

# Systemes de guidage des ponctions en radiologie interventionnelle sous scanner

Ivan Bricault



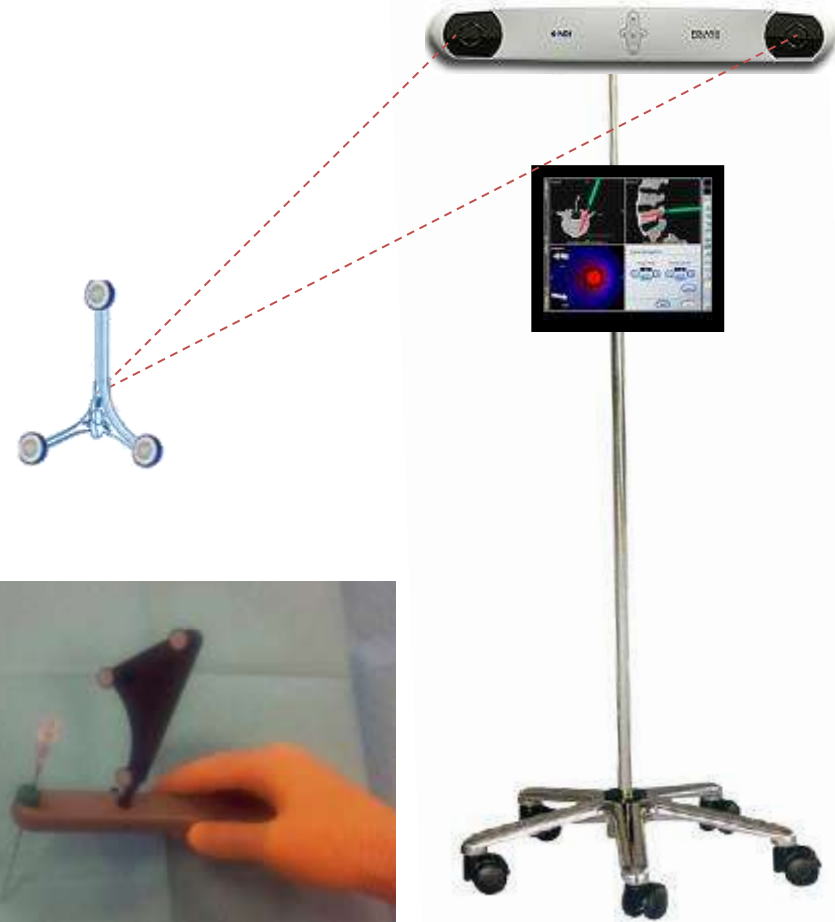
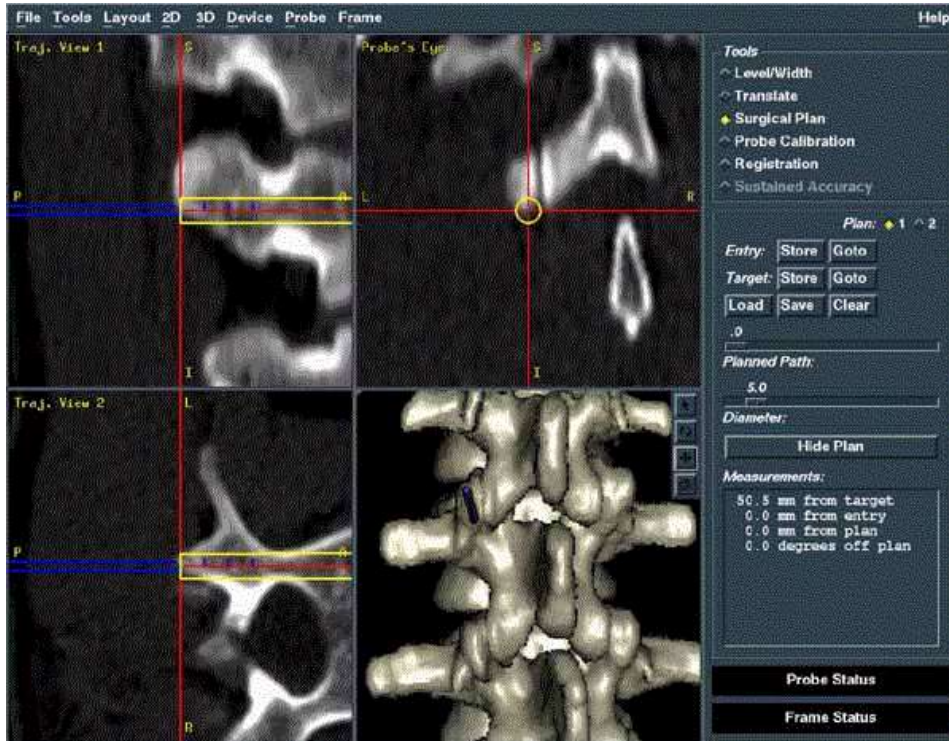
**eccami**  
excellence center for computer  
assisted medical interventions

**Des technologies  
innovantes  
existent :**

**Pourquoi pas pour nous ?**

Les chirurgiens utilisent depuis + de 10 ans des systèmes de **navigation**

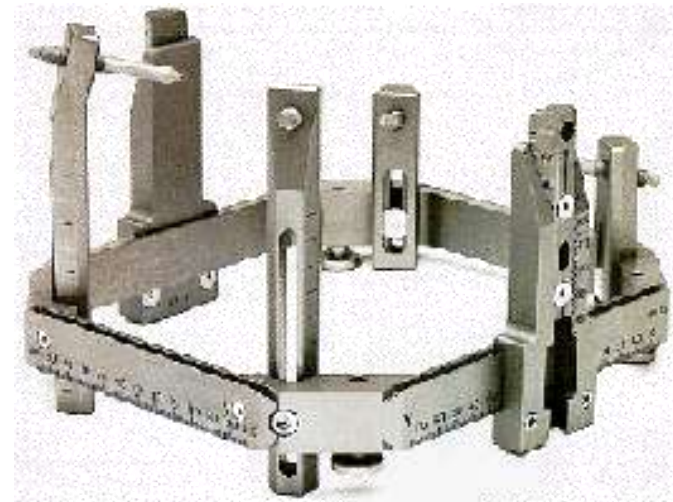
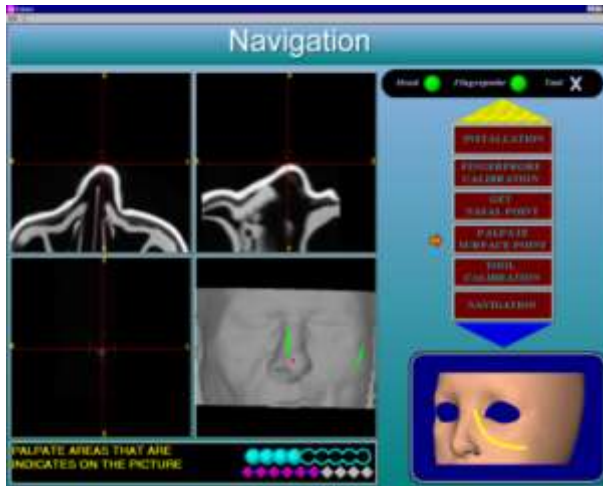
= Suivi temps réel des instruments par un localisateur 3D (« GPS médical »)



En chirurgie :

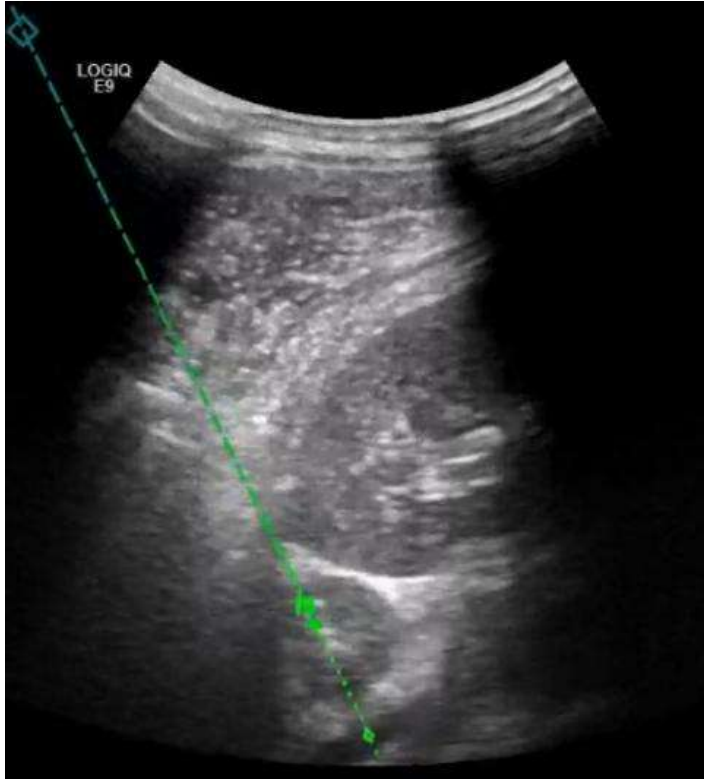
Intérêt... et contraintes d'amener l'imagerie *pré-op*  
en *per-opératoire*

➔ nécessité d'un recalage ( $\pm$  lourd)



# En radiologie :

1<sup>ère</sup> apparition de la navigation en radiologie pour l'assistance des **ponctions échoguidées**

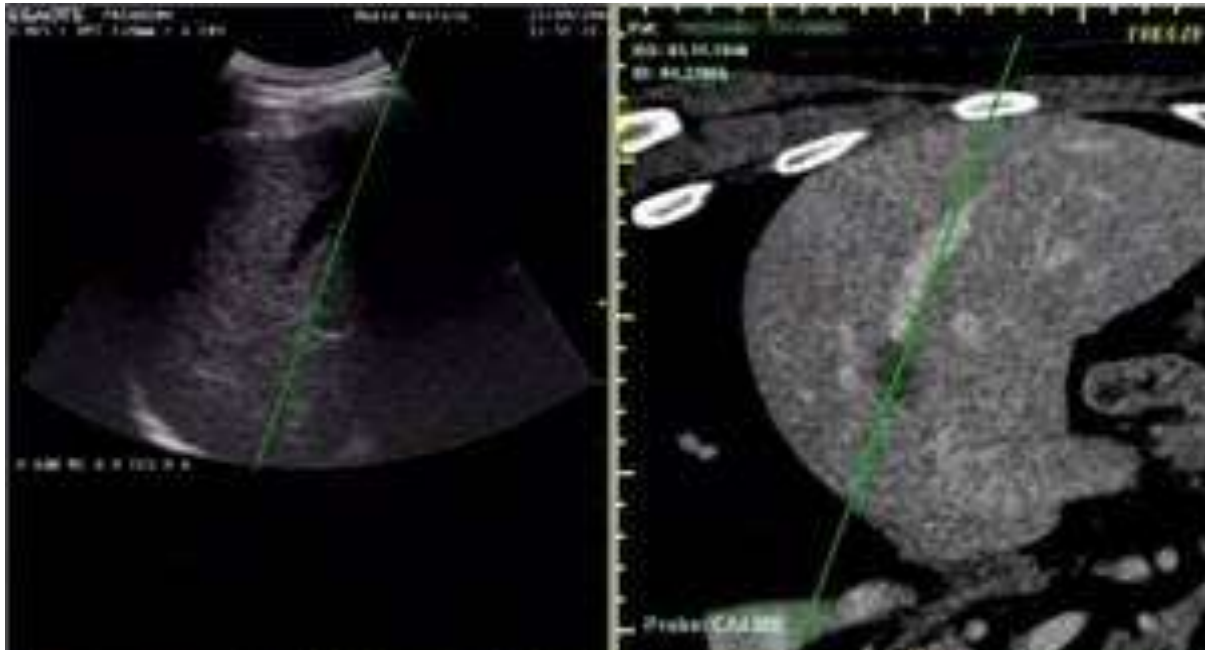


→ Visualisation en temps réel de la trajectoire de l'aiguille, suivie par un localisateur 3D **magnétique**



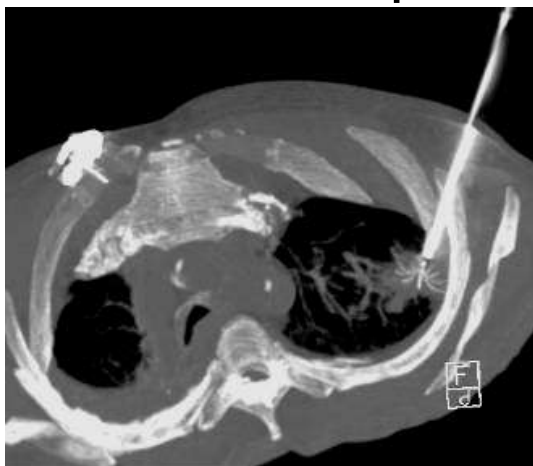


- Possibilité de recalage échographie/scanner par mise en correspondance
  - de repères anatomiques internes
  - de marqueurs externes



# La radiologie interventionnelle sous scanner

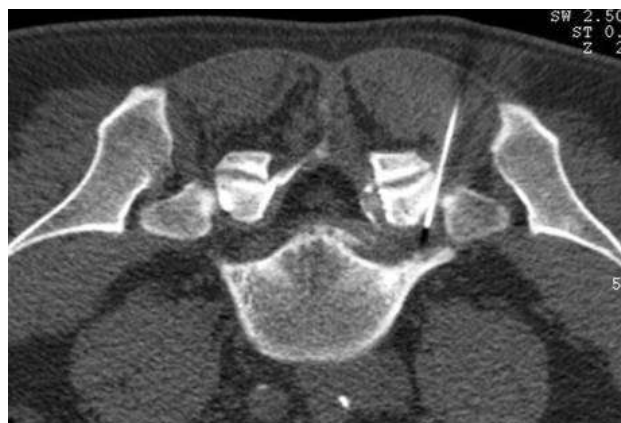
- Destruction par radiofréquence d'une tumeur pulmonaire



- Drainage d'un abcès



- Infiltration articulaire



- Alcoolisation coeliaque

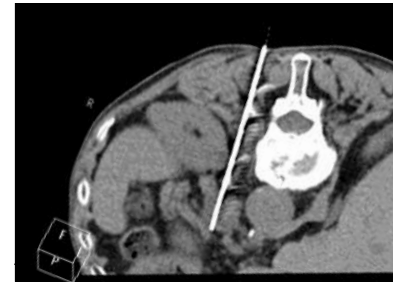


- Biopsie d'une tumeur surrénalienne



## Assistance des gestes sous scanner :

- Les radiologues disposent déjà d'une modalité d'imagerie performante pour guider leurs gestes
- Le rapport « contrainte » vs. « bénéfice » des systèmes d'assistance doit être minimal !





# **Les besoins :**

## **Exemples de cas difficiles**

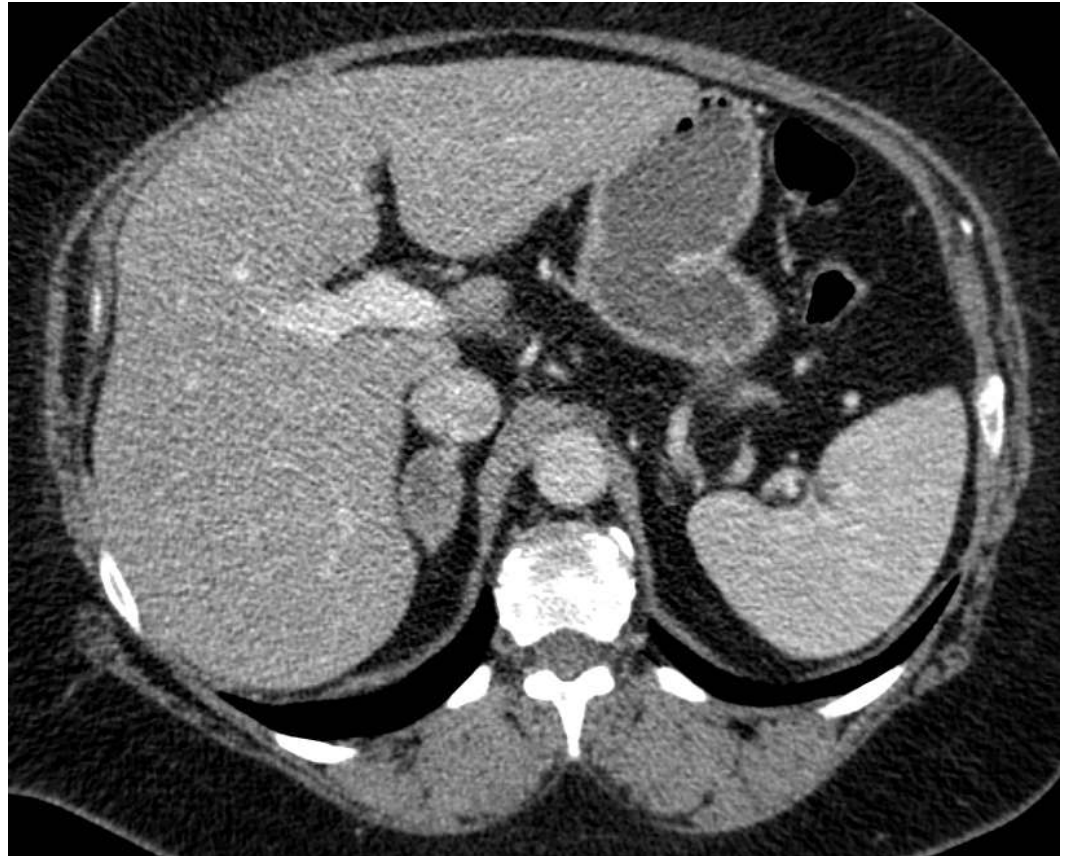
# Cas n°1 – Méthode « traditionnelle »

Patiente traitée pour carcinome bronchique

Nodule surrénalien  
connu, stable

Apparition d'un  
hyper métabolisme  
en TEP

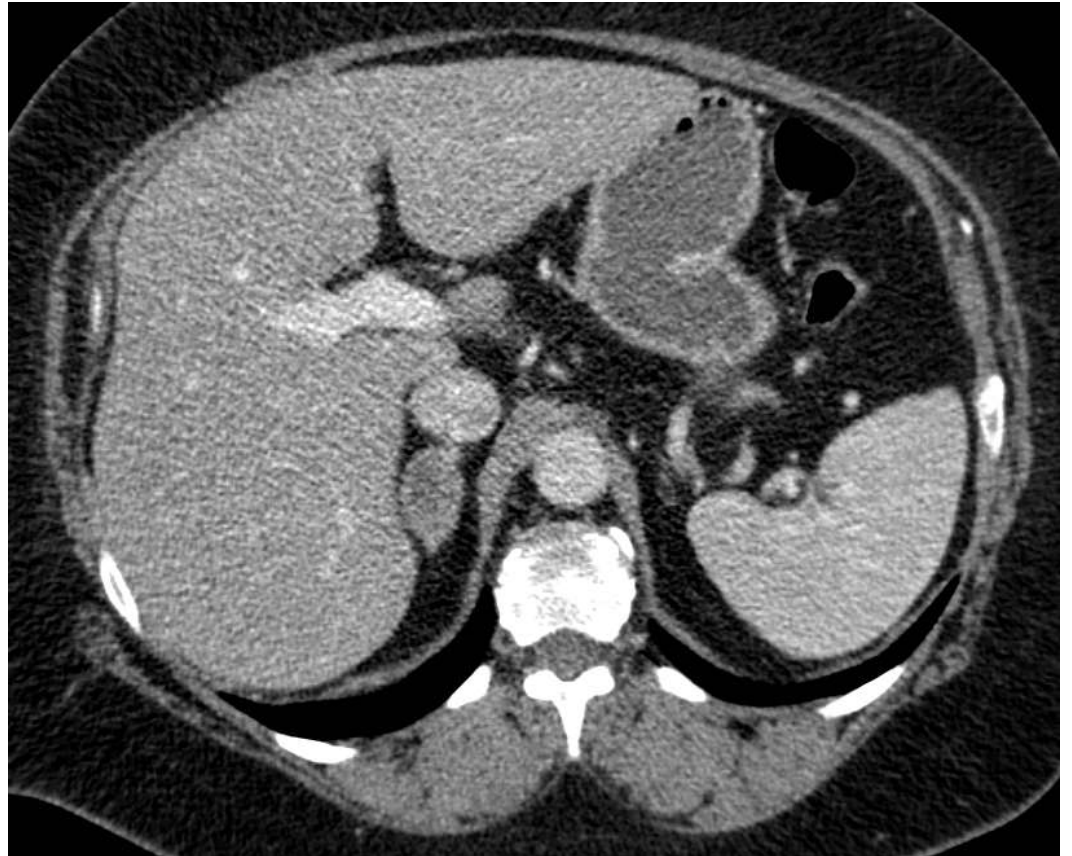
→ **Demande de  
biopsie**



# Challenge :

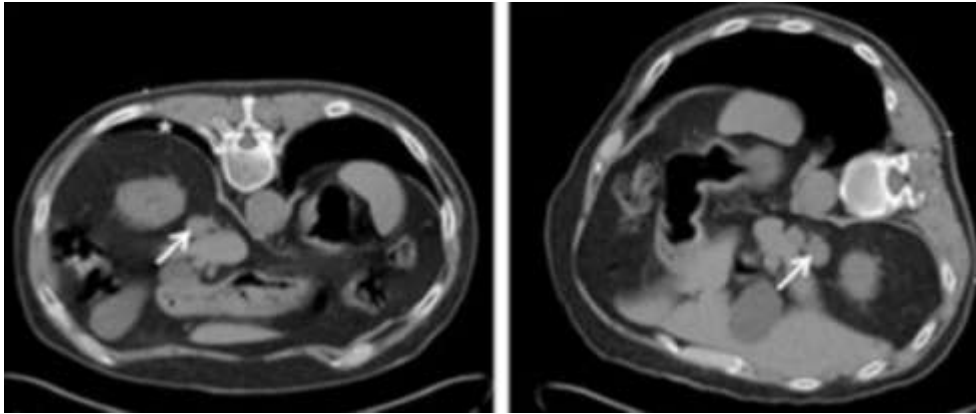
**Planifier et réaliser avec  
précision une trajectoire  
complexe**

**(hors du plan  
de coupe)**



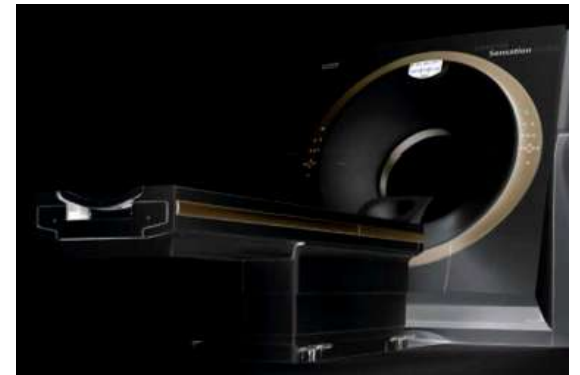
La voie d'abord doit éviter le cul-de-sac pleural

- Utiliser le décubitus ipsilatéral

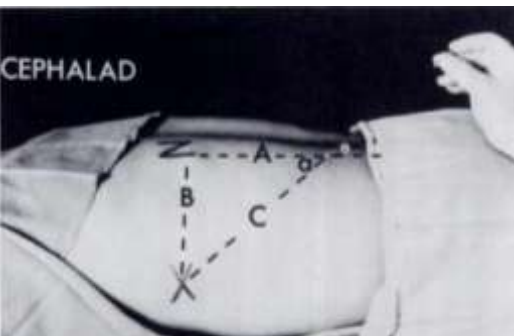


*Eur Radiol (2012) 22:1233–1239*

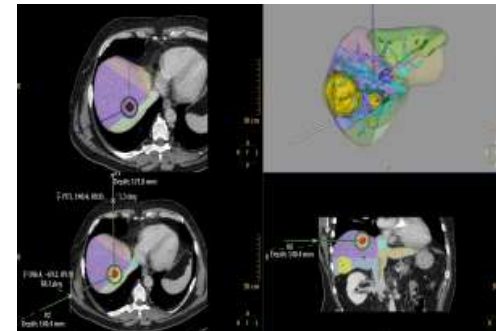
- Incliner le statif



- Procéder par triangulation



- S'aider de reformations multiplanaires ou de logiciels de planification



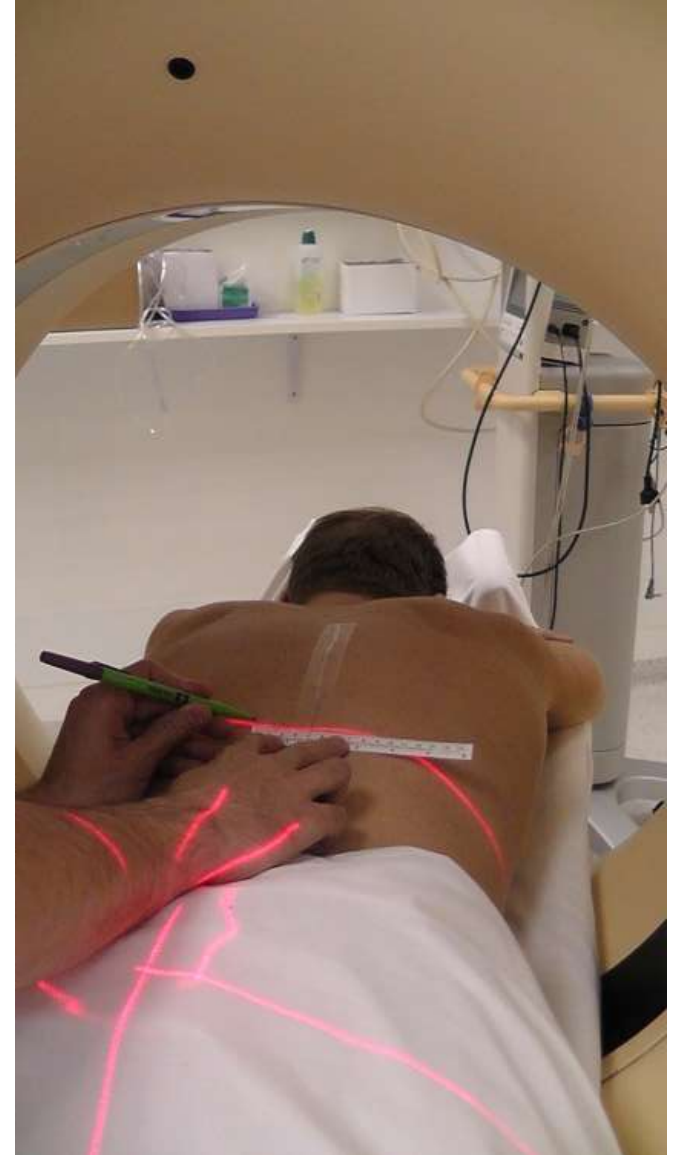
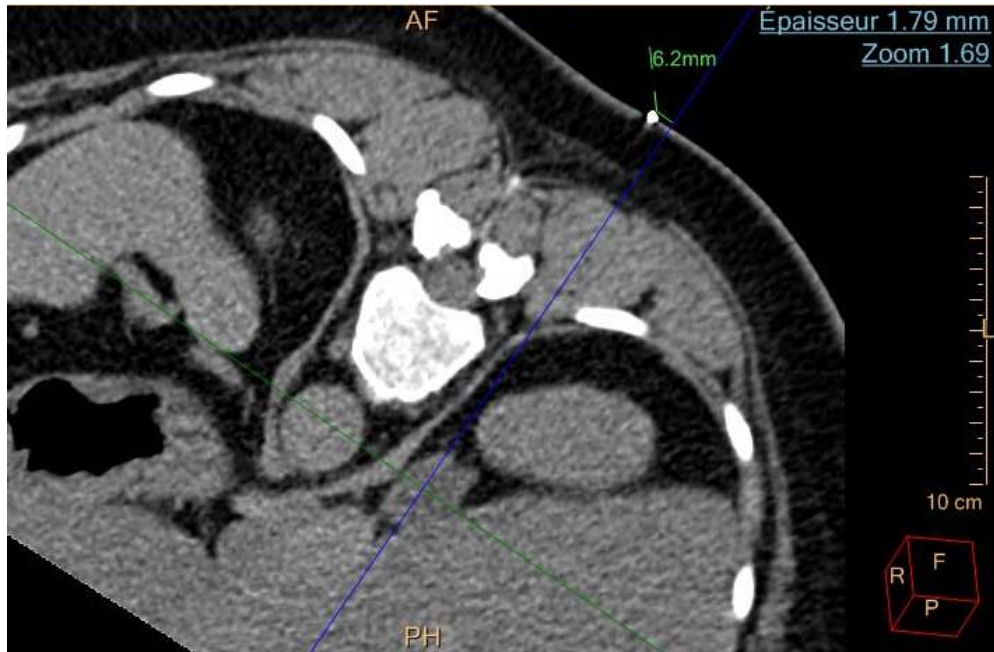


# Planning de la ponction à la console





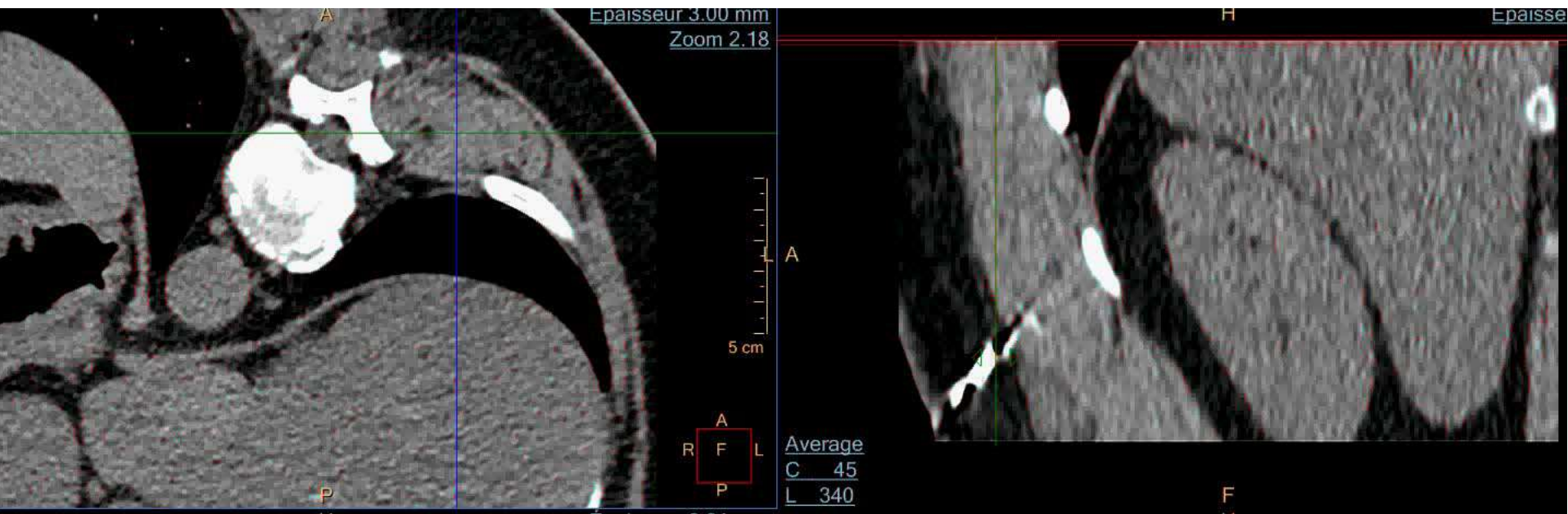
# Repérage et réalisation de la ponction



# Repérage et réalisation de la ponction



# Contrôle de la ponction



# Contrôle final

## Aiguille coaxiale en place pour la biopsie



[ Apparition d'un hématome au cours du geste ]



# Cas n°2 – Ponction naviguée

Patient traité par chimio-embolisation pour CHC sur cirrhose virale C, en attente de transplantation

Apparition d'un nodule surrénalien

→ **Demande de biopsie**





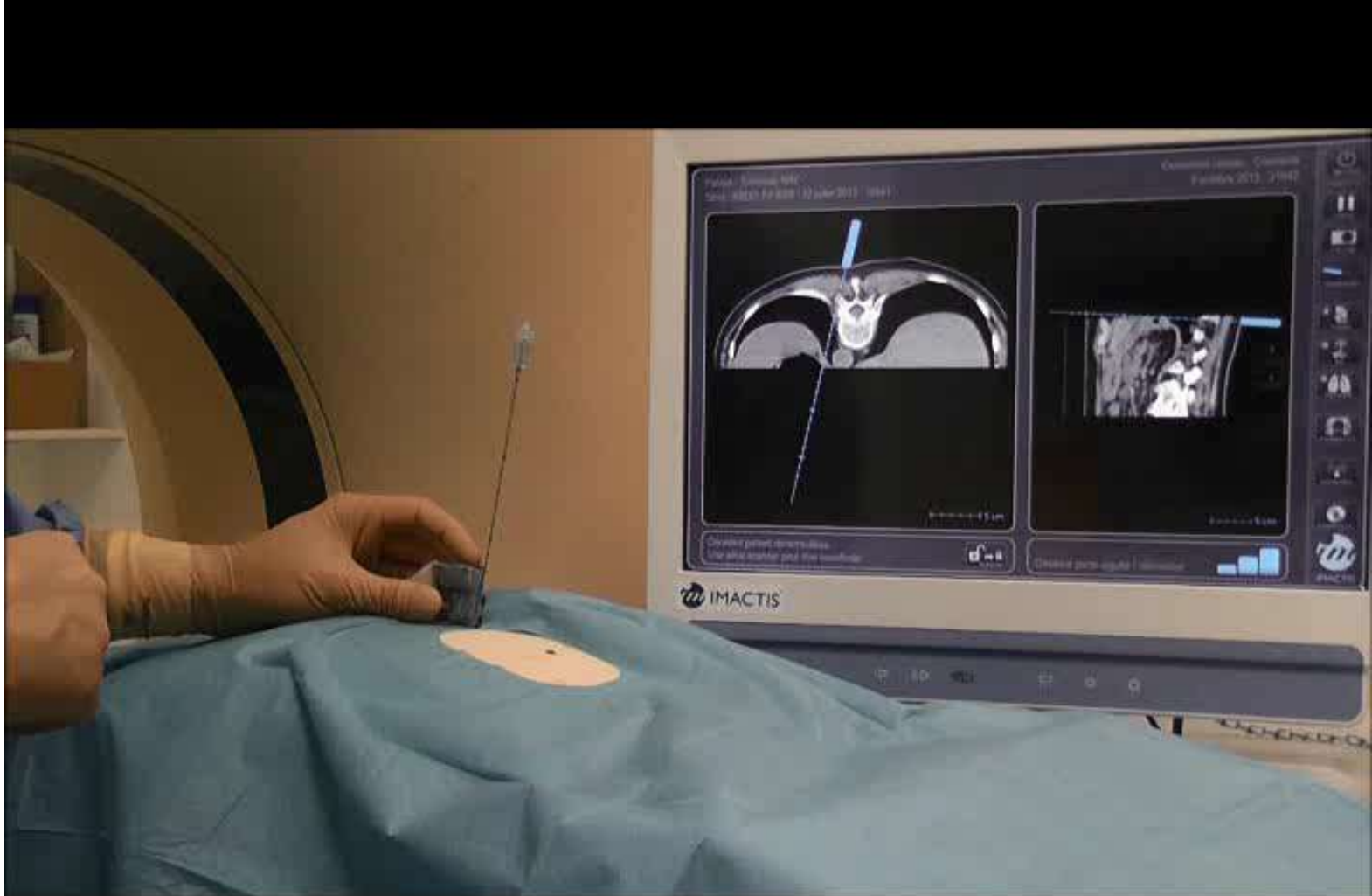
# Planning de la ponction sur le patient



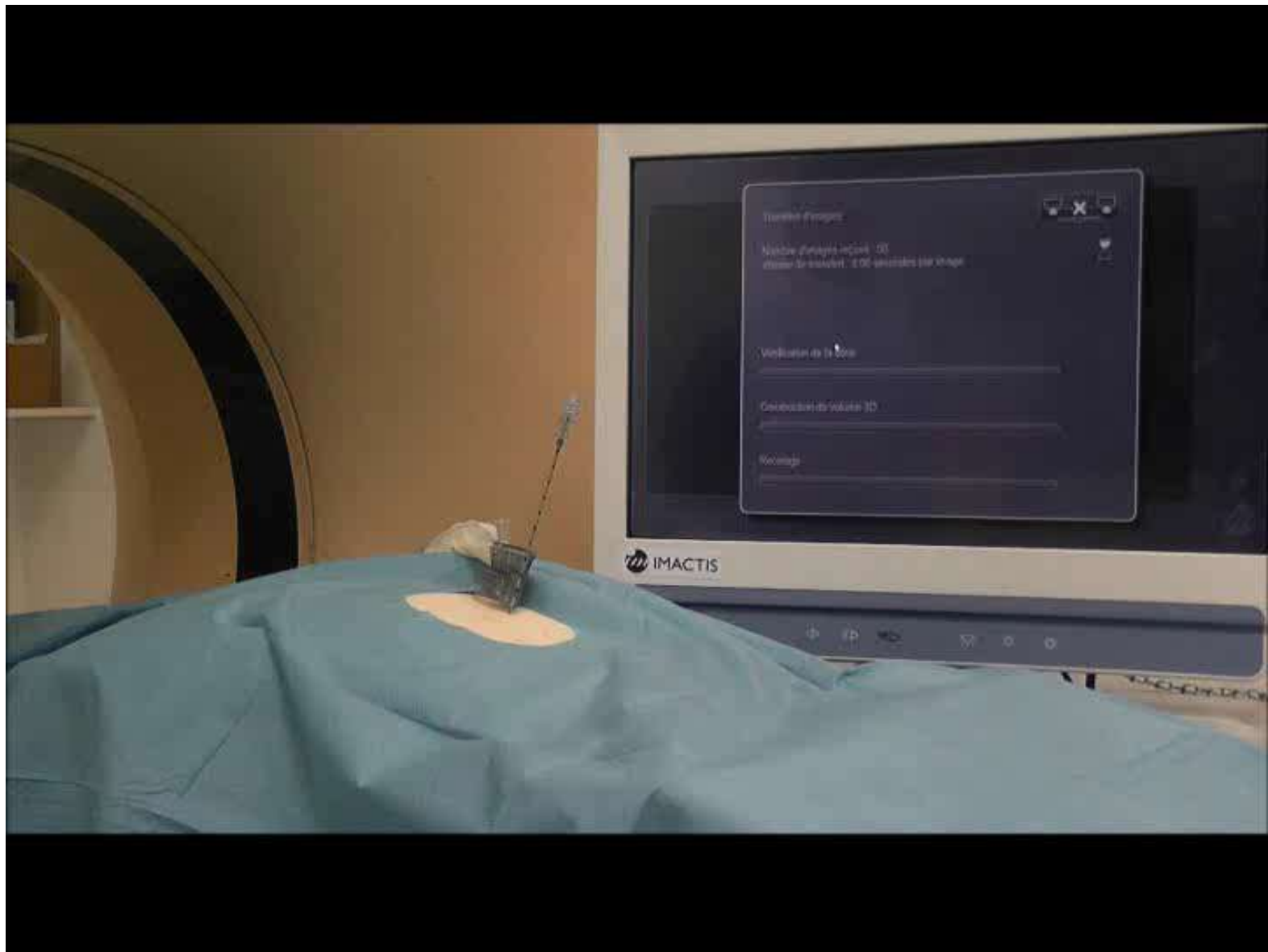
Système  
Imactis®

<http://www.imactis.com>

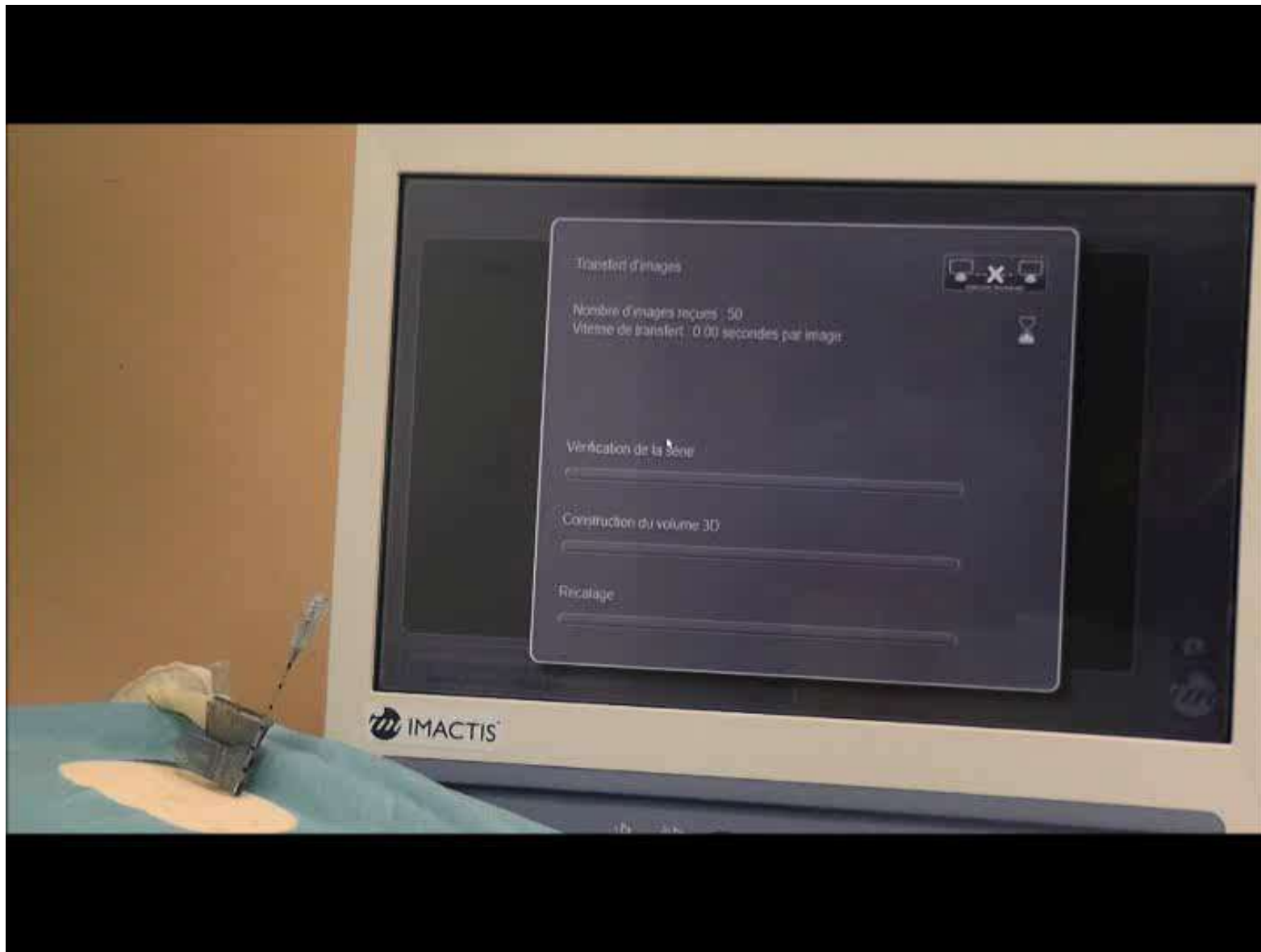
# Réalisation de la ponction



# Contrôle intermédiaire et fin de la ponction



# Contrôle final

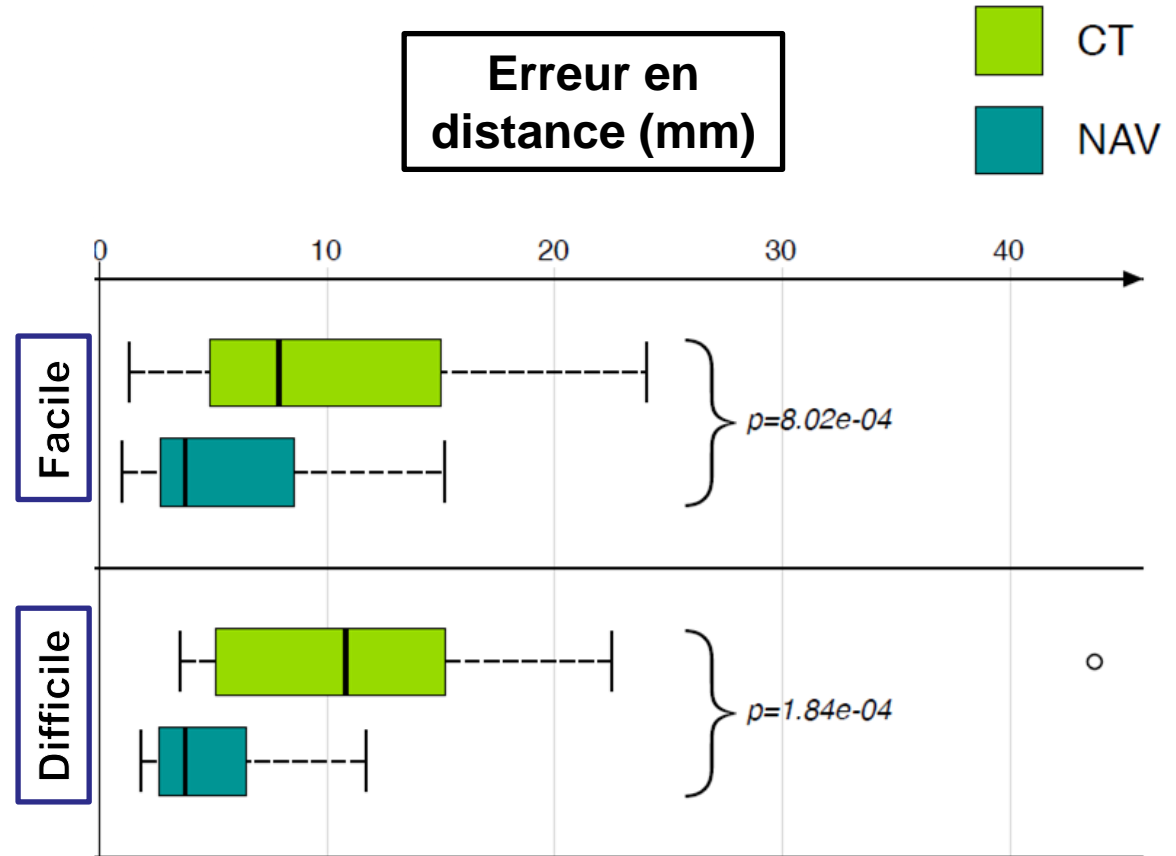


# **Evaluation de la navigation sous scanner**



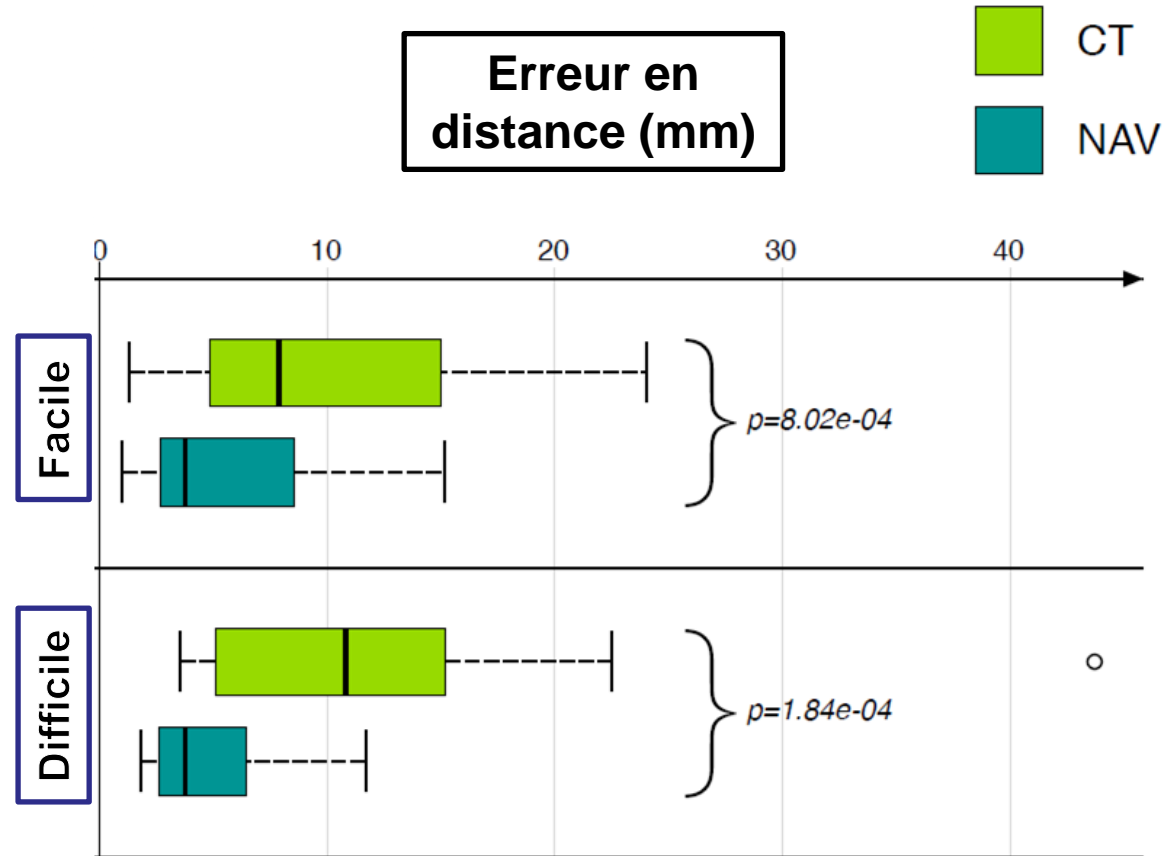
# Etude randomisée sur 120 patients, CT vs. NAV

- Amélioration significative de la précision du geste



# Etude randomisée sur 120 patients, CT vs. NAV

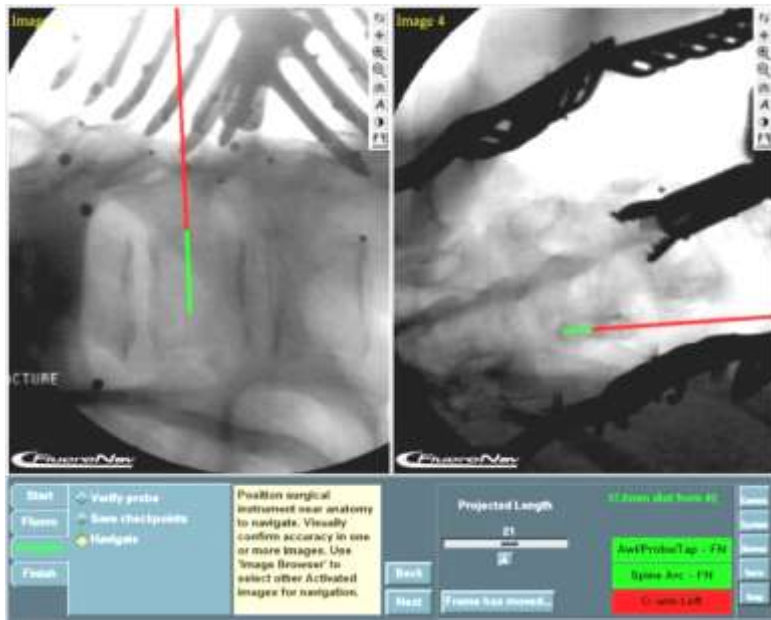
- Amélioration significative de la précision du geste



- Diminution du nombre de contrôles scanner :  
CT = 3 [2;4] vs. NAV = 2 [2;3] ( $p=0.01$ )

# Extension : Navigation en salle d'angiographie

- « Fluoroscopie virtuelle »



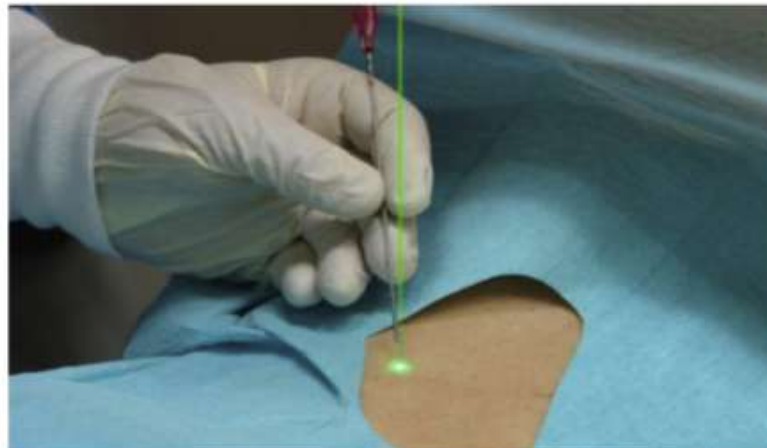
- En 2D... ou en 3D grâce aux modalités d'acquisition rotationnelle



# **Les défis à relever (1/4)**

**Amélioration de  
l'instrumentation**

# Guidage simple par laser



Système amedo  
Smart Tracking®



# Localisation par caméras stéréoscopiques

- 2 caméras infrarouges localisent des repères réfléchissants par stéréovision



# Localisation par caméras stéréoscopiques



Systeme Sirio®

<http://www.masmecbiomed.com>

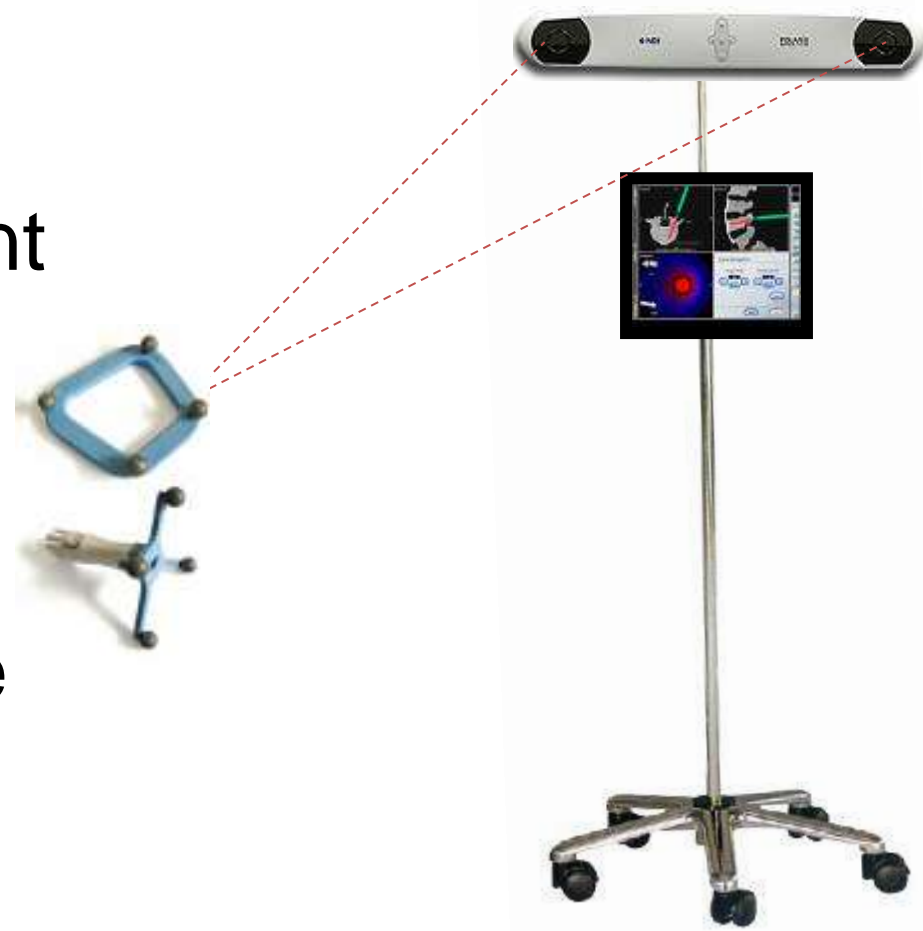
# Localisation par caméras stéréoscopiques

⊕ Grande précision (infra-millimétrique)

⊕ N'est pas sujet à des interférences

⊖ Encombrement :  
caméras, pièces portant  
les repères  
réfléchissants

⊖ Nécessite l'absence  
d'occultation / angle de  
vue limité



## Localisation optique

- Caméra miniature fixée sur l'aiguille
- Reconnaissance d'une mire collée sur le patient



## Localisation magnétique

- ⊕ Systèmes à émetteurs et récepteurs de très petite taille
- ⊕ Traversent les champs, le corps humains
- ⊖ Interférences par les objets métalliques du voisinage
- ⊖ Présence d'un fil





## **Les défis à relever (2/4)**

**Prise en compte des  
mouvements respiratoires**

La cible sera d'autant + difficile à atteindre qu'elle est mobile avec la respiration



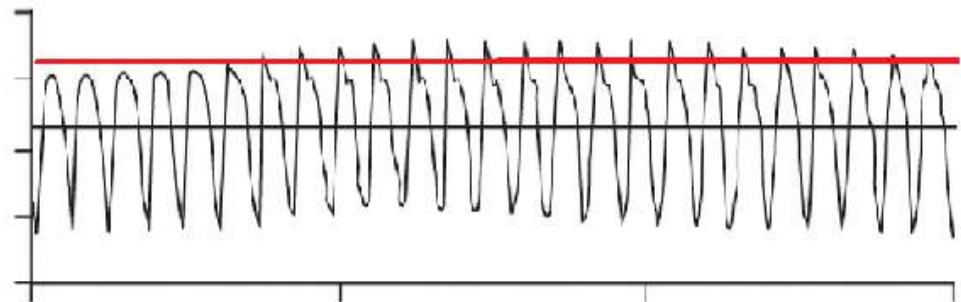
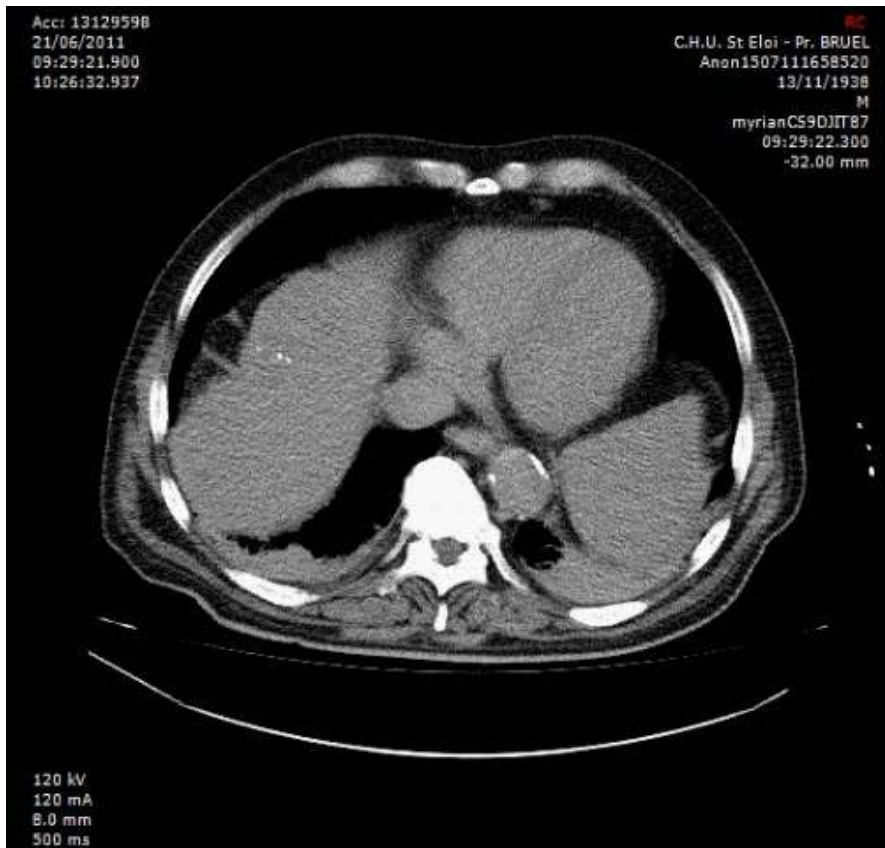
La cible sera d'autant + difficile à atteindre qu'elle est mobile avec la respiration



– S'aider d'un monitoring respiratoire



- Immobiliser le diaphragme :  
Ventilation percussive haute fréquence



(B Gallix et al.)



- Suivre la cible par fluoro TDM



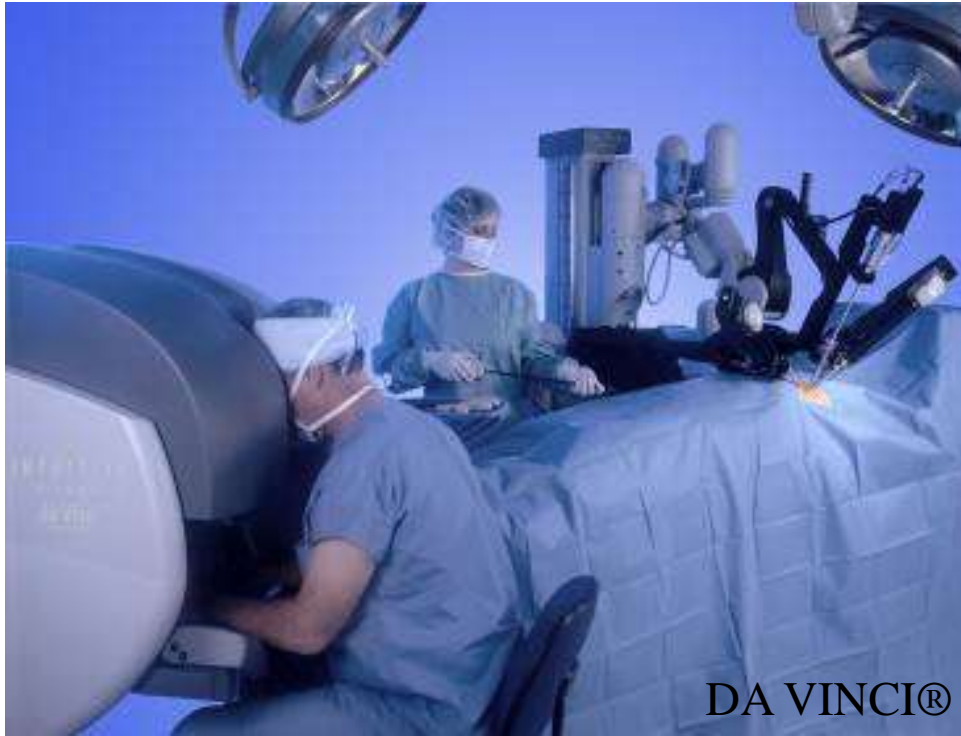
## **Les défis à relever (3/4)**

**Proposer une assistance robotisée**

– Des robots sont arrivés dans les blocs opératoires



– Des robots sont arrivés dans les blocs opératoires





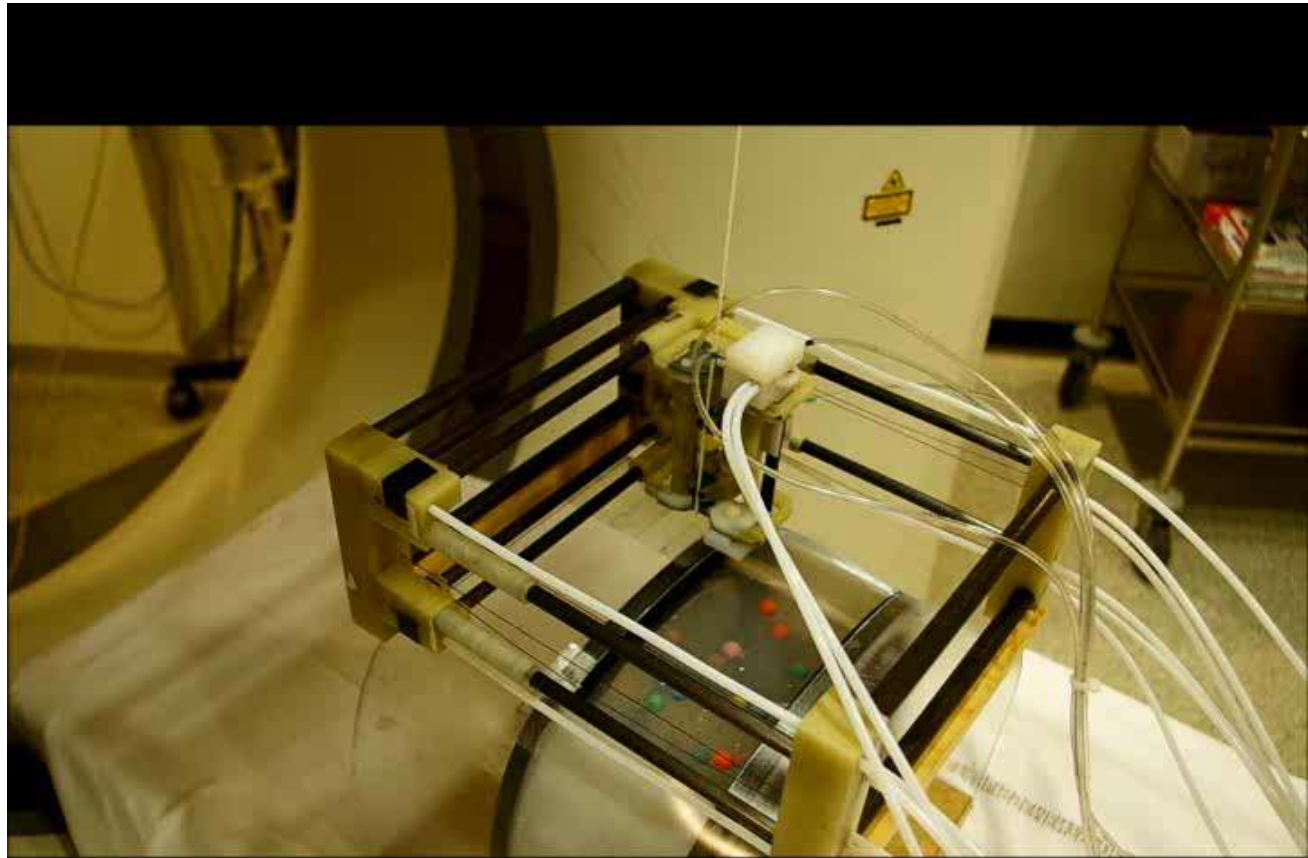
- Des robots asservissent les traitements à la respiration en radiothérapie





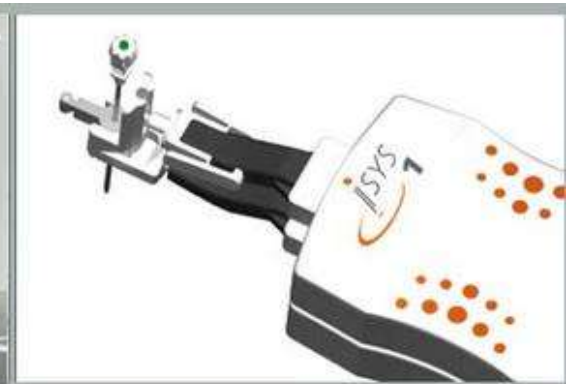
# Robots légers pour la radiologie

- Remplacer la main par un robot téléopéré qui tient l'aiguille



→ Pouvoir surveiller par fluoroscanner l'avancée de l'aiguille en temps réel, sans irradiation pour le radiologue



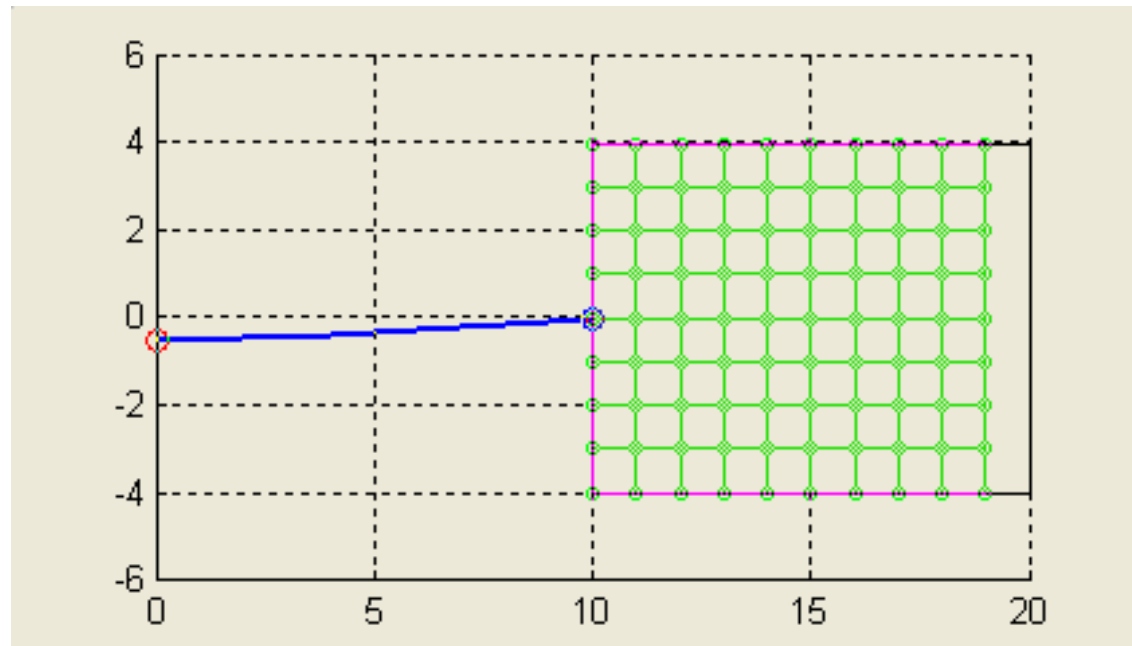
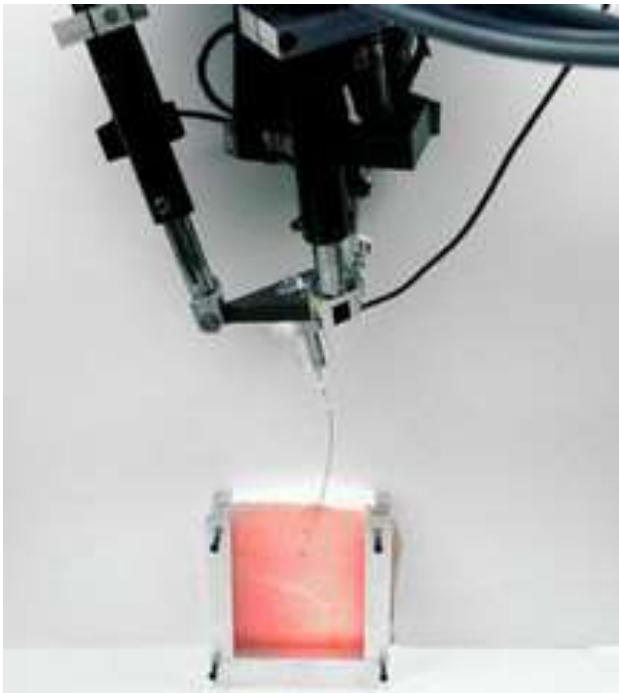


Systeme iSYS  
<http://www.isys.co.at>

## **Les défis à relever (4/4)**

**Prendre en compte les déformations de l'aiguille et des tissus mous**

→ Pouvoir commander des trajectoires complexes, avec des déformations des tissus et de l'aiguille



# Conclusion

- Des systèmes de guidage innovants sont désormais disponibles et fonctionnels en routine clinique
- De nombreuses pistes de recherche devraient permettre d'augmenter encore l'aide apportée aux radiologues

