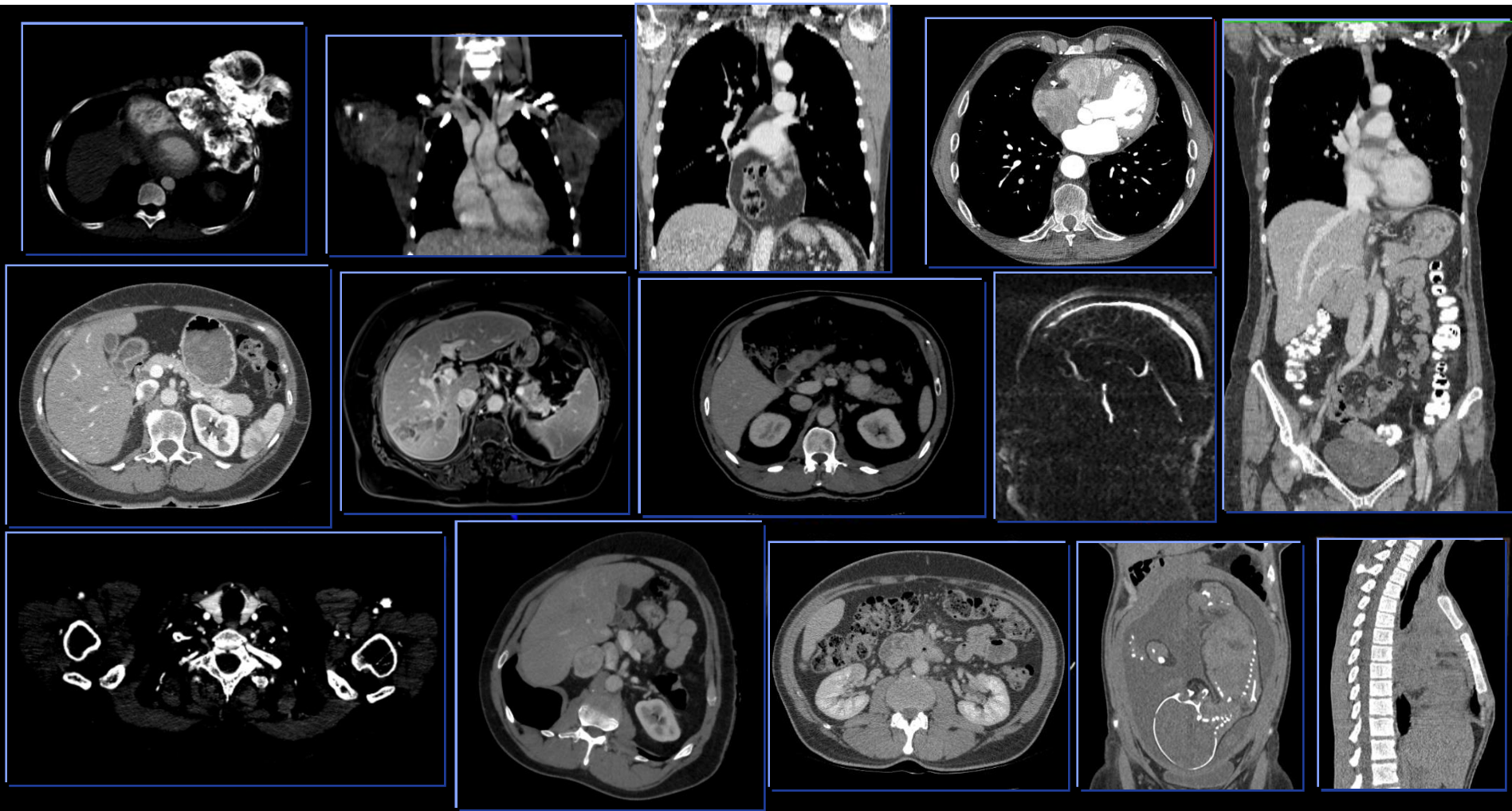
1 Planète... mais 7 milliard d'Humains

1^{er} élément: La carte 3D du patient



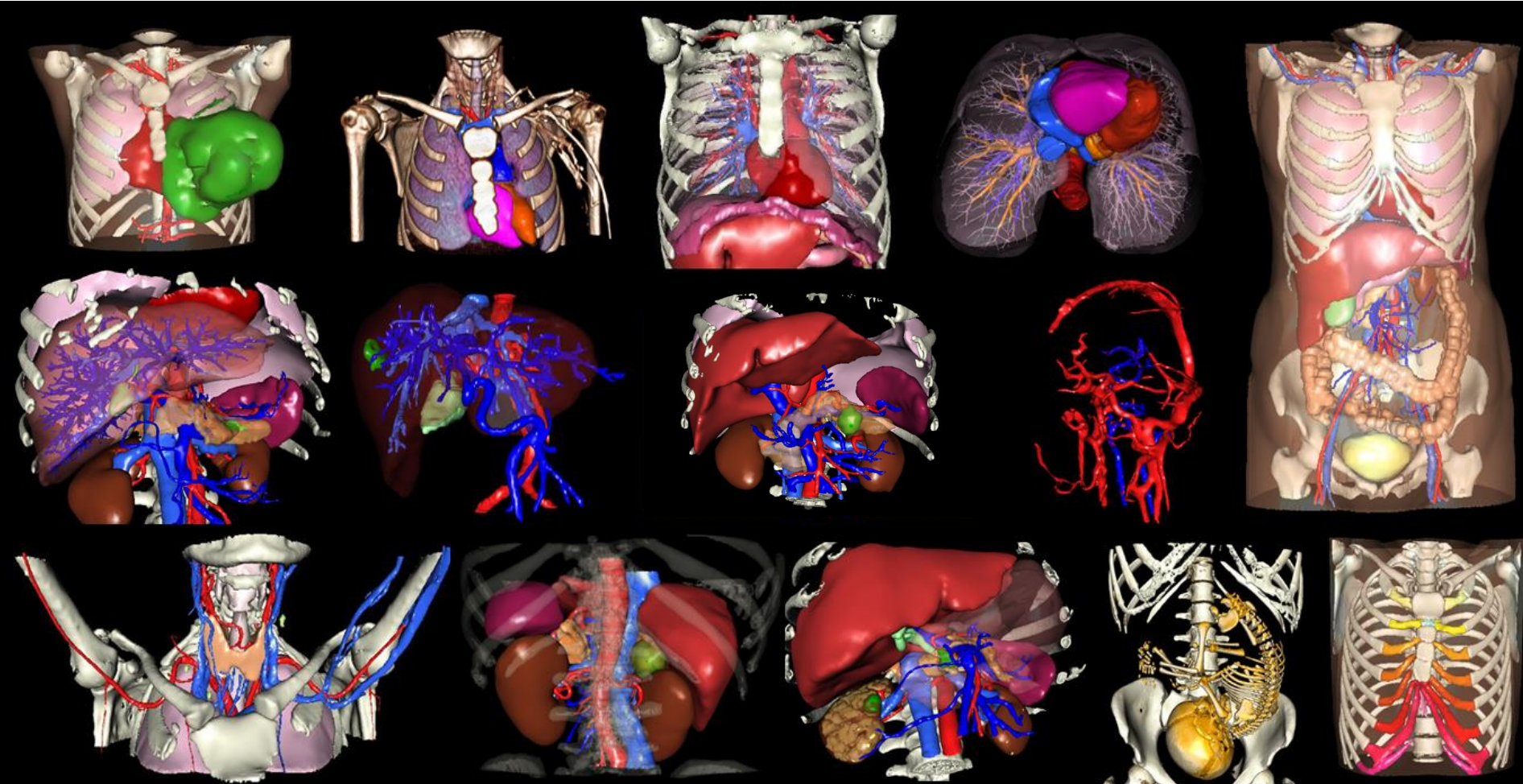
Vue satellite → Images Médicales

1: La carte 3D du patient



VR-Med © ircad 2010

1: La carte 3D du patient



VR-Med © ircad 2010

Simulation de 1^{ère} génération



VR-Render ©
ircad 2010

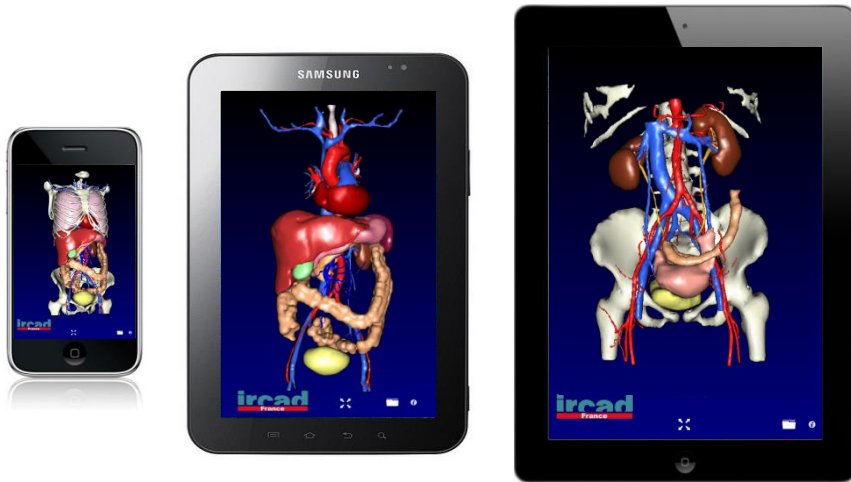
www.websurg.com/software
>13.000 users



VR-Planning ©
ircad 2010

MultiOS system
Windows / MacOS / Linux

Simulation de 1^{ère} génération



Visible Patient







T3D Popview® 3D display

www.visiblepatient.eu
> 15.000 users



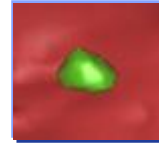
VR-Planning
© ircad 2010

2: Suivre l'évolution

Sam.	Dim.	Lun.	Mar.
			
9° 4°	9° 4°	8° 6°	9° 4°

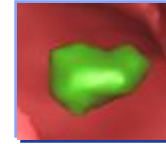


08/09



1,10cc

09/01

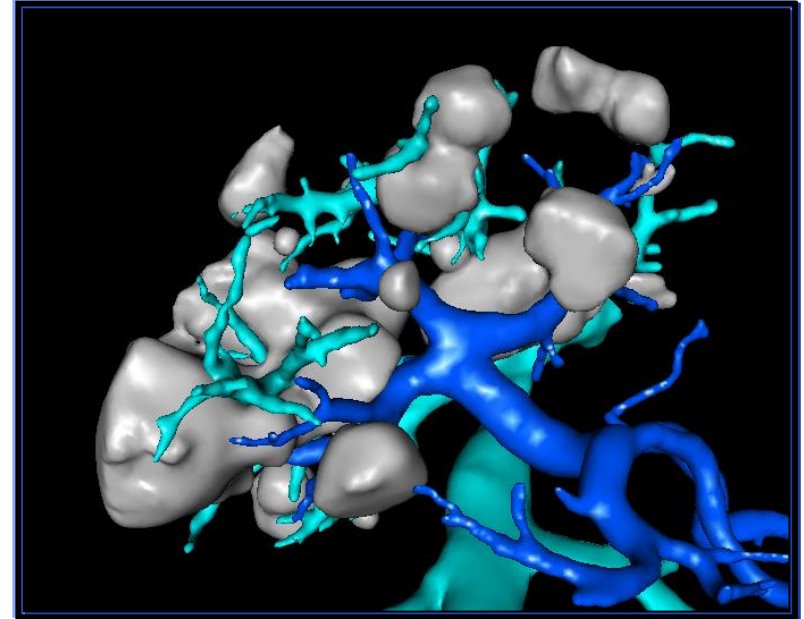


3,51cc

09/04



1,12cc

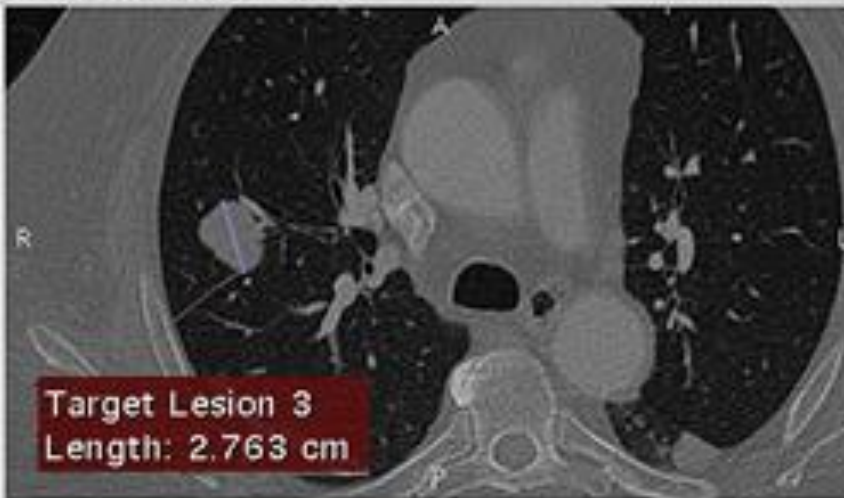


Météorologique → Pathologique

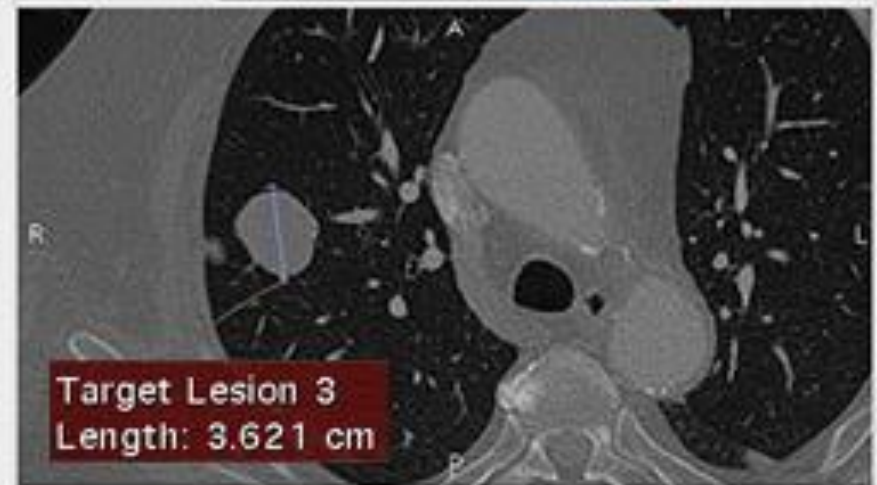
Suivi normé des tumeurs : RECIST

Uniquement 1D + t

Baseline: 2010-05-05 17:46:22 +0200

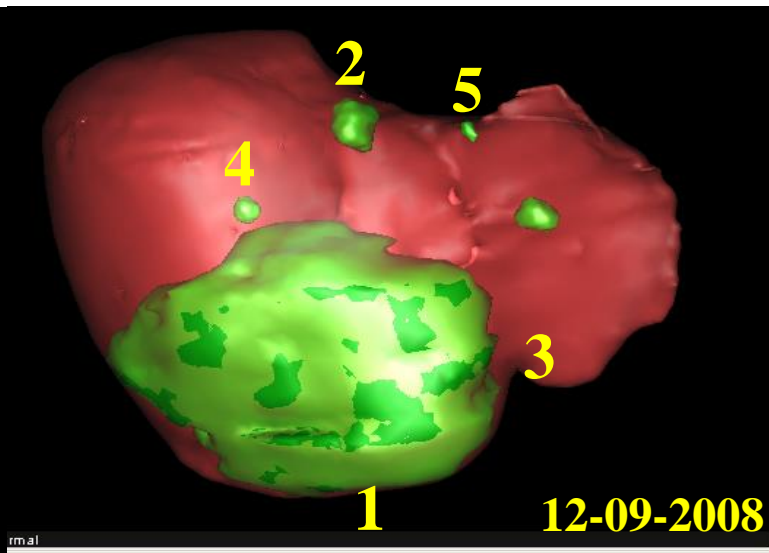


Followup 1 Followup 2 Followup 3

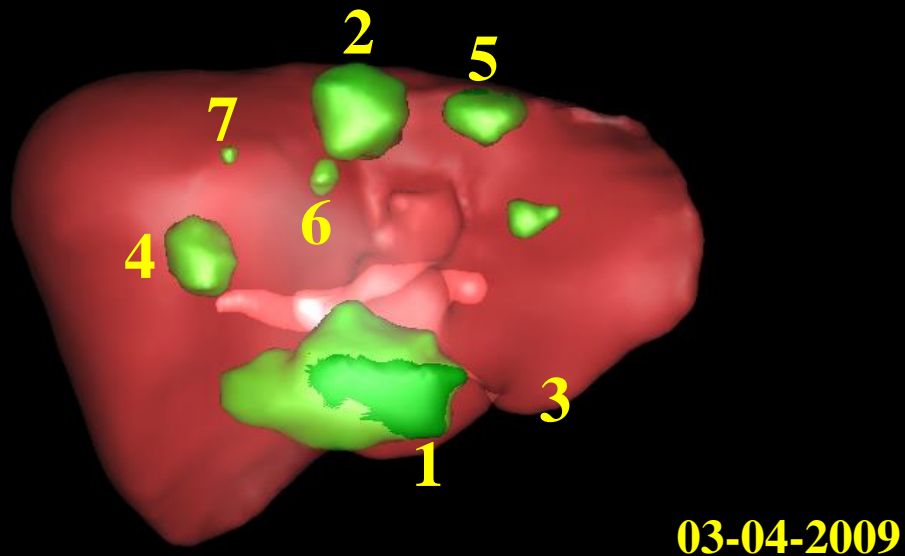
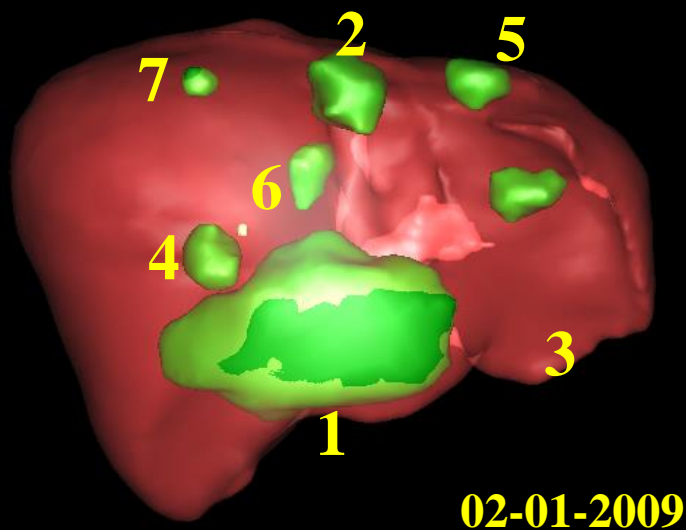


RECIST 1.1	Baseline	Followup 1	Followup 2	Followup 3
	2010-05-05 17:46:22 +0200	2010-07-13 13:47:04 +0200	2010-09-01 12:37:47 +0200	2010-10-21 12:24:01 +0200
RECIST absolut	119.51 mm	86.18 mm	83.44 mm	100.91 mm
Difference to Baseline in %	---	-27.89	-30.18	-15.56
Target Lesion 1	59.31 mm	45.51 mm	42.30 mm	46.63 mm
Target Lesion 2	14.41 mm	13.73 mm	11.61 mm	13.27 mm
Target Lesion 3	27.63 mm	17.27 mm	22.77 mm	36.21 mm
Target Lesion 4	18.16 mm	9.68 mm	6.77 mm	4.80 mm
Non-Target Lesion 1				28.28 mm
Non-Target Lesion 2				28.84 mm

Suivi 4D = 3D + t > RECIST

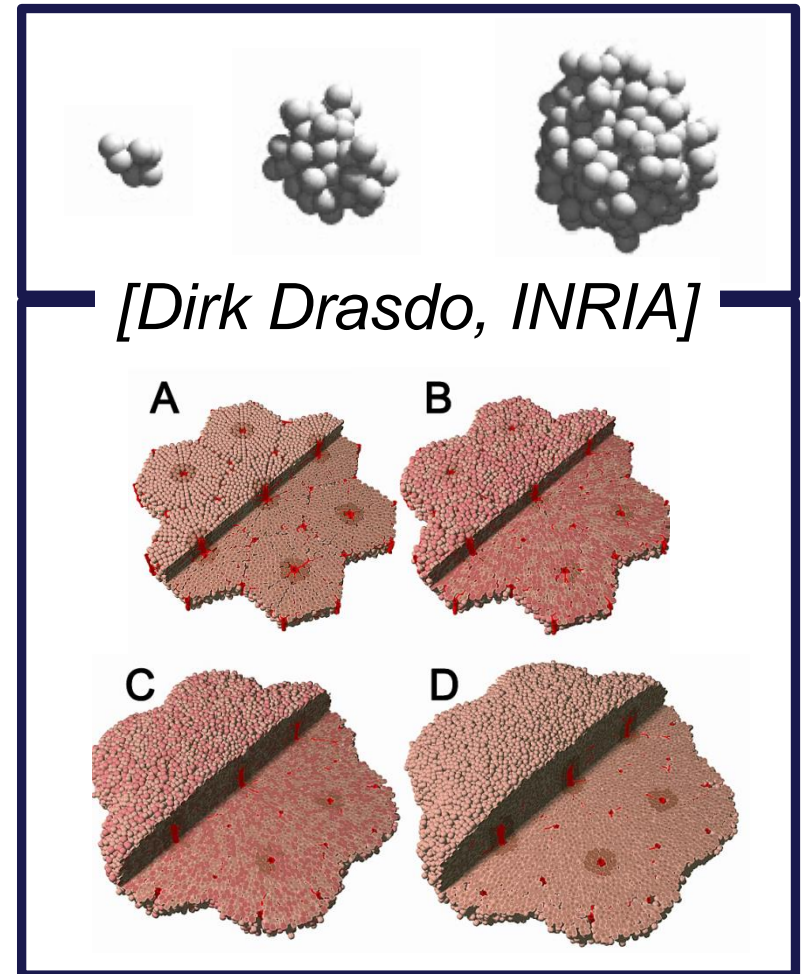


Volumes en cc	12/09/2008	02/01/2009	03/04/2009	Evolution
Tumeur 1	420,00	82,60	41,00	↘ ↘
Tumeur 2	2,90	9,80	14,80	↗ ↗
Tumeur 3	1,10	3,50	1,12	↗ ↘
Tumeur 4	0,80	7,20	7,20	↗ →
Tumeur 5	0,10	2,60	4,10	↗ ↗
Tumeur 6	0,00	2,40	0,53	↗ ↘
Tumeur 7	0,00	0,30	0,08	↗ ↘
Total	424,90	108,40	68,83	↘ ↘



3: Prédire l'évolution

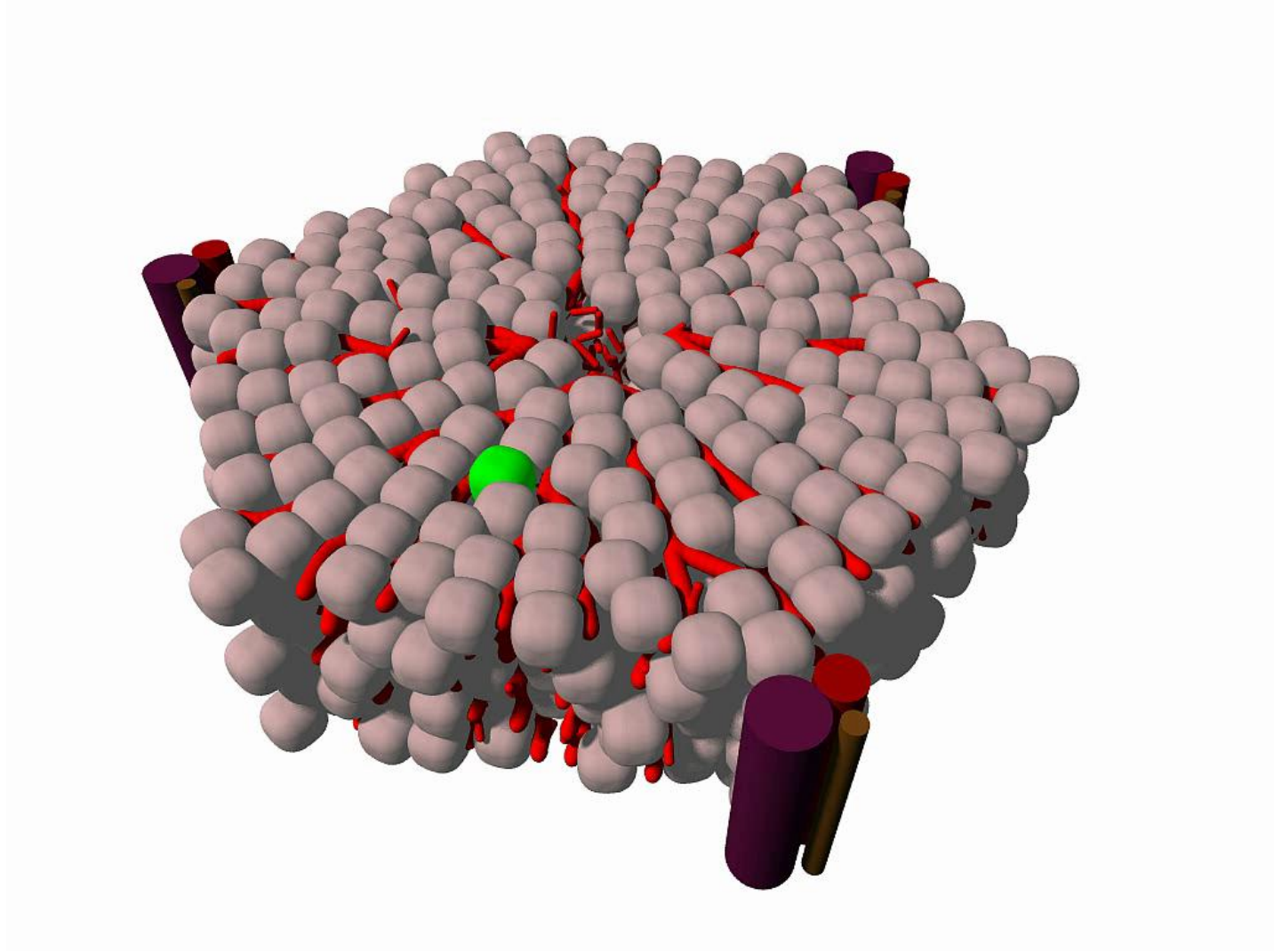
Me 21	Je 22	Ve 23	Sa 24
10°C	10°C	13°C	12°C



Météorologique →

Cellulaire

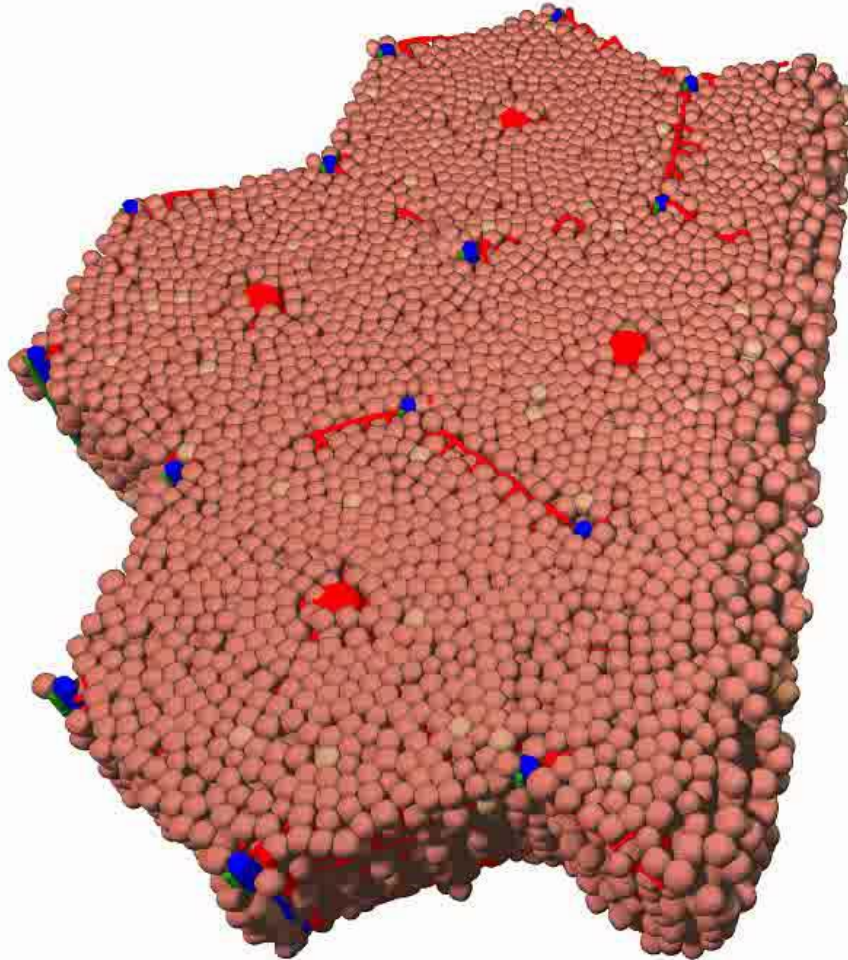
Simulation de 3^{ème} génération



[Dirk Drasdo, INRIA]

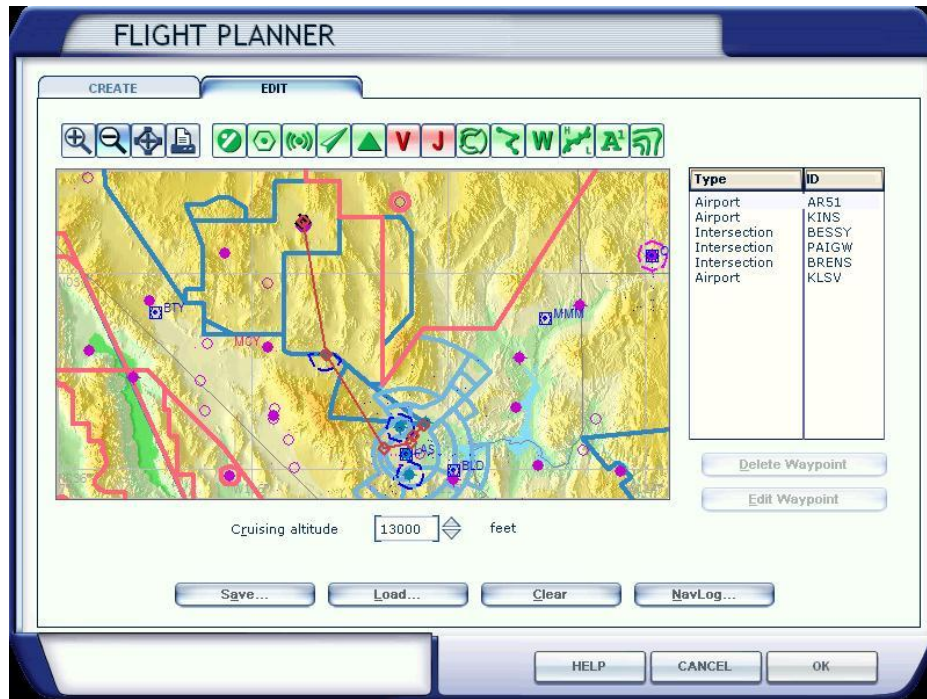
Simulation de 3^{ème} génération

HOEHME - DRASDO - HENGSTLER
25032 cells / 3.02 days

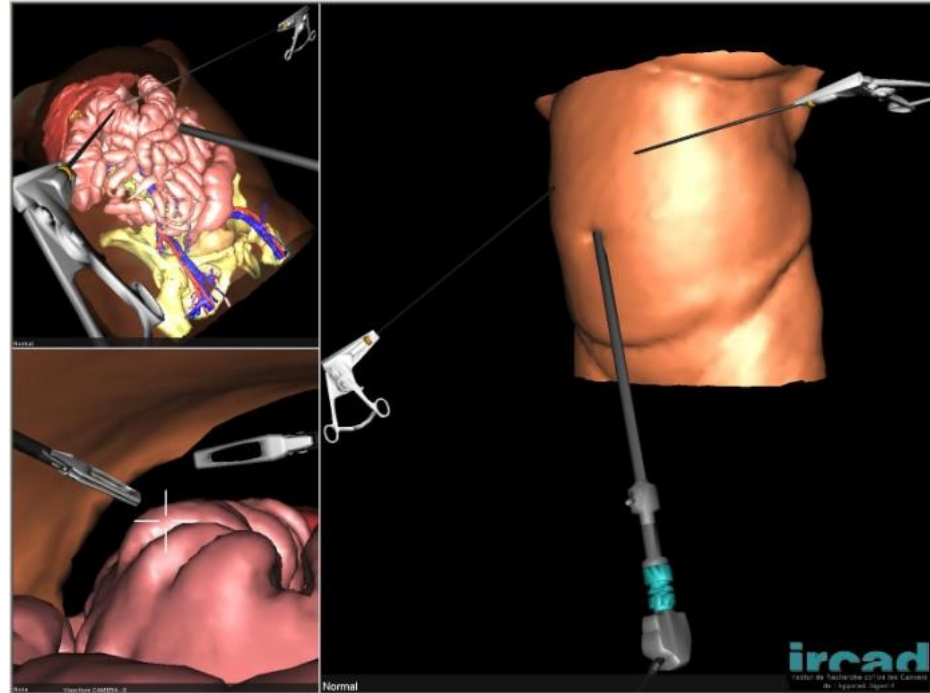


[Dirk Drasdo, INRIA]

4: Définir une stratégie



Plan de Vol



Planning
opératoire

5: Tester sa stratégie

Simulation préopératoire

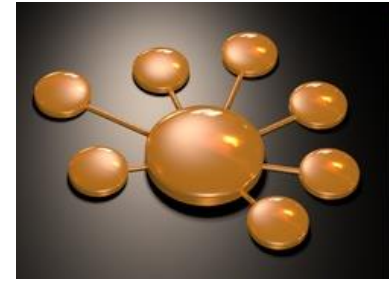


Airplane
+ Map



Surgical tools
+ Patient Map

Simulation de 2nd génération



SOFA
Open source
Framework
for Simulation

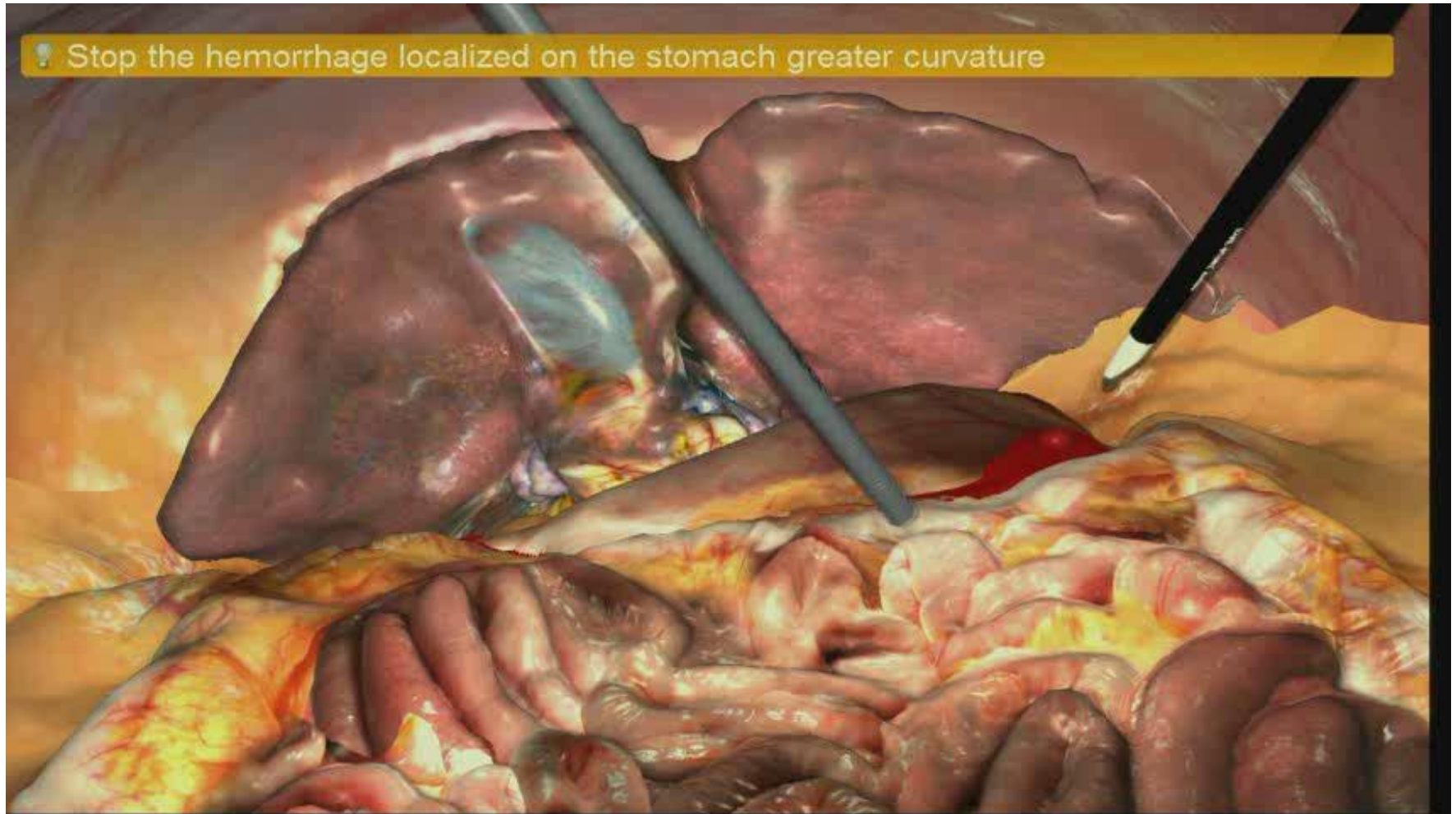
Donner vie au patient virtuel

Simulation de 2nd génération



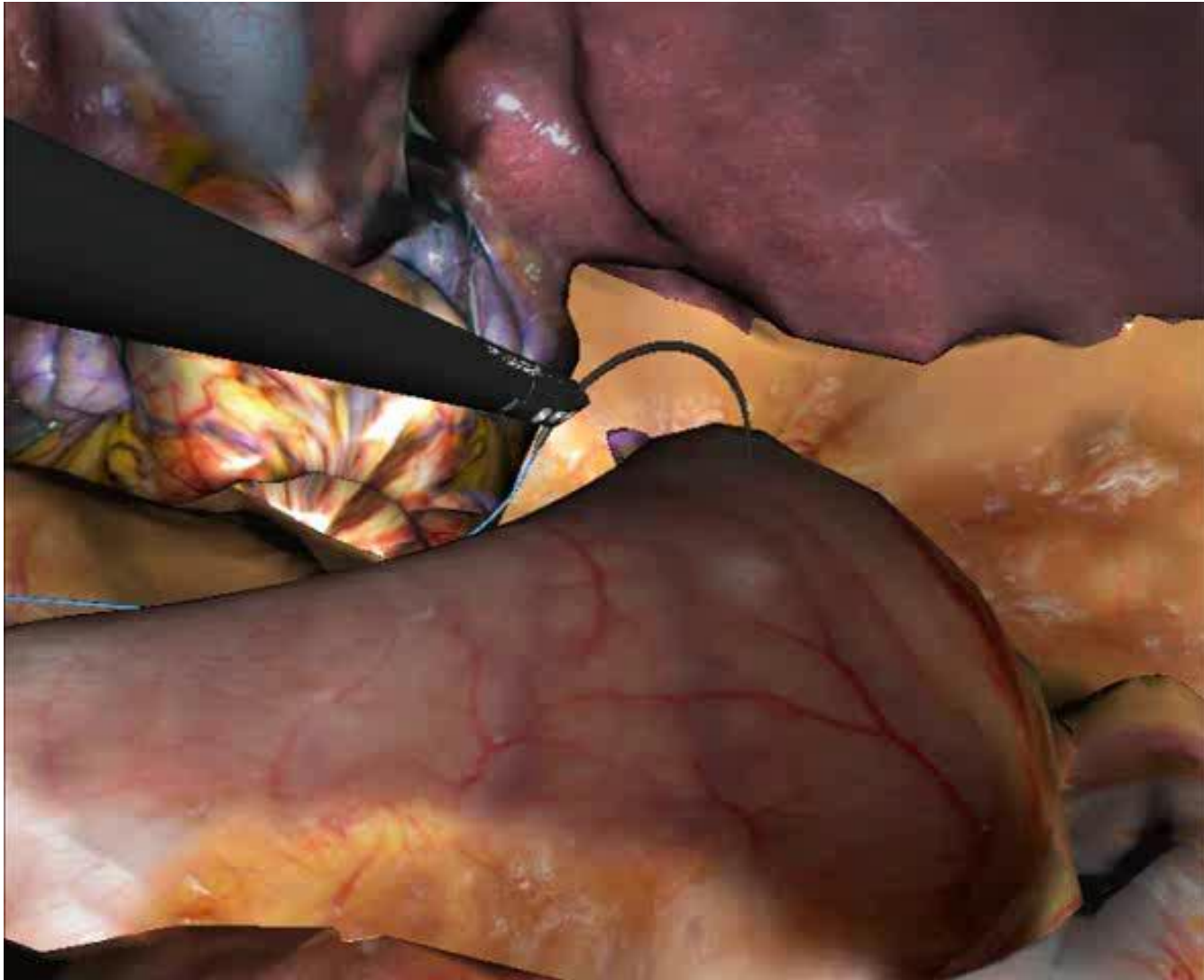
ULIS: Educative simulator

Simulation de 2nd génération



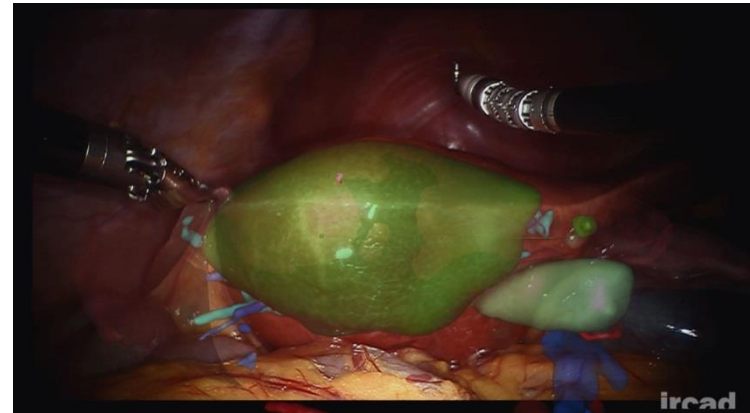
ULIS: Educative simulator

Simulation de 2nd génération



ULIS: Educative simulator

5: Guider par réalité augmentée !!!

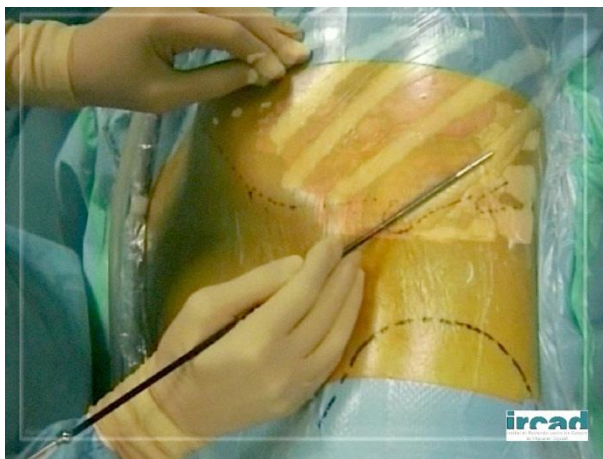


La simulation pour le guidage

Réalité Augmentée interactive



Réalité augmentée interactive



Utilisation de repères sur la peau (publié dans Jama en 2004)

Réalité augmentée interactive

Hepatic surgery



Pancreatic Surgery

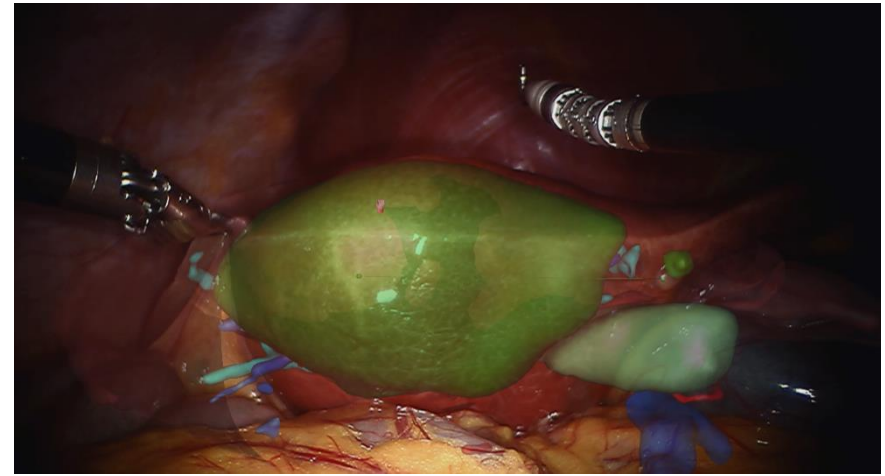
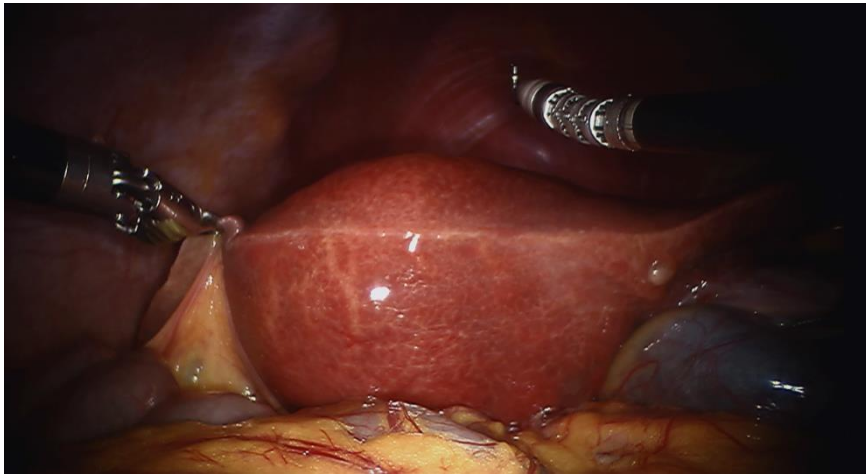
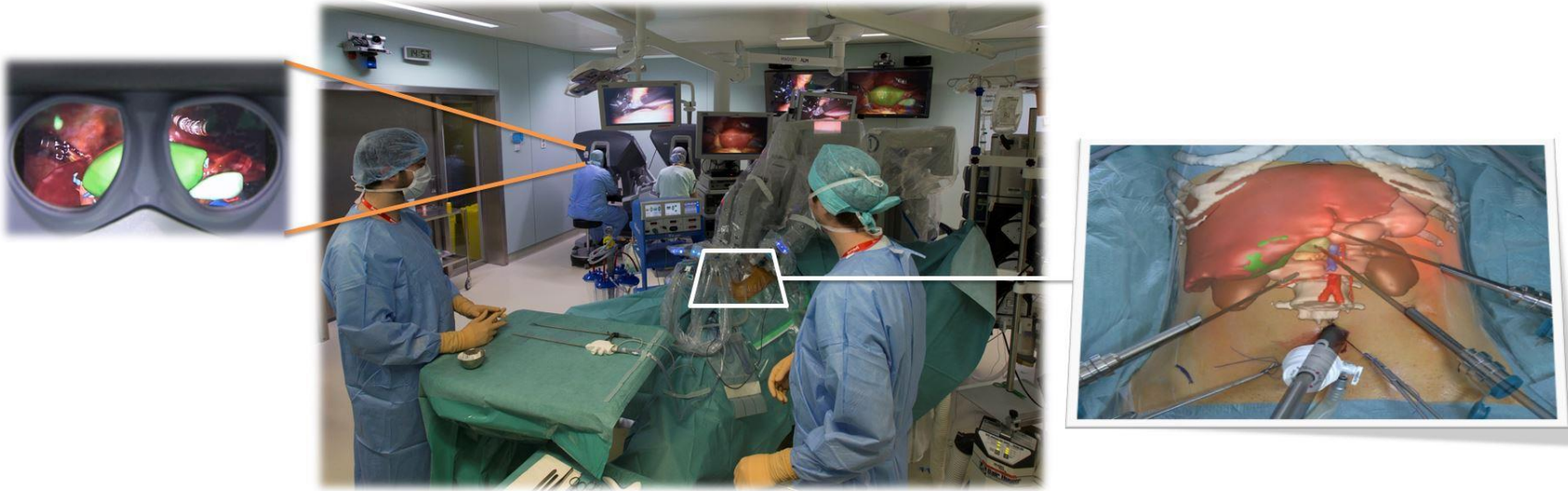


Parathyroid Surgery



AR-Surg©IRCAD 2010

Robotique + Réalité Augmentée



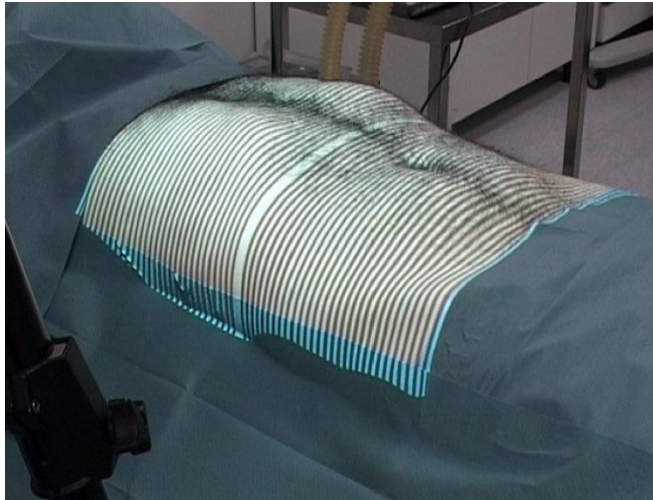
Robotic Liver Surgery, AR-Surg©IRCAD

Réalité Augmentée Automatique

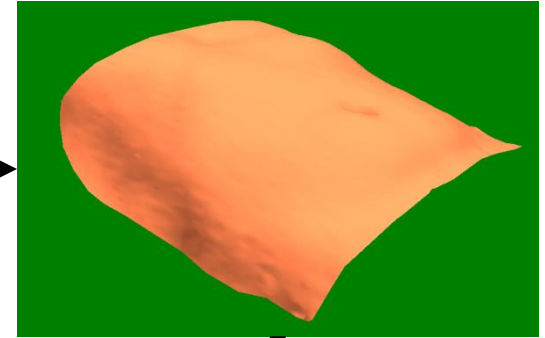


Application à la chirurgie hybride transluminale

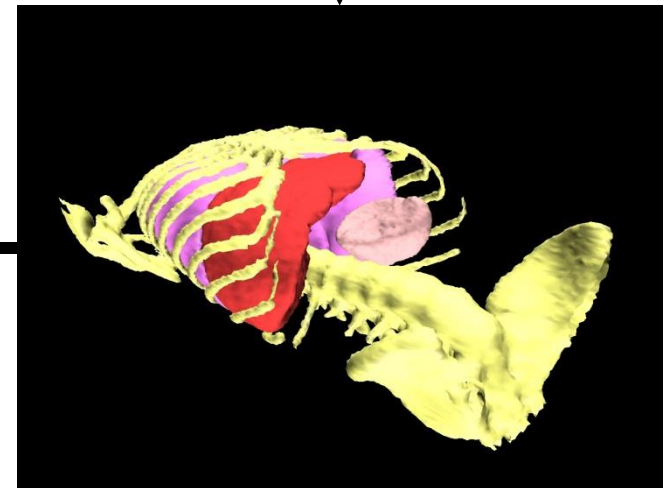
Réalité Augmentée Automatique



Filtrage des mouvements
respiratoire

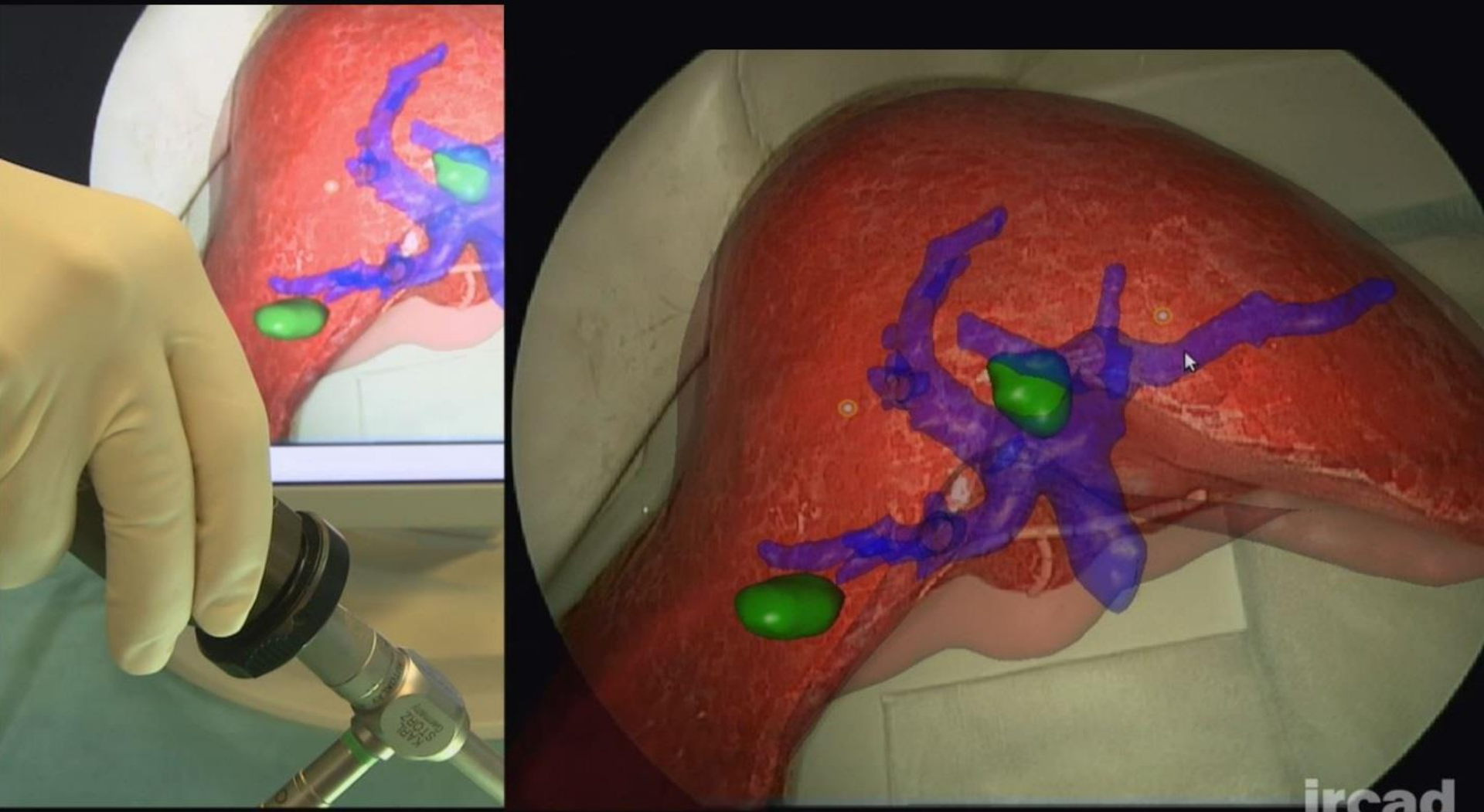


Recallage
automatique



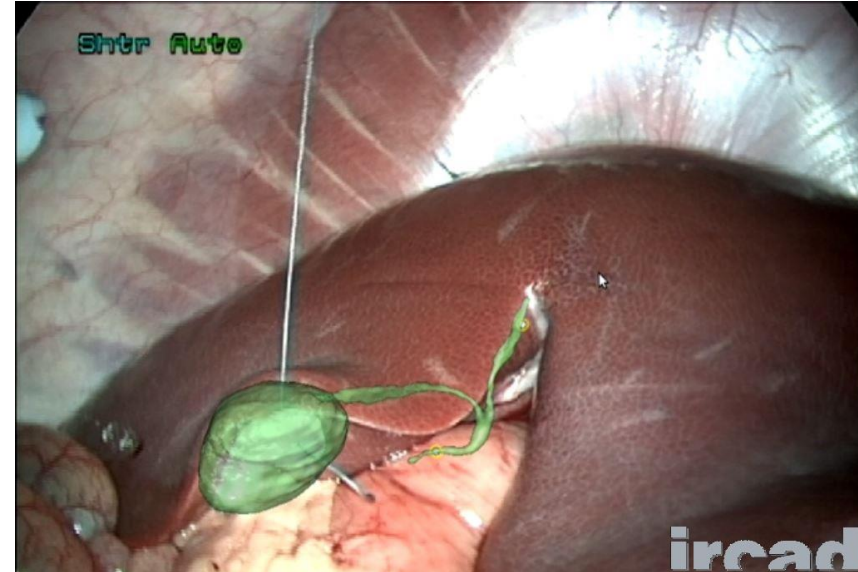
Liver : 2 mm accuracy / Kidney : 1.3 mm accuracy

Réalité Augmentée Automatique



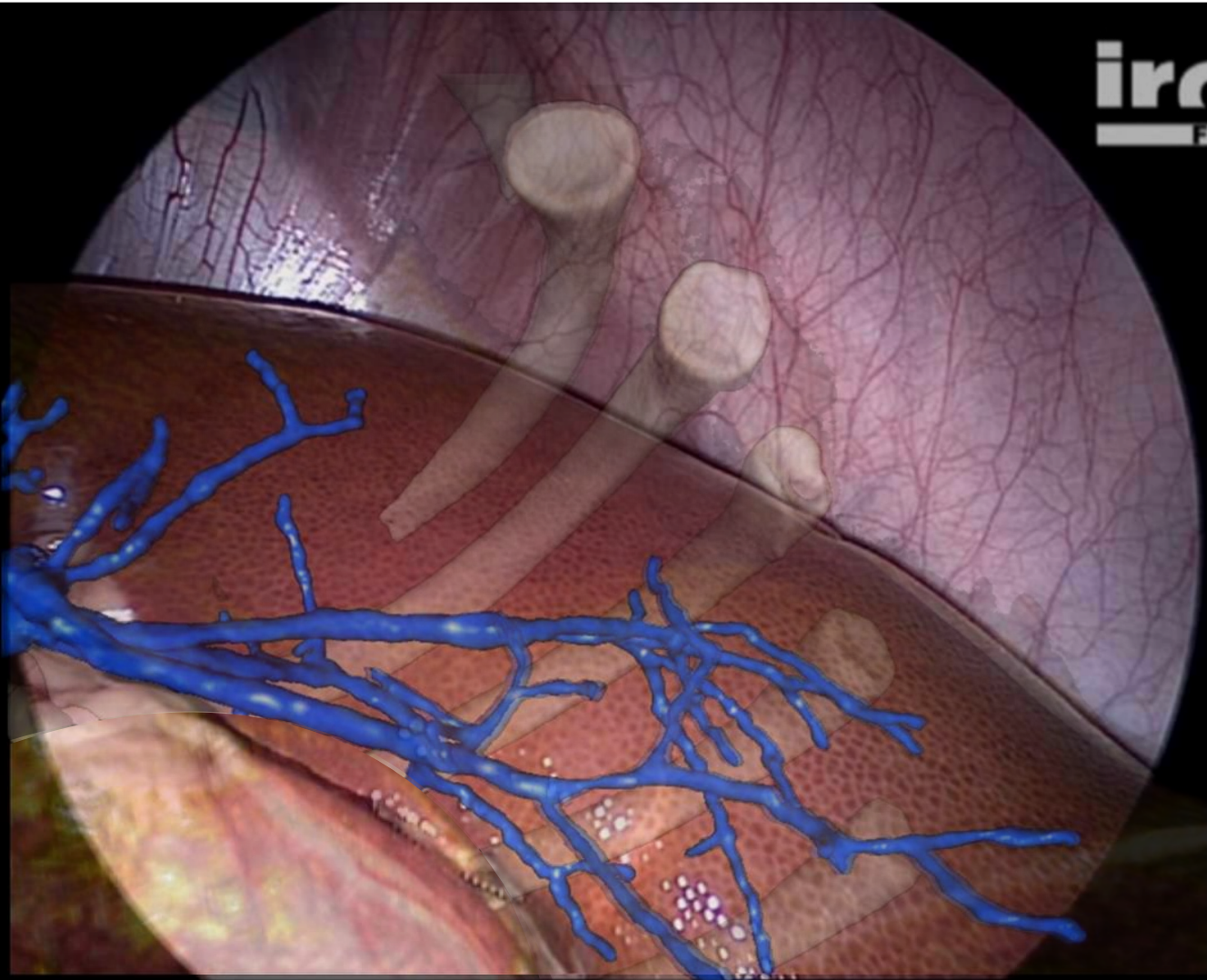
Suivie automatique des mouvements internes

Réalité Augmentée Automatique

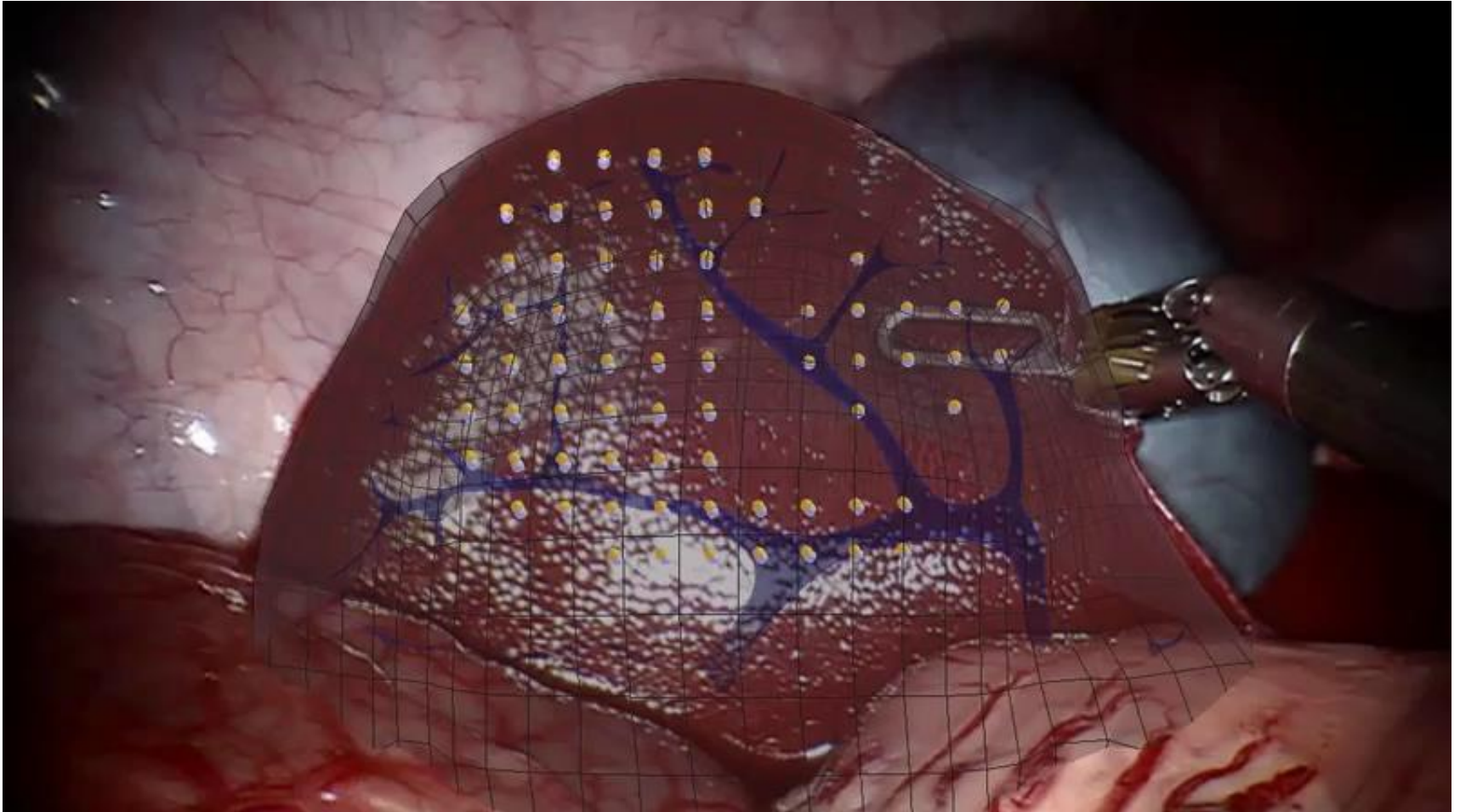


Suivie automatique des mouvements internes

Recallage automatique



Déformation des organes



INRIA Shacra team of Stéphane Cotin

Future

Databank : Digital & Biological Material

**Pre-operative
Medical Imaging**

**Digital Patient
Modelling**

**Surgical Planning
& Simulation**

**Intra-operative
Medical Imaging**

**Education
& Network**

**Robotics &
Automation**

**New Surgical
Devices**

**Tracking &
Augmented reality**

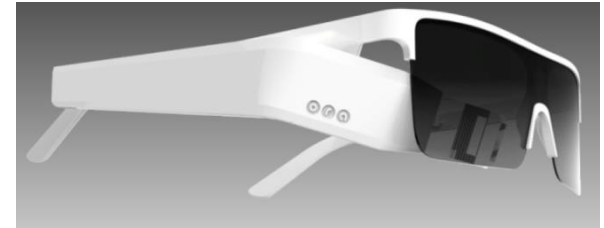


Système d'affichage de demain

Temps de latence minimal requis !!!



Optinvent



Laster Technology

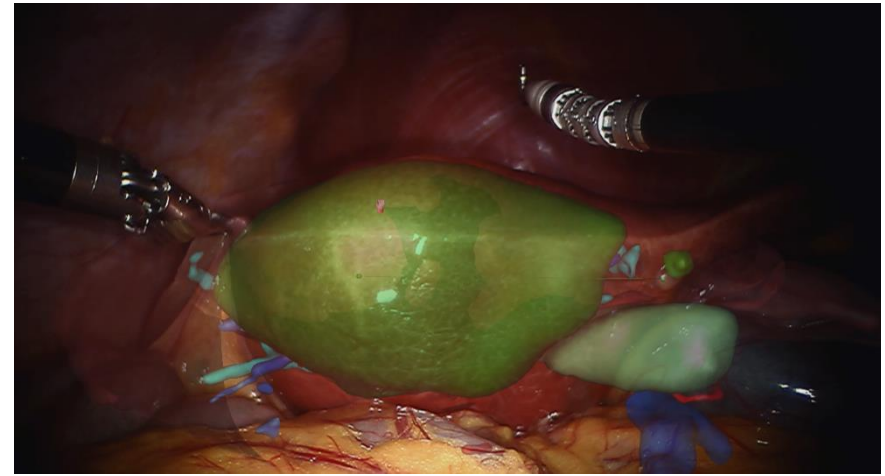
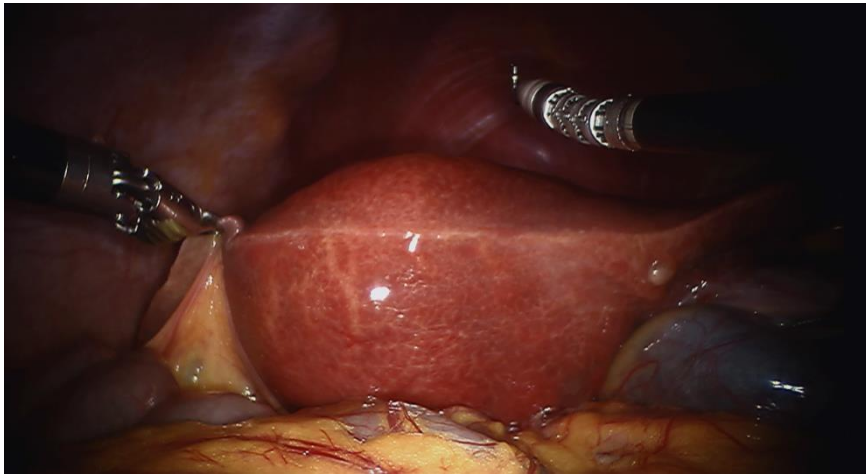
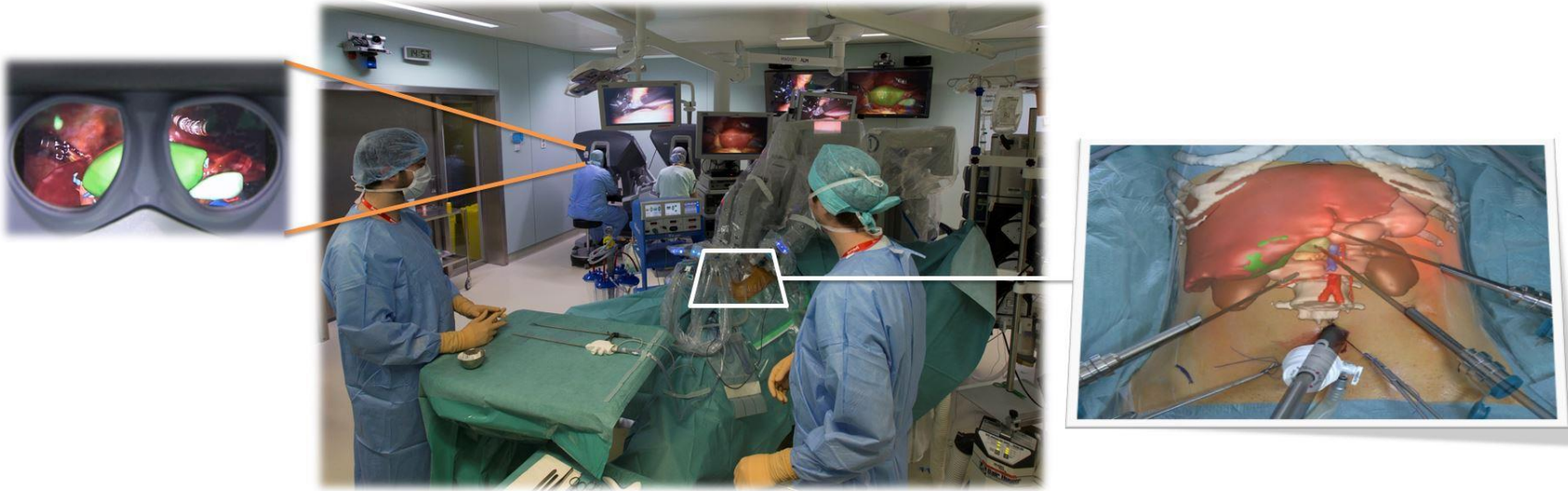
Lunettes de Réalité Augmentée

Le chirurgien de demain



Ne vous inquiétez pas, j'ai de l'expérience. Je ne suis pas chirurgien, mais je travaille avec un depuis plus de 15 ans.

Robotique + Réalité Augmentée



Robotic Liver Surgery, AR-Surg©IRCAD