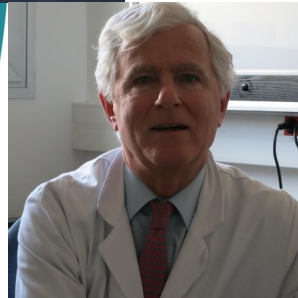




Aide de l'imagerie en chirurgie thoracique

15ème Rencontre de
l'Association Franco
Méditerranéenne
de Cardio-Pneumologie
Beyrouth, 10 - 14 avril 2019



Pierre Bonnette



Matthieu Glorion

**Service de chirurgie thoracique
et transplantation pulmonaire
Hôpital Foch Suresnes**

Contexte 1 :

Essor de la chirurgie pulmonaire mini-invasive

Recommandation ACCP 2013 KBP stade 1: Lobectomie vidéo



CHEST

Supplement

DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF LUNG CANCER, 3RD ED: ACCP GUIDELINES

Executive Summary

**Diagnosis and Management of Lung Cancer,
3rd ed: American College of Chest Physicians
Evidence-Based Clinical Practice Guidelines**

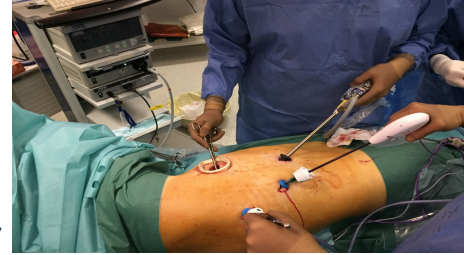
*Frank C. Detterbeck, MD, FCCP; Sandra Zelman Lewis, PhD; Rebecca Diekemper, MPH;
Doreen J. Addrizzo-Harris, MD, FCCP; and W. Michael Alberts, MD, MBA, FCCP*

Lobectomy: Surgical Issues

3.2.1. For patients with clinical stage I NSCLC, a minimally invasive approach such as video-assisted thoracic surgery (thoracoscopy) is preferred over a thoracotomy for anatomic pulmonary resection and is suggested in experienced centers (Grade 2C).

Chirurgie pulmonaire mini-invasive

○ **VATS : Video Assisted Thoracic Surgery**



○ **RATS : Robot Assisted Thoracic Surgery**



- Absence d'écartement des côtes
 - Instrumentation dédiée
 - Vision par moniteur vidéo
 - Pas de palpation
 - Restriction du champ de vision
 - Point de vue unique
 - Gestion du saignement plus complexe
- **Besoin de planification du geste par une connaissance approfondie de l'anatomie de chaque patient**



Contexte II : Essor des segmentectomies

- **La lobectomie pour cancer stade I (<3cm)**
 - Dans l'étude LCSG 1995, elle est supérieure à la résection sublobaire (2/3 segmentectomies, 1/3 wedge) (marge demandée 2cm)

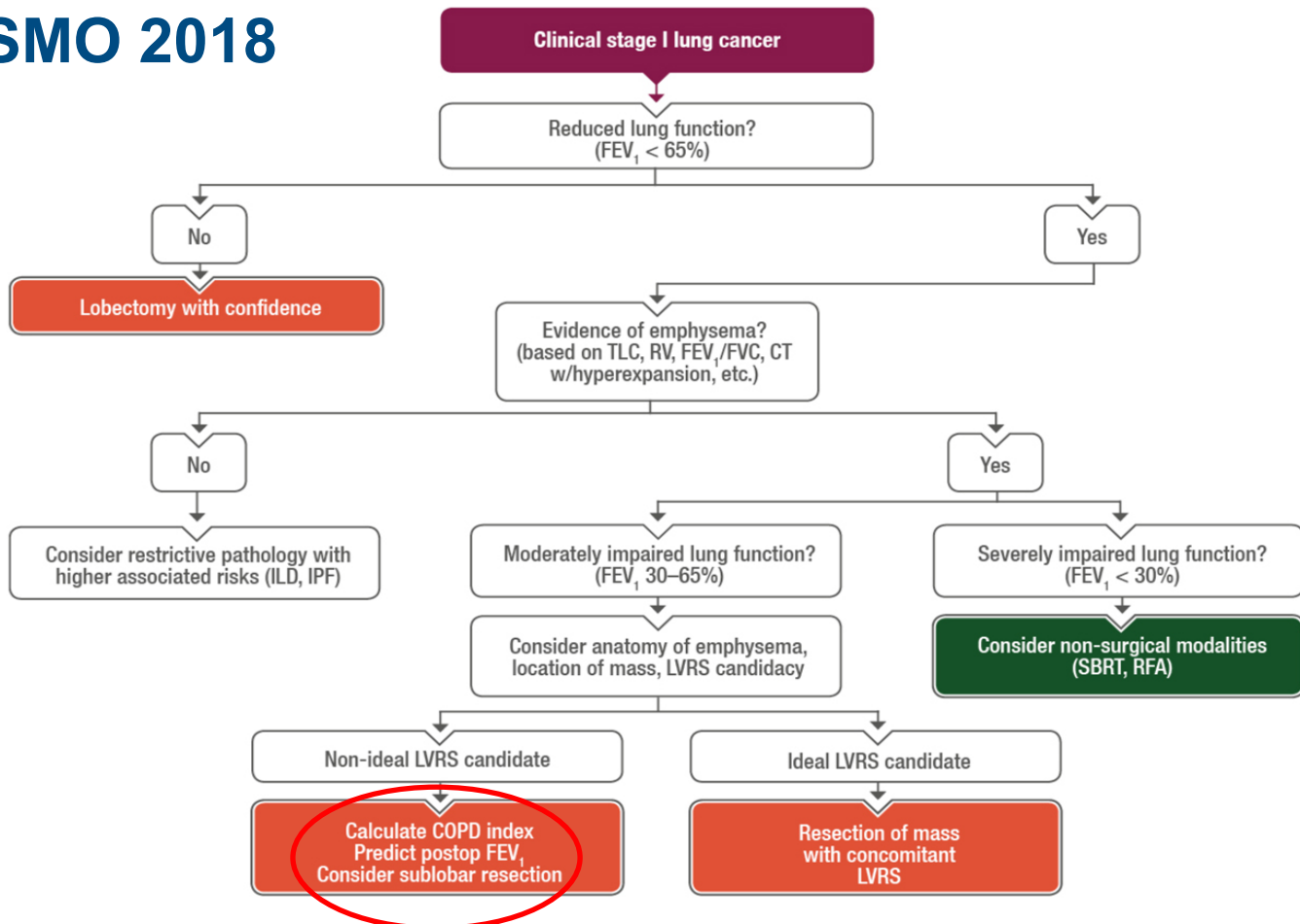
LCSG Ann Thorac Surg 1995
 - Dans les méta-analyses récentes non randomisées, elle n'est pas supérieure à la segmentectomie pour les tumeurs <2cm

Bao EJCTS 2014
- **Un essai japonais est en cours pour les tumeurs <2cm, non GGO, randomisant lobectomies vs segmentectomies, résultats 2020 au mieux**

Nakamura Jpn J Clin Oncol. 2010

Recommendations

ESMO 2018



Recommendations ASTRO ASCO 2017

Recommendations

For standard operative risk patients with stage I NSCLC, SBRT is not recommended outside of a clinical trial. Lobectomy with systematic lymph node evaluation remains the recommended treatment, although a sublobar resection may be considered in select clinical scenarios.

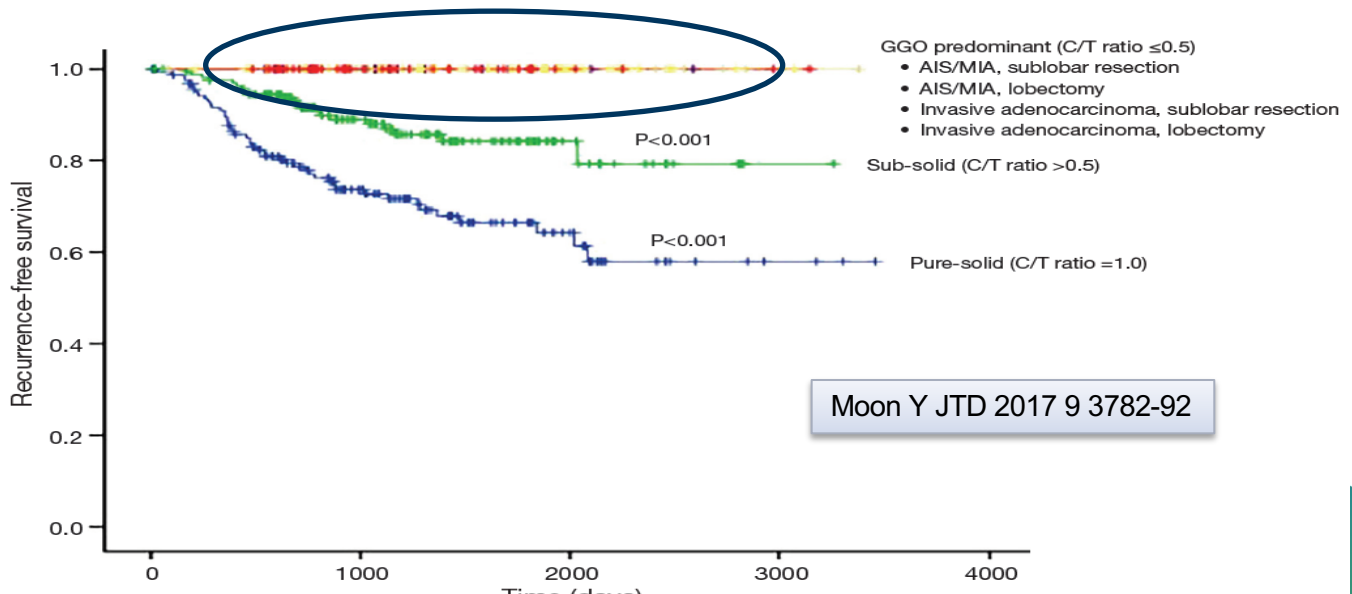
J Clin Oncol 2018 36 710-719



Opacités en verre dépoli prédominantes (GGO)

Il n'y a presque pas de rechutes après segmentectomies ou lobectomies

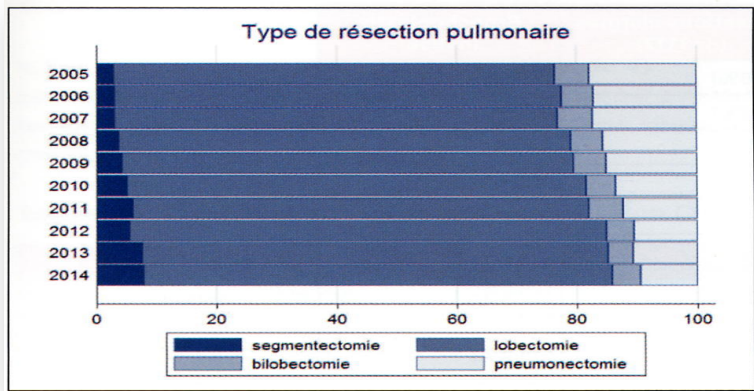
- 191 GGO prédominants (C/T ratio < 0.5)
- 70 résections sublobaires, 121 lobectomies



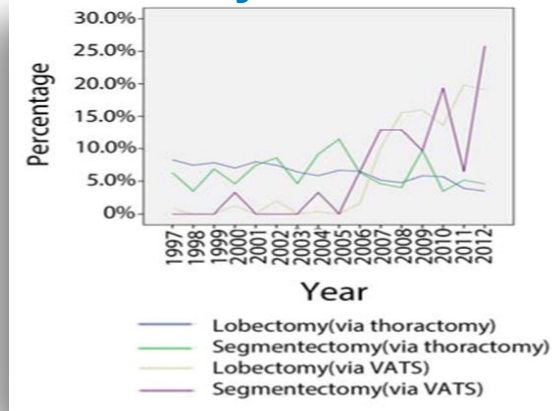
Augmentation mondiale des segmentectomies

- Opacité en verre dépoli (GGO)
- Nodule solide < 2cm et fonction compromise

France



Mayo Clinic



facilitée par les innovations technologiques !

La marge entre la tumeur et la coupe chirurgicale

Recommandations ACCP Chest 2013

- marge macroscopique > 2cm

OU

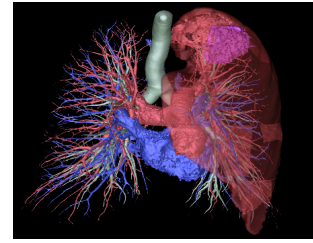
- marge macroscopique > diamètre tumoral, si tumeur < 2cm

Plan

Innovations

- **Planification pré-opératoire sur scanner en 3D**
- Repérage pré et per-opératoire de la tumeur
- Repérage per-opératoire des plans intersegmentaires

Modélisation en 3D



- **Fichier Dicom de scanner injecté en coupe millimétrique**
- **Plusieurs logiciels :**
 - **Visible patient®**
 - Entreprise au sein de l'IRCAD Strasbourg
 - Fichier Dicom adressé là bas
 - Ingénieur spécialisé
 - Prix élevé/ Délai
 - **Synapse Fuji®**
 - Logiciel automatisé exploité directement par le chirurgien
 - Disponible à Foch



repérage de la tumeur (en vert)

analyse des plans interlobaires et intersegmentaires

anatomie de l'arbre vasculo-bronchique



QuickTime Player Fichier Édition Présentation Fenêtre Aide

Visible Patient Planning 1.0.11

Series (1) Model - 999^NXDN8C0P2 (1) Model - 999^NXDN8C0P2 (2) Clip applying - 999^NXDN8C0P2 (1)

Help

Targeted organ: 4272cc
Simulated resected part: 600cc (14.0%)
Simulated remaining part: 3672cc (86.0%)
Targeted organ nodules: 0.49cc

Healthy organ: 4271cc
Simulated remaining healthy part: 3672cc (86.0%)
(see the help menu for more information)

999^NXDN8C0P2

Organs

organ_name	volume_cc
☐ pulmonary artery	31.25
☐ pulmonary vein	33.12
☒ right lung	2878.0
☒ right lung tumor	0.49
☐ rl lobe	1351.0
☐ rm lobe	416.1
☐ ru lobe	1111.0

Opacity :

WARNING : Simulated Vascular Territories are computed from the selected network.
The precision is then fully dependent of the native image quality.

Analyse des marges pour le choix du type d'exérèse

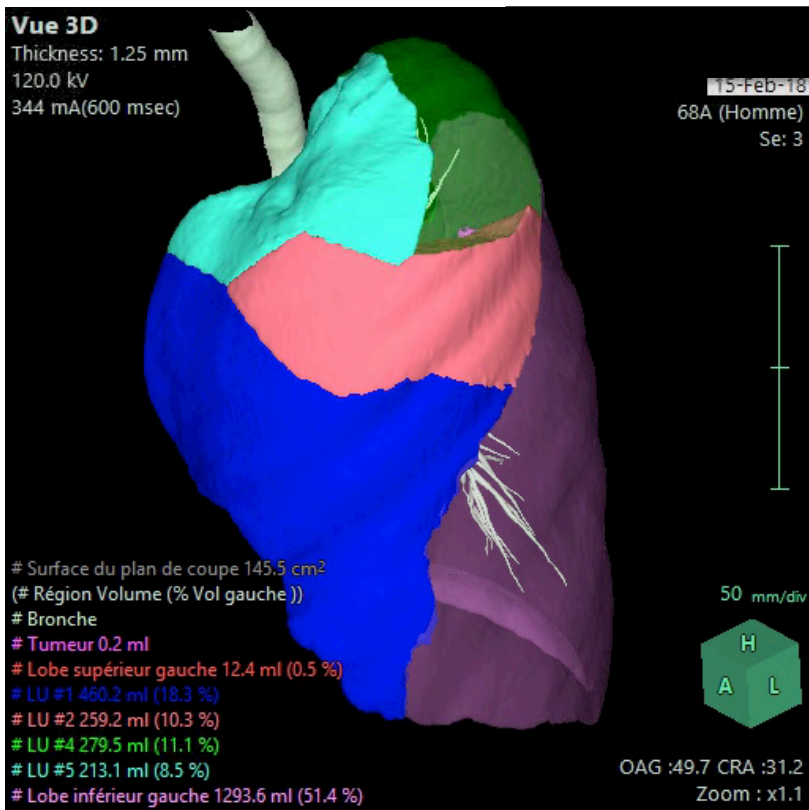


- **Patient 70 ans**

- **nodule mixte évolutif 10mm**
- **dorsal du culmen**
- **rétractant la scissure**
- **fonction normale**

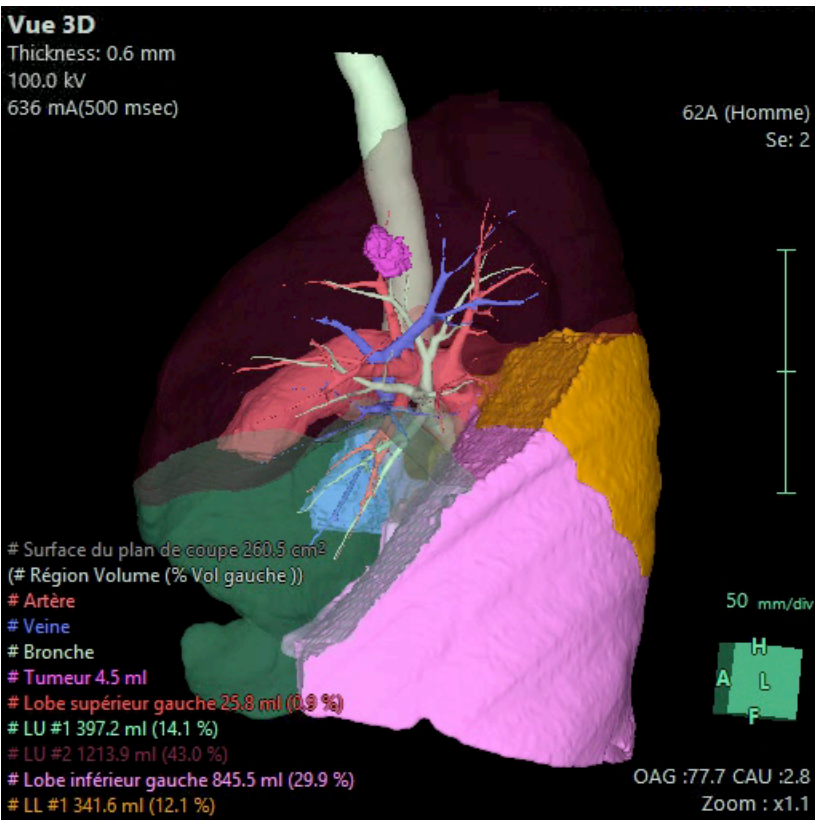


- **Réssection du culmen**
- **Adénocarcinome**



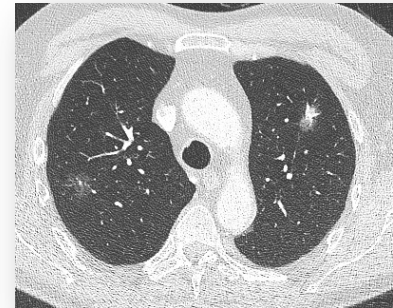
Détection des variations anatomiques :

Une artère linguale pré-bronchique (en rouge)



- **Patient 62 ans**

- GGO culmen 15 mm évolutif
- GGO LSD 10 mm
- Tiffeneau 64%
- Résection culmen : ADK



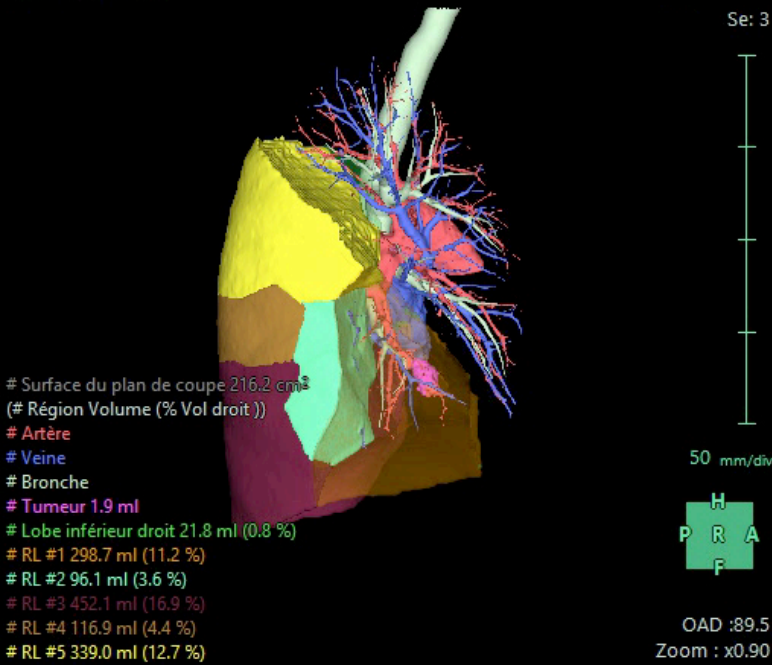
Connaissance de l'anatomie vasculaire et bronchique pour une segmentectomie

Vue 3D

Thickness: 1.0 mm

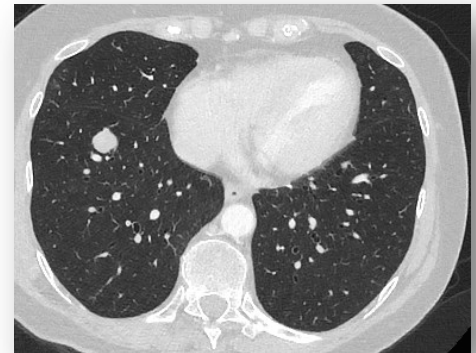
100.0 kV

169 mA(350 msec)



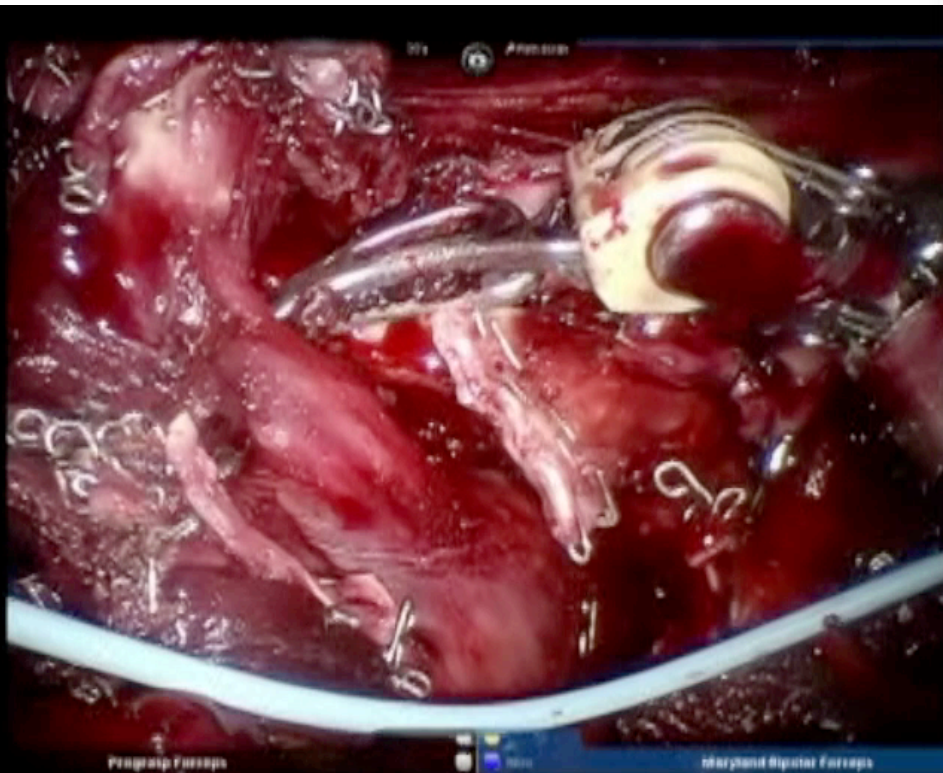
Patiente 65 ans

- Carcinoïde 2cm
- Résection robotique Segment 8



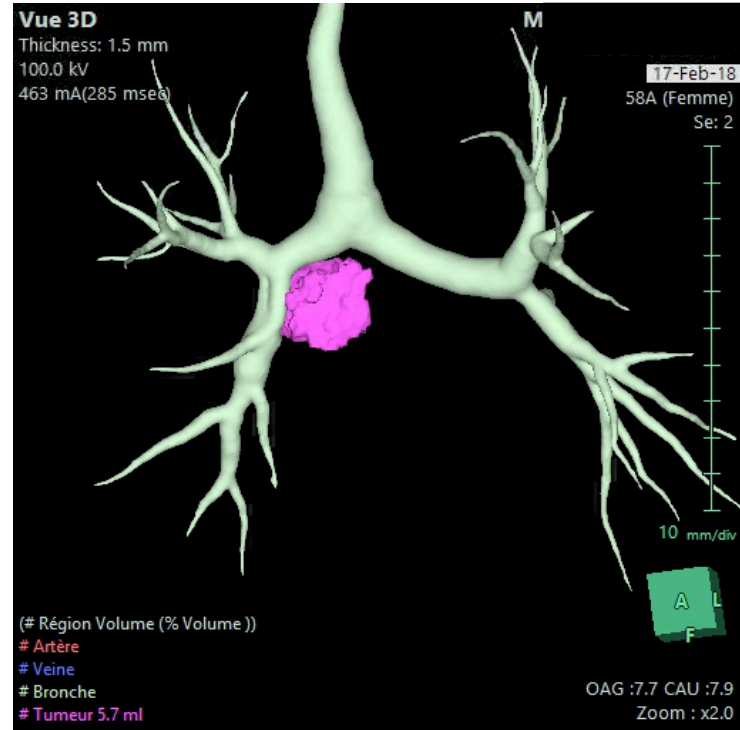
Données Foch

Utilisation en per-opératoire sur l'écran du robot

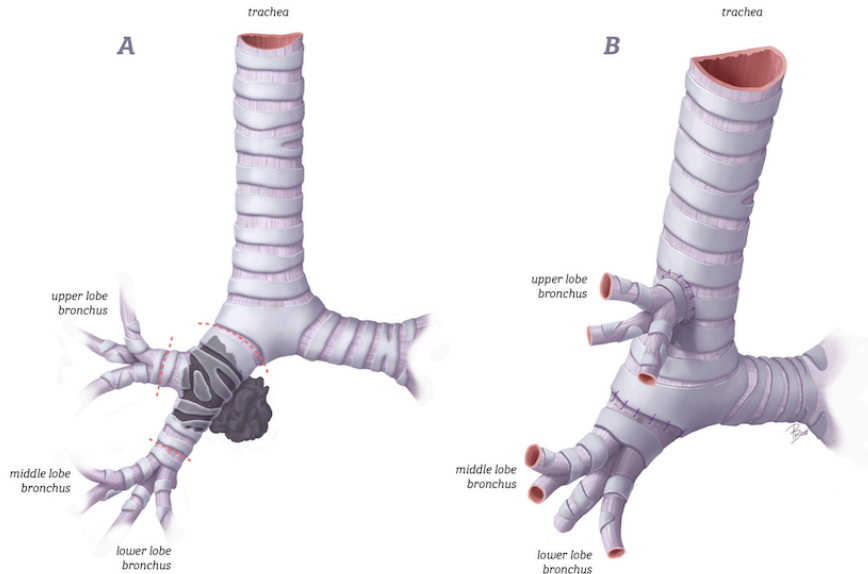


Anticiper une reconstruction complexe

- **Patiente 59 ans**
 - **Carcinoïde bronche souche droite**



Reconstruction bronchique = épargne parenchymateuse



- Résection bronche souche droite
- Réimplantation tronc intermédiaire
- Réimplantation lobaire supérieure dans la trachée

Données Foch

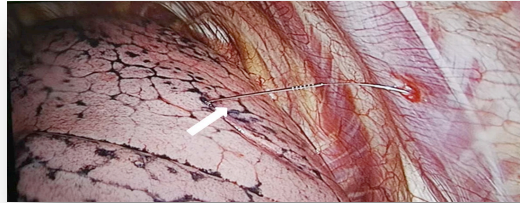
Plan

Innovations

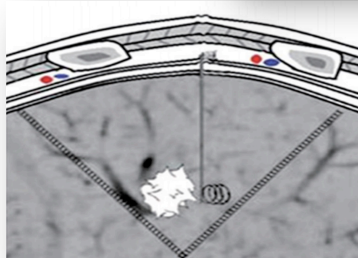
- Planification anatomique pré-opératoire sur scanner
- Repérage pré et per-opératoire de la tumeur
- Repérage per-opératoire des plans intersegmentaires

Repérage pré-opératoire de la tumeur par ponction sous scanner

- Harpon (Hookwire):
décrochage possible



- Coils

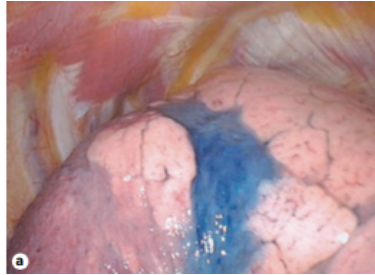
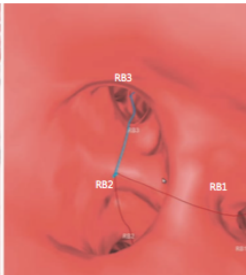
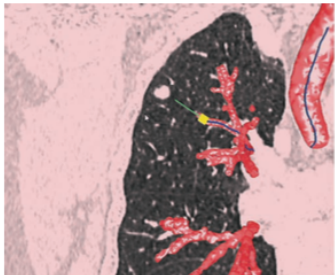


- Injection de bleu de méthylène : résorption

Risque commun de pneumothorax

Repérage pré-opératoire par bronchoscopie avec navigation 3D

- Evite les risques de la ponction sous scanner
- Navigation avec reconstruction 3D des bronches sur Fichier Dicom (système Fuji à Foch)
- Mini sonde Echo-endoscopie
- Marquage distal par bleu de méthylène : tumeur



Lachkar S, Respiration. 2018

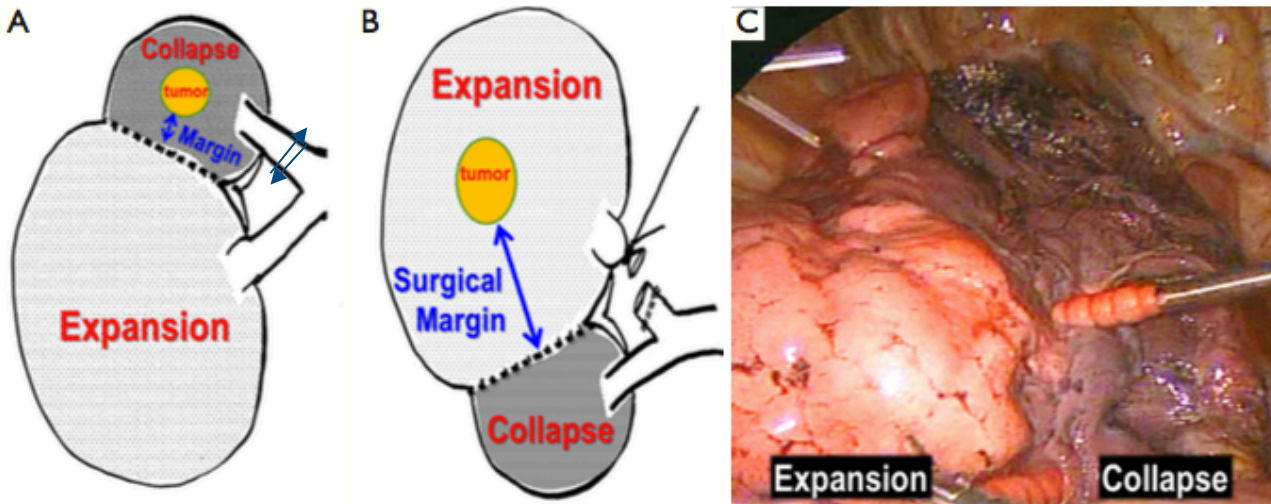
Plan

Innovation

- Planification anatomique pré-opératoire sur scanner
- Repérage pré et per-opératoire de la tumeur
- Repérage per-opératoire des plans intersegmentaires

Repérage plan inter-segmentaire en per-opératoire par la ventilation

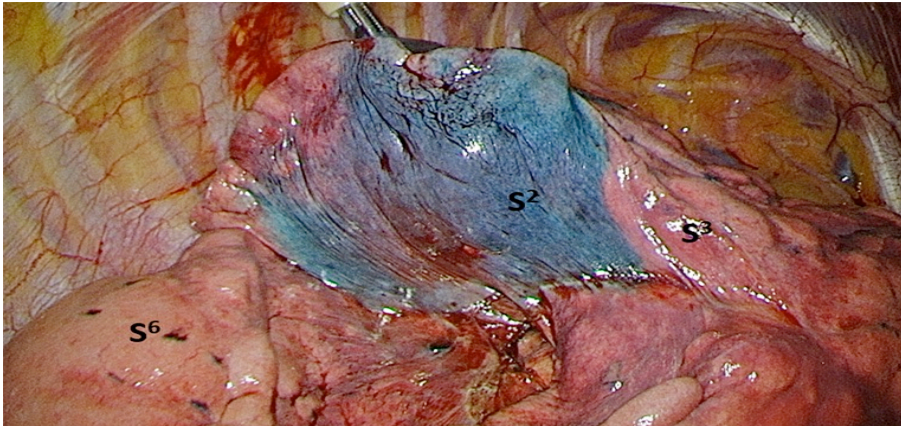
- Ligne poumon inflaté/poumon déflaté



- Limite : Communication intra-parenchymateuse

Repérage plan inter-segmentaire en pré-opératoire par bronchoscopie

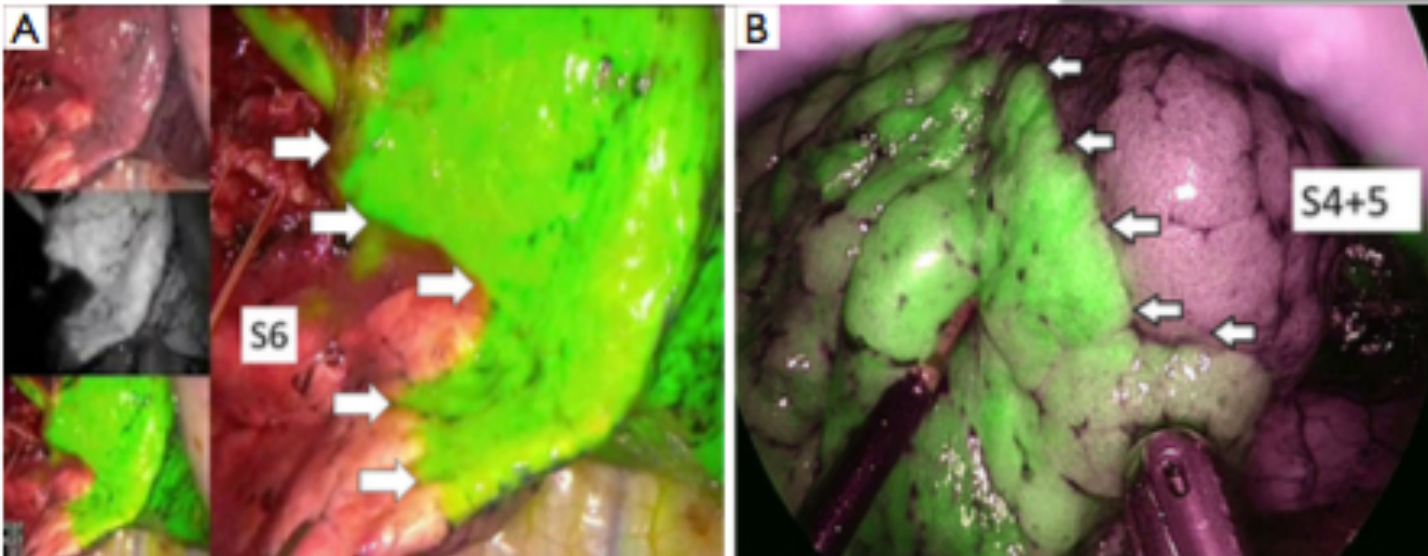
Injection de tout le segment par un colorant
en aval d'un ballonnet gonflé dans la segmentaire



Repérage plan inter-segmentaire en per-opératoire par un marqueur fluorescent

- Section des artères du segment à réséquer
- Injection intravasculaire de vert d'indocyanine
- Fluorescence des segments voisins toujours vascularisés, à l'aide d'une caméra infra rouge spéciale (en série sur le robot Xi)

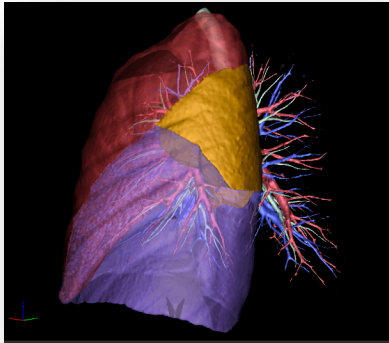
Mun M, J Thorac Dis. 2018



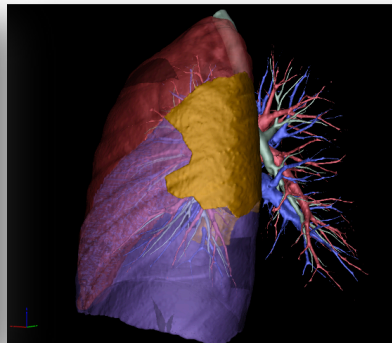
Chaque segment bronchique a-t-il une vascularisation spécifique: pas tout à fait

○ Etude anatomique : Foch

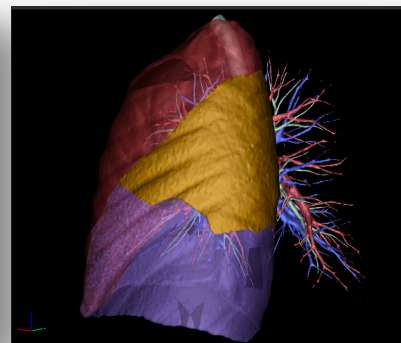
- 15 Scanners de patients, 30 poumons
- Comparaison du volume dépendant de la bronche, des artères et veines du segment de Nelson, en exploitant le logiciel Fuji
- Non superposables totalement



Bronche



Artère

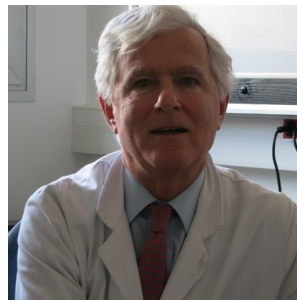


Veine

Conclusions :

- **En 2018, la chirurgie est de plus en plus guidée par l'image**
- **Les logiciels de traitement de l'imagerie :**
 - **permettent la planification des gestes de résection pulmonaire : anatomie vasculaire et bronchique, plan intersegmentaire, marges.**
 - **offre des solutions de navigation pour le repérage per-endoscopique des lésions pour la chirurgie mini-invasive.**
 - **pour améliorer la qualité et la sécurité des résections mini invasives, spécialement pour les segmentectomies.**

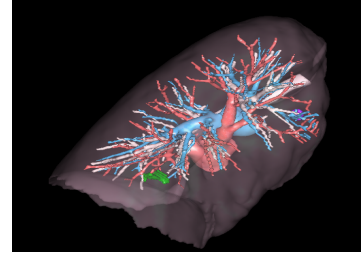
MERCI pour votre attention



Pierre Bonnette / Matthieu Glorion

**Service de chirurgie thoracique et transplantation pulmonaire
Hôpital Foch
Suresnes France**

Planification préopératoire



- **Bénéfices attendus:**

- **Evaluation préopératoire**

- Marges de résection
 - Choix du geste

- **Repérage des structures vasculaires et bronchiques pour prévoir les difficultés anatomiques**

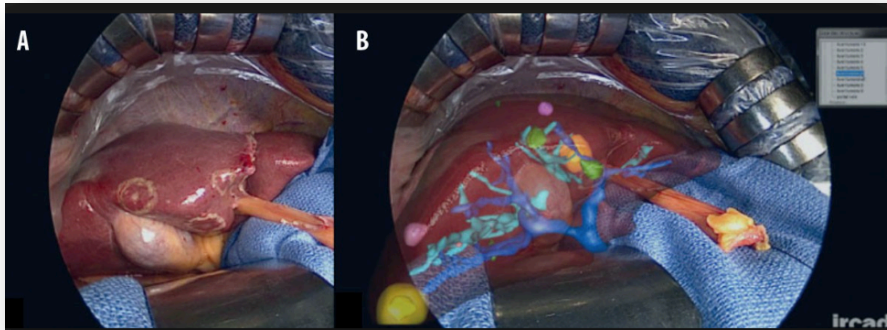
- En chirurgie mini invasive

- > Vision indirecte
 - > Champ opératoire restreint
 - > Point de vue unique

- Pour la chirurgie complexe

- > Segmentectomie
 - > Reconstruction bronchique et vasculaire

Vers la réalité augmentée....

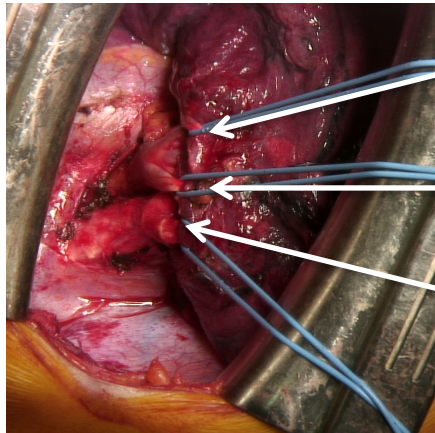


- **En chirurgie hépatique : IHU Strasbourg**
- **En chirurgie pulmonaire :**
 - **Problèmes : déflation du poumon, recalage de l'image**

Pessaux P. La lettre du l'Hépto-gastroentérologue. 2018

Utilisation en per opératoire = « GPS »

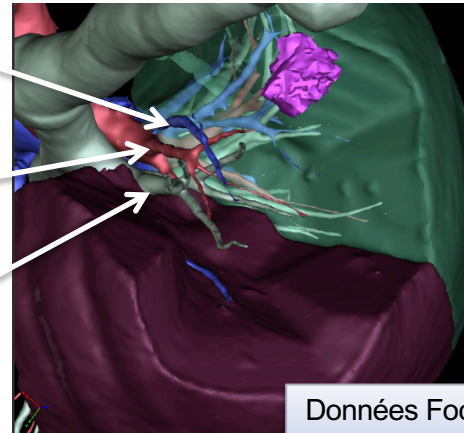
- Thoracotomie itérative segment apical 1 du LSD
- GGO évolutif



Veine 1

Bronche
1

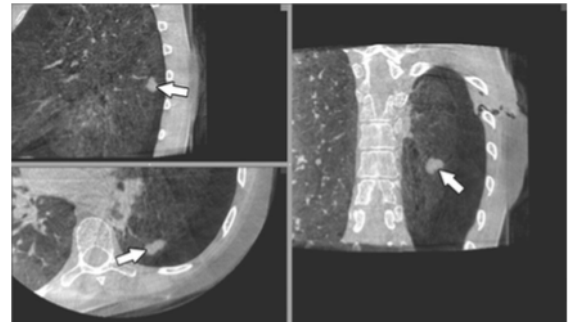
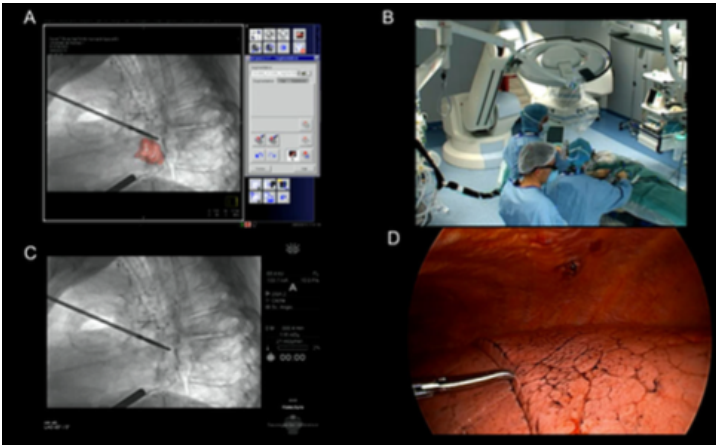
Artère 1



Données Foch

Localisation du nodule par l'imagerie per opératoire

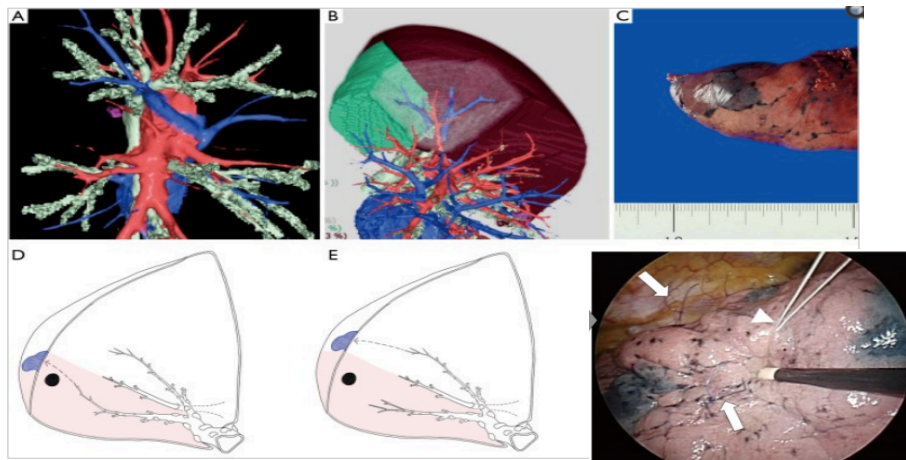
- Salle hybride
- Cone beam CT
- Recalage de l'image
- Réalité augmentée



Rouzé S, Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2016

Repérage plan inter-segmentaire bronchique

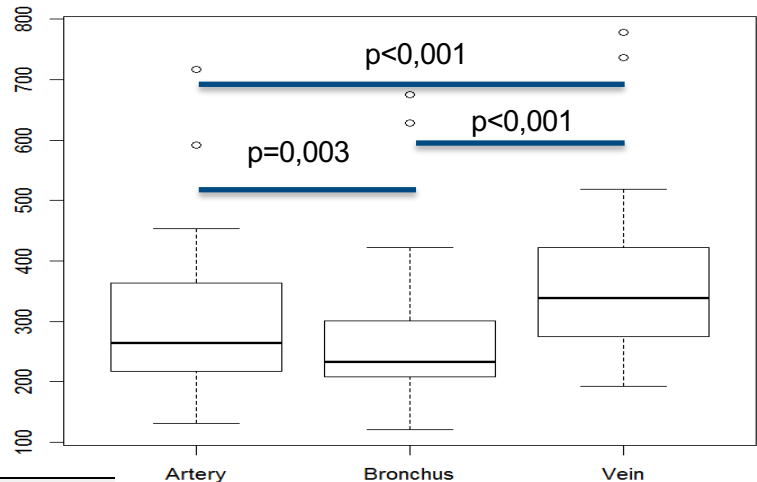
- Pré-opératoire :
bronchoscopie
navigation
- Marquage des
limites du segment



Sato M. J Thorac Cardiovasc Surg. 2014.

Résultats

- **Age : 69 (7,1) ans**
- **Sexe : 8H / 7F**
- **VEMS : 91,2 (16,8) %th**



Volume Segment 6	Moyenne (écart-type)	p-value
Bronchique	273,7 (125,9)	<0,001
Artériel	303,4 (130,6)	
Veineux	366,7 (138,9)	

Le volume du segment 6 selon les veines et les artères était plus important que celui calculé selon les bronches

Données Foch

Dans les segmentectomies, nécessité de:

- Analyser en **pré-opératoire** les marges entre la tumeur et les plans intersegmentaires et interlobaires
- Analyser en **pré-opératoire** l'anatomie vasculo-bronchique du segment et du lobe
- Déterminer en **per-opératoire** le siège de la tumeur et le plan inter-segmentaire

