



**HAL**  
open science

# Qualité du curage ganglionnaire lymphatique en chirurgie oncologique thoracique : la chirurgie robot-assistée fait-elle mieux ?

Adrien Deceuninck

## ► To cite this version:

Adrien Deceuninck. Qualité du curage ganglionnaire lymphatique en chirurgie oncologique thoracique : la chirurgie robot-assistée fait-elle mieux ?. Médecine humaine et pathologie. 2024. dumas-04749517

**HAL Id: dumas-04749517**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04749517v1>**

Submitted on 23 Oct 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**ANNÉE 2024**

**N°**

**THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE**

(Diplôme d'État)

Par

**Adrien DECEUNINCK**

Né le 16/10/1994 à Évreux

Présentée et soutenue publiquement le 10 octobre 2024

**QUALITÉ DU CURAGE GANGLIONNAIRE  
LYMPHATIQUE EN CHIRURGIE ONCOLOGIQUE  
THORACIQUE : LA CHIRURGIE ROBOT-ASSISTÉE  
FAIT-ELLE MIEUX ?**

**PRÉSIDENT DU JURY :**

Professeur Jean-Christophe SABOURIN

**DIRECTEUR DE THÈSE :**

Docteur Nicolas PITON

**MEMBRES DU JURY :**

Professeur Jean-Marc BASTE

Professeur Florian GUISIER

Docteur Benjamin BOTTET

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2023 - 2024**

**U.F.R. SANTÉ DE ROUEN**

-----

DOYEN : **Professeur Benoît VEBER**

ASSESEURS : **Professeur Loïc FAVENNEC**

**Professeur Agnès LIARD**

**Professeur Guillaume SAVOYE**

**I - MEDECINE**

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS**

|                                       |       |                                           |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------------------|
| Mme Najate <b>ACHAMRAH</b>            | HCN   | Nutrition                                 |
| Mr Frédéric <b>ANSELME</b>            | HCN   | Cardiologie                               |
| Mme Gisèle <b>APTER</b>               | Havre | Pédopsychiatrie                           |
| Mme Isabelle <b>AUQUIT AUCKBUR</b>    | HCN   | Chirurgie plastique                       |
| Mr Jean-Marc <b>BASTE</b>             | HCN   | Chirurgie Thoracique                      |
| Mr Fabrice <b>BAUER</b>               | HCN   | Cardiologie                               |
| Mme Soumeya <b>BEKRI</b>              | HCN   | Biochimie et biologie moléculaire         |
| Mr Ygal <b>BENHAMOU</b>               | HCN   | Médecine interne                          |
| Mr Jacques <b>BENICHOU</b>            | HCN   | Bio statistiques et informatique médicale |
| Mr Emmanuel <b>BESNIER</b>            | HCN   | Anesthésiologie - Réanimation             |
| Mr Olivier <b>BOYER</b>               | UFR   | Immunologie                               |
| Mme Valérie <b>BRIDOUX HUYBRECHTS</b> | HCN   | Chirurgie Digestive                       |
| Mme Sophie <b>CANDON</b>              | HCN   | Immunologie                               |
| Mr François <b>CARON</b>              | HCN   | Maladies infectieuses et tropicales       |
| Mr Philippe <b>CHASSAGNE</b>          | HCN   | Médecine interne (gériatrie)              |

|                                                  |       |                                                      |
|--------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------|
| Mr Thomas <b>CLAVIER</b>                         | HCN   | Anesthésie-Réanimation                               |
| Mr Florian <b>CLATOT</b>                         | CB    | Cancérologie – Radiothérapie                         |
| Mr Moïse <b>COEFFIER</b>                         | HCN   | Nutrition                                            |
| Mr Vincent <b>COMPERE</b>                        | HCN   | Anesthésiologie et réanimation chirurgicale          |
| Mr Jean-Nicolas <b>CORNU</b>                     | HCN   | Urologie                                             |
| Mr Antoine <b>CUVELIER</b>                       | HB    | Pneumologie                                          |
| Mr Jean-Nicolas <b>DACHER</b>                    | HCN   | Radiologie et imagerie médicale                      |
| Mr Stéfan <b>DARMONI</b>                         | HCN   | Informatique médicale et techniques de communication |
| Mr Pierre <b>DECHELOTTE</b>                      | HCN   | Nutrition                                            |
| Mme Sophie <b>DENEUVE</b>                        | HCN   | ORL                                                  |
| Mr Stéphane <b>DERREY</b>                        | HCN   | Neurochirurgie                                       |
| Mr Frédéric <b>DI FIORE</b>                      | CHB   | Cancérologie                                         |
| Mr Fabien <b>DOGUET</b> ( <i>disponibilité</i> ) | HCN   | Chirurgie Cardio Vasculaire                          |
| Mr Franck <b>DUJARDIN</b>                        | HCN   | Chirurgie orthopédique - Traumatologique             |
| Mr Fabrice <b>DUPARC</b>                         | HCN   | Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique |
| Mr Eric <b>DURAND</b>                            | HCN   | Cardiologie                                          |
| Mme Hélène <b>ELTCHANINOFF</b>                   | HCN   | Cardiologie                                          |
| Mr Manuel <b>ETIENNE</b>                         | HCN   | Maladies infectieuses et tropicales                  |
| Mr Jean François <b>GEHANNO</b>                  | HCN   | Médecine et santé au travail                         |
| Mr Emmanuel <b>GERARDIN</b>                      | HCN   | Imagerie médicale                                    |
| Mme Priscille <b>GERARDIN</b>                    | HCN   | Pédopsychiatrie                                      |
| M. Guillaume <b>GOURCEROL</b>                    | HCN   | Physiologie                                          |
| Mr Dominique <b>GUERROT</b>                      | HCN   | Néphrologie                                          |
| Mme Julie <b>GUEUDRY</b>                         | HCN   | Ophtalmologie                                        |
| Mr Olivier <b>GUILLIN</b>                        | HCN   | Psychiatrie Adultes                                  |
| Mr Florian <b>GUISIER</b>                        | HCN   | Pneumologie                                          |
| Mr Claude <b>HOUDAYER</b>                        | HCN   | Génétique                                            |
| Mr Vivien <b>HEBERT</b>                          | HCN   | Dermatologie                                         |
| Mr Fabrice <b>JARDIN</b>                         | CHB   | Hématologie                                          |
| Mr Luc-Marie <b>JOLY</b>                         | HCN   | Médecine d'urgence                                   |
| Mr Pascal <b>JOLY</b>                            | HCN   | Dermato – Vénérologie                                |
| Mme Bouchra <b>LAMIA</b>                         | Havre | Pneumologie                                          |

|                                                          |     |                                                 |
|----------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|
| Mr Hervé <b>LEFEBVRE</b>                                 | HB  | Endocrinologie et maladies métaboliques         |
| Mr Thierry <b>LEQUERRE</b>                               | HCN | Rhumatologie                                    |
| Mme Anne-Marie <b>LEROI</b>                              | HCN | Physiologie                                     |
| Mr Hervé <b>LEVESQUE</b>                                 | HCN | Médecine interne                                |
| Mme Agnès <b>LIARD-ZMUDA</b>                             | HCN | Chirurgie Infantile                             |
| Mr Pierre Yves <b>LITZLER</b>                            | HCN | Chirurgie cardiaque                             |
| M. David <b>MALTETE</b>                                  | HCN | Neurologie                                      |
| M. Florent <b>MARGUET</b>                                | HCN | Histologie                                      |
| Mr Christophe <b>MARGUET</b>                             | HCN | Pédiatrie                                       |
| Mme Isabelle <b>MARIE</b>                                | HCN | Médecine interne                                |
| Mr Jean-Paul <b>MARIE</b>                                | HCN | Oto-rhino-laryngologie                          |
| Mr Stéphane <b>MARRET</b>                                | HCN | Pédiatrie                                       |
| Mme Véronique <b>MERLE</b> ( <i>disponibilité</i> )      | HCN | Epidémiologie                                   |
| Mr Pierre <b>MICHEL</b>                                  | HCN | Hépatogastro-entérologie                        |
| M. Benoit <b>MISSET</b> ( <i>détachement</i> )           | HCN | Réanimation Médicale                            |
| Mr Marc <b>MURAINÉ</b>                                   | HCN | Ophtalmologie                                   |
| Mr Gaël <b>NICOLAS</b>                                   | UFR | Génétique                                       |
| Mr Mourad <b>OULD SLIMANE</b>                            | HCN | Chirurgie Orthopédique                          |
| Mr Christian <b>PFISTER</b>                              | HCN | Urologie                                        |
| Mr Jean-Christophe <b>PLANTIER</b>                       | HCN | Bactériologie - Virologie                       |
| Mr Didier <b>PLISSONNIER</b>                             | HCN | Chirurgie vasculaire                            |
| Mr Gaëtan <b>PREVOST</b>                                 | HCN | Endocrinologie                                  |
| Mr Jean-Christophe <b>RICHARD</b> ( <i>détachement</i> ) | HCN | Réanimation médicale - Médecine d'urgence       |
| Mr Vincent <b>RICHARD</b>                                | UFR | Pharmacologie                                   |
| Mme Nathalie <b>RIVES</b>                                | HCN | Biologie du développement et de la reproduction |
| Mr Frédéric <b>ROCA</b>                                  | HCN | Médecine Gériatrique                            |
| Mr Horace <b>ROMAN</b> ( <i>détachement</i> )            | HCN | Gynécologie - Obstétrique                       |
| Mr Jean-Christophe <b>SABOURIN</b>                       | HCN | Anatomie – Pathologie                           |
| Mr Mathieu <b>SALAUN</b>                                 | HCN | Pneumologie                                     |
| Mr Guillaume <b>SAVOYE</b>                               | HCN | Hépatogastro-entérologie                        |
| Mme Céline <b>SAVOYE-COLLET</b>                          | HCN | Imagerie médicale                               |
| Mme Pascale <b>SCHNEIDER</b>                             | HCN | Pédiatrie                                       |

|                               |              |                                            |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------------------|
| Mr Lilian <b>SCHWARZ</b>      | HCN          | Chirurgie Viscérale et Digestive           |
| Mme Fabienne <b>TAMION</b>    | HCN          | Réanimation médicale                       |
| Mr Luc <b>THIBERVILLE</b>     | HCN          | Pneumologie                                |
| Mr Sébastien <b>THUREAU</b>   | CB           | Radiothérapie                              |
| M. Gilles <b>TOURNEL</b>      | HCN          | Médecine Légale                            |
| Mr Olivier <b>TROST</b>       | HCN          | Anatomie -Chirurgie Maxillo-Faciale        |
| Mr Jean-Jacques <b>TUECH</b>  | HCN          | Chirurgie digestive                        |
| Mr Benoît <b>VEBER</b>        | HCN          | Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale |
| Mr Pierre <b>VERA</b>         | CHB          | Biophysique et traitement de l'image       |
| Mr Eric <b>VERIN</b>          | Les Herbiers | Médecine Physique et de Réadaptation       |
| Mr Eric <b>VERSPYCK</b>       | HCN          | Gynécologie obstétrique                    |
| Mr Olivier <b>VITTECOQ</b>    | HCN          | Rhumatologie                               |
| Mr David <b>WALLON</b>        | HCN          | Neurologie                                 |
| Mme Marie-Laure <b>WELTER</b> | HCN          | Physiologie                                |

#### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS**

|                                                   |     |                                     |
|---------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|
| Mme Elodie <b>ALESSANDRI-GRADT</b>                | HCN | Virologie                           |
| Mr Kévin <b>ALEXANDRE</b>                         | HCN | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| Mme Noëlle <b>BARBIER-FREBOURG</b>                | HCN | Bactériologie – Virologie           |
| Mme Carole <b>BRASSE LAGNEL</b>                   | HCN | Biochimie                           |
| Mr Gérard <b>BUCHONNET</b>                        | HCN | Hématologie                         |
| Mme Mireille <b>CASTANET</b>                      | HCN | Pédiatrie                           |
| Mr Damien <b>COSTA</b>                            | HCN | Parasitologie                       |
| Mme Ivana <b>DABAJ</b>                            | HCN | Pédiatrie                           |
| Mme Charlotte <b>DESPREZ</b>                      | HCN | Physiologie                         |
| Mr Pierre <b>DECAZES</b>                          | CB  | Médecine Nucléaire                  |
| Mr Maxime <b>FONTANILLES</b>                      | GHH | Oncologie Médicale                  |
| M. Vianney <b>GILARD</b> ( <i>disponibilité</i> ) | HCN | Neurochirurgie                      |
| Mr Serge <b>JACQUOT</b>                           | UFR | Immunologie                         |
| Mr Joël <b>LADNER</b>                             | HCN | Epidémiologie, économie de la santé |
| Mr Jean-Baptiste <b>LATOUCHE</b>                  | UFR | Biologie cellulaire                 |

|                                                |     |                                   |
|------------------------------------------------|-----|-----------------------------------|
| Mme Chloé <b>MELCHIOR</b>                      | HCN | Hépto-gastro-entérologie          |
| M. Sébastien <b>MIRANDA</b>                    | HCN | Médecine Vasculaire               |
| Mr Thomas <b>MOUREZ</b> ( <i>détachement</i> ) | HCN | Virologie                         |
| Mme Muriel <b>QUILLARD</b>                     | HCN | Biochimie et biologie moléculaire |
| Mme Laëtitia <b>ROLLIN</b>                     | HCN | Médecine du Travail               |
| Mme Maud <b>ROTHARMEL</b>                      | HCN | Psychiatrie Adultes               |
| Mme Mélanie <b>ROUSSEL</b>                     | HCN | Médecine d'Urgences               |
| Mme Pascale <b>SAUGIER-VEBER</b>               | HCN | Génétique                         |
| M. Abdellah <b>TEBANI</b>                      | HCN | Biochimie et Biologie Moléculaire |
| Mme Anne-Claire <b>TOBENAS-DUJARDIN</b>        | HCN | Anatomie                          |
| Mr Julien <b>WILS</b>                          | HCN | Pharmacologie                     |

#### **PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE**

|                                      |     |               |
|--------------------------------------|-----|---------------|
| Mme Noémie <b>MARIE</b>              | UFR | Communication |
| Mr Thierry <b>WABLE</b>              | UFR | Communication |
| Mme Mélanie <b>AUVRAY-HAMEL</b>      | UFR | Anglais       |
| Mme Cécile <b>POTTIER-LE GUELLEC</b> | UFR | Anglais       |

## II – PHARMACIE

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

|                                                   |                      |
|---------------------------------------------------|----------------------|
| Mr Jérémy <b>BELLIEN</b> (PU-PH)                  | Pharmacologie        |
| Mr Thierry <b>BESSON</b>                          | Chimie Thérapeutique |
| Mr Jean <b>COSTENTIN</b> (Professeur émérite)     | Pharmacologie        |
| Mme Isabelle <b>DUBUS</b>                         | Biochimie            |
| Mr Abdelhakim <b>EL OMRI</b>                      | Pharmacognosie       |
| Mr François <b>ESTOUR</b>                         | Chimie Organique     |
| Mr Loïc <b>FAVENNEC</b> (PU-PH)                   | Parasitologie        |
| Mr Jean Pierre <b>GOULLE</b> (Professeur émérite) | Toxicologie          |
| Mme Christelle <b>MONTEIL</b>                     | Toxicologie          |
| Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b> (PU-PH)           | Microbiologie        |
| Mme Malika <b>SKIBA</b>                           | Pharmacie galénique  |
| Mr Rémi <b>VARIN</b> (PU-PH)                      | Pharmacie clinique   |
| Mr Jean-Marie <b>VAUGEUIS</b>                     | Pharmacologie        |
| Mr Philippe <b>VERITE</b>                         | Chimie analytique    |

### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

|                                                     |                                                    |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Mme Margueritta <b>AL ZALLOUHA</b>                  | Toxicologie                                        |
| Mme Cécile <b>BARBOT</b>                            | Chimie Générale et Minérale                        |
| Mr Paul <b>BILLOIR</b> (MCU-PH)                     | Hématologie Biologique                             |
| Mr Frédéric <b>BOUNOURE</b>                         | Pharmacie Galénique                                |
| Mr Thomas <b>CASTANHEIRO MATIAS</b>                 | Chimie Organique                                   |
| Mr Abdeslam <b>CHAGRAOUI</b>                        | Physiologie                                        |
| Mme Camille <b>CHARBONNIER (LE CLEZIO)</b> (MCU-PH) | Statistiques                                       |
| Mme Elizabeth <b>CHOSSON</b>                        | Botanique                                          |
| Mme Marie Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b>            | Législation pharmaceutique et économie de la santé |



|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Mr Romain <b>COPPEE</b>             | Bio-Informatique    |
| Mme Cécile <b>CORBIERE</b>          | Biochimie           |
| Mme Sandrine <b>DAHOT</b> (MCU-PH)  | Bactériologie       |
| Mme Isabelle <b>DUBUC</b>           | Pharmacologie       |
| Mr Thomas <b>DUFLOT</b> (MCU-PH)    | Pharmacologie       |
| Mr Gilles <b>GARGALA</b> (MCU-PH)   | Parasitologie       |
| Mr Henri <b>GONDÉ</b> (MCU-PH)      | Pharmacie           |
| Mme Nejla <b>EL GHARBI-HAMZA</b>    | Chimie analytique   |
| Mr Chervin <b>HASSEL</b>            | Virologie           |
| Mme Maryline <b>LECOINTRE</b>       | Physiologie         |
| Mme Hong <b>LU</b>                  | Biologie            |
| Mme Marine <b>MALLETER</b>          | Biologie Cellulaire |
| M. Jérémie <b>MARTINET</b> (MCU-PH) | Immunologie         |
| Mr Valentin <b>PLATEL</b>           | Pharmacologie       |
| M. Romy <b>RAZAKANDRAINIBÉ</b>      | Parasitologie       |
| Mme Tiphaine <b>ROGEZ-FLORENT</b>   | Chimie analytique   |
| Mr Mohamed <b>SKIBA</b>             | Pharmacie galénique |

### **PROFESSEURS ASSOCIES**

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| Mme Caroline <b>BERTOUX</b>       | Pharmacie officinale   |
| M. Charles <b>CALTOT</b>          | DEUST Pharmacie        |
| Mme Cécile <b>GUERARD-DETUNCQ</b> | Pharmacie officinale   |
| Mme Christine <b>HAIMET-LEROY</b> | DEUST Pharmacie        |
| Mme Lucile <b>LOUIN</b>           | DEUST Officine         |
| Mme Stéphanie <b>LAMOUREUX</b>    | DEUST Pharmacie        |
| M. Damien <b>SALAUZE</b>          | Pharmacie industrielle |

### **PAU-PH**

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| M. Pierre <b>BOHN</b>      | Radiopharmacie |
| M. Mikaël <b>DAOUPHARS</b> | Pharmacie      |

### **PROFESSEUR CERTIFIE**

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Mme Mathilde <b>GUERIN</b> | Anglais |
|----------------------------|---------|

**ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES**

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| M. Eric <b>BARAT</b>        | Pharmacie          |
| Mme Marine <b>CAVELIER</b>  | Pharmacie          |
| M. Guillaume <b>FEUGRAY</b> | Biochimie Générale |
| M. Romain <b>LEGUILLON</b>  | Pharmacie          |

## LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

|                                          |                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Mme Cécile <b>BARBOT</b>                 | Chimie Générale et minérale         |
| Mr Thierry <b>BESSON</b>                 | Chimie thérapeutique                |
| Mr Abdeslam <b>CHAGRAOUI</b>             | Physiologie                         |
| Mme Elisabeth <b>CHOSSON</b>             | Botanique                           |
| Mme Marie-Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b> | Législation et économie de la santé |
| Mme Isabelle <b>DUBUS</b>                | Biochimie                           |
| Mr Abdelhakim <b>EL OMRI</b>             | Pharmacognosie                      |
| Mr François <b>ESTOUR</b>                | Chimie organique                    |
| Mr Loïc <b>FAVENNEC</b>                  | Parasitologie                       |
| Mme Christelle <b>MONTEIL</b>            | Toxicologie                         |
| Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b>          | Microbiologie                       |
| Mr Mohamed <b>SKIBA</b>                  | Pharmacie galénique                 |
| Mr Rémi <b>VARIN</b>                     | Pharmacie clinique                  |
| M. Jean-Marie <b>VAUGEOIS</b>            | Pharmacologie                       |
| Mr Philippe <b>VERITE</b>                | Chimie analytique                   |

### III – ODONTOLOGIE

#### PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Rénata **KOZYRAKI**

#### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Anne-Charlotte **BAS**

#### MAST

Mme Isabelle **FONTANILLES**

Mr Romain **JACQ**

Mr Benjamin **SOMMAIRE**

## **IV – MEDECINE GENERALE**

### **PROFESSEUR MEDECINE GENERALE**

Mr Matthieu **SCHU**

**ERS** (PU-MG)

UFR Médecine générale

### **PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTE**

Mr Pascal **BOULET**

UFR Médecine générale

Mr Emmanuel **HAZARD**

UFR Médecine Générale

Mr Emmanuel **LEFEBVRE**

UFR Médecine Générale

Mme Lucille **PELLERIN**

UFR Médecine Générale

Mme Yveline **SEVRIN**

UFR Médecine générale

### **MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTES**

Mme Blandine **BILLET**

UFR Médecine Générale

Mr Julien **BOUDIER**

UFR Médecine Générale

Mme Laëtitia **BOURDON**

UFR Médecine Générale

Mme Elsa **FAGOT-GRIFFIN**

UFR Médecine Générale

Mme Ségolène **GUILLEMETTE**

UFR Médecine Générale

Mr Frédéric **RENOU**

UFR Médecine Générale

Mme Charlotte **SIEFRIDT**

UFR Médecine Générale

## ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

### PROFESSEURS

|                                        |                                                      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Mr Sahil <b>ADRIOUCH</b> (med)<br>905) | Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905) |
| Mr Paul <b>MULDER</b> (phar)           | Sciences du Médicament                               |
| Mme Su <b>RUAN</b> (med)               | Génie Informatique                                   |

### MAITRES DE CONFERENCES

|                                            |                                              |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Mr Jonathan <b>BRETON</b> (med)            | Nutrition                                    |
| Mme Gaëlle <b>BOUGEARD-DENOYELLE</b> (med) | Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079) |
| Mme Carine <b>CLEREN</b> (med)             | Neurosciences (Néovasc)                      |
| M. Sylvain <b>FRAINEAU</b> (med)           | Physiologie (Inserm U 1096)                  |
| Mme Pascaline <b>GAILDRAT</b> (med)        | Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)     |
| Mme Rachel <b>LETELLIER</b> (med)          | Physiologie                                  |
| Mr Loïc <b>MARTIN</b>                      | Sciences Rééducation et Réadaptation         |
| Mr Antoine <b>OUVRARD-PASCAUD</b> (med)    | Physiologie (Unité Inserm 1076)              |
| Mr Frédéric <b>PASQUET</b>                 | Sciences du langage, orthophonie             |
| Mme Anne-Sophie <b>PEZZINO</b>             | Orthophonie                                  |
| Mme Christine <b>RONDANINO</b> (med)       | Physiologie de la reproduction               |
| Mr Youssan Var <b>TAN</b>                  | Immunologie                                  |
| Mme Isabelle <b>TOURNIER</b> (med)         | Biochimie (UMR 1079)                         |

### PAU

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| Mme Léopoldine <b>DEHEINZELIN</b> | Orthophonie |
| Mme Séverine <b>ROBERT</b>        | Orthophonie |

**DIRECTEUR ADMINISTRATIF : M. Jean-Sébastien VALET**

*HCN - Hôpital Charles Nicolle*

*HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME*

*CB - Centre Henri Becquerel*

*CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray*

*CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation*    *SJ – Saint Julien Rouen*

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbations.



# Sommaire

---

|                                                                        |               |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Abréviations</b>                                                    | <b>- 3 -</b>  |
| <b>1 Introduction</b>                                                  | <b>- 4 -</b>  |
| 1.1 Épidémiologie des cancers pulmonaires                              | - 4 -         |
| 1.2 Démarche diagnostique                                              | - 5 -         |
| 1.3 Classification histologique                                        | - 5 -         |
| 1.4 Traitements                                                        | - 7 -         |
| 1.5 La chirurgie pulmonaire                                            | - 8 -         |
| 1.5.1 La résection chirurgicale complète                               | - 8 -         |
| 1.5.2 Les voies d'abord thoraciques                                    | - 10 -        |
| 1.5.3 Les techniques chirurgicales mini-invasives                      | - 10 -        |
| 1.6 Place du curage ganglionnaire                                      | - 12 -        |
| 1.7 Apport de la chirurgie robot-assistée lors du curage ganglionnaire | - 14 -        |
| <b>2 Objectif de l'étude</b>                                           | <b>- 18 -</b> |
| <b>3 Matériel et méthode</b>                                           | <b>- 19 -</b> |
| 3.1 Éthique                                                            | - 19 -        |
| 3.2 Population étudiée                                                 | - 19 -        |
| 3.3 Recueil des données                                                | - 20 -        |
| 3.4 Critères de jugement                                               | - 23 -        |
| 3.5 Analyse statistique                                                | - 24 -        |
| <b>4 Résultats</b>                                                     | <b>- 25 -</b> |
| 4.1 Caractéristiques des patients                                      | - 25 -        |
| 4.2 Caractéristiques des stations ganglionnaires explorées             | - 28 -        |
| 4.3 Caractéristiques des ganglions dits « N1 »                         | - 29 -        |
| 4.4 Caractéristiques des ganglions dits « N2 »                         | - 31 -        |
| 4.5 Caractéristiques des ganglions de la station 7                     | - 34 -        |

|                      |                                         |               |
|----------------------|-----------------------------------------|---------------|
| <b>5</b>             | <b>Discussion</b>                       | <b>- 37 -</b> |
| <b>5.1</b>           | <b>Réponse aux critères de jugement</b> | <b>- 37 -</b> |
| 5.1.1                | Critère de jugement principal           | - 37 -        |
| 5.1.2                | Critères de jugement secondaires        | - 37 -        |
| <b>5.2</b>           | <b>Critique de l'étude</b>              | <b>- 38 -</b> |
| 5.2.1                | Points forts de l'étude                 | - 38 -        |
| 5.2.2                | Limites de l'étude                      | - 39 -        |
| <b>5.3</b>           | <b>Comparaison à la littérature</b>     | <b>- 40 -</b> |
| <b>5.4</b>           | <b>Perspectives</b>                     | <b>- 41 -</b> |
| <b>Annexes</b>       |                                         | <b>- 42 -</b> |
| <b>Bibliographie</b> |                                         | <b>- 44 -</b> |

## Abréviations

---

|        |                                                                |
|--------|----------------------------------------------------------------|
| CBNPC  | Cancer Bronchopulmonaire Non à Petites Cellules                |
| CHU    | Centre Hospitalier Universitaire                               |
| ESTS   | European Society of Thoracic Surgeons                          |
| IASLC  | International Association for the Study of Lung Cancer         |
| IC     | Intervalle de confiance                                        |
| INCa   | Institut National du Cancer                                    |
| OMS    | Organisation Mondiale de la Santé                              |
| RATS   | Robotic-assisted thoracic surgery                              |
| RC     | Rupture capsulaire                                             |
| SFCTCV | Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire |
| TNM    | Tumor, Node, Metastasis                                        |
| UICC   | Union for International Cancer Control                         |
| VATS   | Video-assisted thoracic surgery                                |

# 1 Introduction

---

## 1.1 Épidémiologie des cancers pulmonaires

À l'échelle mondiale, selon le registre 2018 de l'Observatoire Mondial du Cancer (GLOBOCAN) de l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO), 18,08 millions de nouveaux cas de cancer ont été répertoriés, parmi lesquels figurent en tête de liste les cancers broncho-pulmonaires (2,09 millions de cas), du sein (2,09 millions de cas) et de la prostate (1,28 million de cas) (1). Le cancer broncho-pulmonaire représente le taux de décès pour cancer le plus élevé, avec 1,76 millions selon le même registre et un taux de survie à 5 ans estimé à 20% (1).

En France, il est aussi l'un des cancers les plus fréquents, avec une incidence en 2023 de 52 777 nouveaux cas par an, dont 63% d'hommes selon les données de l'Institut National du Cancer (INCa) (2). Il est ainsi le deuxième cancer le plus fréquent chez l'homme, après le cancer prostatique, et le troisième chez la femme, après les cancers mammaire et colorectal (2,3). Globalement de mauvais pronostic, il représente la première cause de mortalité par cancer chez l'homme et la deuxième chez la femme, avec respectivement 22 800 et 10 300 décès par an en 2023 (2). La survie à 5 ans, tous stades confondus, est estimée à 22%, bien qu'elle atteigne 60% pour les stades localisés (3,4).

Le cancer pulmonaire est fortement associé à la consommation tabagique (> 80% des cas (4)), son âge de début et sa durée en étant les 2 principaux facteurs de risque. Les différents moyens de prévention primaire mis en place en France, notamment à travers le Plan Cancer 2014-2019, ont permis une baisse de l'incidence au cours de ces dernières années chez l'homme uniquement (5). Ce plan d'action avait pour objectif une réduction du nombre de fumeurs en réduisant l'attractivité du tabagisme, en aidant les fumeurs à arrêter leur consommation, en encadrant les prix des produits et en luttant contre le commerce illicite de tabac. Chez la femme en revanche, l'incidence est en augmentation, en raison d'un accroissement du tabagisme (3,6).

D'autres facteurs d'exposition peuvent expliquer l'évolution de l'incidence de cette maladie. Les carcinogènes professionnels sont nombreux, avec par exemple l'amiante,

la silice, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et le diesel (7). Il existe également des carcinogènes environnementaux, avec l'exposition au radon ou à la pollution atmosphérique et notamment les particules fines (7).

## **1.2 Démarche diagnostique**

La découverte d'un cancer pulmonaire se fait fréquemment à un stade localement avancé ou métastatique (8). Il n'existe pas de signe spécifique et les symptômes n'apparaissent que lorsque la tumeur atteint les bronches, les vaisseaux et la plèvre, ou en cas de métastase. En cas de suspicion clinique, la radiographie associée à la tomodensitométrie (TDM) permet souvent de révéler une masse tissulaire (9).

Cet examen scanographique joue un rôle prépondérant dans la prise en charge du patient. Outre le cadre du dépistage chez les patients à risque (10), il permet dans un premier temps de guider le choix sur la technique d'obtention d'un prélèvement tissulaire pour poser le diagnostic. La scanographie permet aussi d'évaluer le stade de la maladie en apportant notamment des informations concernant la taille de la tumeur, son rapport avec les structures anatomiques avoisinantes, la présence éventuelle d'une atteinte ganglionnaire lymphatique ou la présence de métastases d'organes.

L'ensemble de ces éléments permettent de classer la maladie selon la classification internationale TNM (« Tumor, Node, Metastasis ») (voir Tableau A dans les annexes) et de définir le stade clinique (voir Tableau B dans les annexes) qui guidera le choix de la prise en charge lors d'une réunion de concertation pluridisciplinaire (11,12).

## **1.3 Classification histologique**

La biopsie tissulaire est analysée dans une structure de Pathologie après fixation formolée. Les cancers pulmonaires se divisent selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2 principales catégories (13) :

- les cancers broncho-pulmonaires « non à petites cellules » (CBNPC) comportant les adénocarcinomes, les carcinomes épidermoïdes, et d'autres entités plus rares ;
- les cancers « à petites cellules » (CPC).

L'adénocarcinome, le plus fréquent des CBNPC, provient des cellules glandulaires, et se distingue par la production fréquente de mucine (mais qui est parfois absente). Dans sa forme invasive, l'adénocarcinome doit être évalué selon la proportion de ses différentes architectures histologiques (acinaire, papillaire, micropapillaire, lépidique, glandulaire complexe et solide) le composant. Ce système de *grading* (de 1 à 3) a été établi par l'Association Internationale pour l'Étude du Cancer du Poumon (IASLC) comme suit (14) :

- Grade 1 : architecture lépidique prédominant, sans ou avec moins de 20% d'architectures de haut grade ;
- Grade 2 : architecture acinaire ou papillaire prédominant, sans ou avec moins de 20% d'architectures de haut grade ;
- Grade 3 : toute tumeur avec plus de 20% d'architectures de haut grade.

Il a été ainsi mis en évidence trois architectures de haut grade (de mauvais pronostic), à savoir solide, micropapillaire et glandulaire complexe (14). Dans les formes peu différenciées, une expression nucléaire de la protéine TTF1 permet de consolider le diagnostic d'adénocarcinome (15).

Le carcinome épidermoïde présente en revanche une différenciation malpighienne, pouvant se traduire par la présence de ponts intercellulaires ou globes cornés (13). La tumeur peut présenter ou non une maturation cornée. Dans les formes peu différenciées, l'expression de p40 peut aider au diagnostic, en confirmant la différenciation malpighienne des cellules tumorales (16).

Le cancer à petites cellules est quant à lui une tumeur neuroendocrine de haut grade, développée à partir des cellules neuroendocrines basales de l'épithélium bronchique. Les cellules tumorales sont de taille petite à moyenne, de forme ovale à fusiforme, au noyau basophile et arrondi, avec très peu de cytoplasme, et à la chromatine finement granulaire dépourvue de nucléole (13). En immunohistochimie, il existe souvent un phénotype neuroendocrine, avec une expression de la synaptophysine, la chromogranine et du CD56, mais qui présente également fréquemment une expression de TTF1 et de CK7. L'index mitotique est élevé (> 10 mitoses/2mm<sup>2</sup>), à l'image en

immunohistochimie de l'index de prolifération cellulaire estimé par le Ki-67 (> 65%) (17,18).

## 1.4 Traitements

La prise en charge des CBNPC a été dernièrement bouleversée par l'émergence de nouvelles thérapies ciblées. Néanmoins, la chirurgie reste le traitement de référence pour les tumeurs localisées, (stades cliniques I et II et IIIA selon la classification TNM) lorsque le patient est opérable (19,20). D'autres options thérapeutiques (à savoir la radiothérapie, la chimiothérapie ou l'immunothérapie) sont mises en place en situation néoadjuvante ou adjuvante, après discussion collégiale et selon les résultats anatomopathologiques de la pièce opératoire. Lorsque le patient n'est pas opérable d'emblée, la radiothérapie est une des premières options thérapeutiques (20). Par ailleurs, dans les stades cliniques I et II, la radiothérapie est indiquée de manière adjuvante dans les situations de ganglions médiastinaux métastatiques (pN2) sans résidu tumoral (R0), mais également en cas de résection chirurgicale incomplète (résection classée R1 ou R2) (21). Concernant la chimiothérapie, elle est systématiquement recommandée de manière adjuvante à la chirurgie pour les stades II et IIIA (20). Pour les stades IA et IB dont l'exérèse chirurgicale est complète, la chimiothérapie n'a pas montré de bénéfice (20).

Enfin, les traitements néoadjuvants associant chimiothérapie et immunothérapie ont montré des résultats prometteurs, avec des bénéfices avérés pour les stades II (20). Dans l'étude de Forde *et al.*, l'adjonction d'une immunothérapie néoadjuvante par nivolumab, anticorps monoclonal bloquant le récepteur PD1, à une chimiothérapie à base de platine a montré une augmentation significative de la survie sans évènement par rapport à la chimiothérapie seule (22). Dans cette même étude, l'immunothérapie n'a pas augmenté l'incidence des effets indésirables et n'a pas entravé la faisabilité de la chirurgie après traitement chez 83,2% de patients opérés dans le groupe associant nivolumab et chimiothérapie, contre 75,4% dans le groupe chimiothérapie seule. Enfin, le pourcentage de patients présentant une « réponse pathologique complète » était de 24,0% pour l'association nivolumab et chimiothérapie contre 2,2% pour la chimiothérapie seule (22).

Ces immunothérapies, telles que le nivolumab ou encore le pembrolizumab, peuvent induire des réactions inflammatoires granulomateuses au niveau des ganglions lymphatiques ou du poumon (23). Cette granulomatose iatrogène sarcoïdose-like se caractérise par une inflammation granulomateuse non nécrosante survenant dans le contexte d'un cancer actif ou après un traitement efficace par immunothérapie ou chimiothérapie (24). Comme le décrivent Hunt *et al.*, ces réactions peuvent être confondues avec des métastases en raison de leur hyperfixation sur la tomographie par émission de positons, mais sont en réalité souvent asymptomatiques et de découverte fortuite lors des suivis post-thérapeutiques ou lors d'un examen anatomopathologique (25). Le mécanisme exact de ces réactions inflammatoires demeure incertain, bien qu'il soit suggéré qu'il puisse s'agir d'une réponse immunitaire aux antigènes tumoraux libérés dans le sang, ou d'une conséquence des dommages tissulaires induits par la thérapeutique (25).

D'autres thérapies ciblées de la catégorie des Inhibiteurs de la Tyrosine Kinase peuvent être discutées en fonction du profil génomique de la tumeur. Certaines altérations moléculaires des gènes *EGFR*, *KRAS*, *BRAF*, *ALK*, *ROS1* ou *MET* sont responsables d'une activation aberrante des voies de signalisation en aval du récepteur membranaire à activité tyrosine kinase, menant ainsi à la cancérogénèse (26). La prescription de ces thérapies ciblées nécessite donc un génotypage tumoral.

## **1.5 La chirurgie pulmonaire**

### **1.5.1 La résection chirurgicale complète**

La preuve histologique du caractère néoplasique des lésions pulmonaires décelées par l'examen scanographique n'est pas toujours possible. Dans ce cas, la chirurgie peut avoir un objectif diagnostique. Dans la majorité des situations, la chirurgie est pratiquée dans un objectif de guérison (27), en tentant de réséquer complètement la tumeur (R0) selon l'UICC (Union Internationale Contre le Cancer) (11). Les critères suivants définissent une résection complète selon l'IASLC (28,29) :



- L'ensemble des foyers tumoraux connus sont retirés, et les marges de résection (marges bronchiques, veineuses, artérielles et tissus mous péri-bronchiques) sont saines, et prouvées comme telles microscopiquement ;
- Un curage ganglionnaire lymphatique systématique est réalisé ;
- Les ganglions prélevés séparément ou ceux situés sur la marge de la pièce pulmonaire principale ne comportent pas d'extension tumorale extra-capsulaire en cas de métastase à ce niveau ;
- Le ganglion lymphatique le plus haut situé anatomiquement est indemne de métastase.

En cas de résection incomplète, la chirurgie est classée R1 (résidu tumoral microscopique) ou R2 (résidu tumoral macroscopique, reconnu par le chirurgien avant même l'examen anatomo-pathologique). Une résection dans l'une des circonstances suivantes doit être considérée comme incomplète (28,29) :

- La présence de tumeur au niveau des marges de résection ;
- L'extension extra-capsulaire de la tumeur dans les ganglions retirés séparément, ou ceux de la pièce d'exérèse pulmonaire ;
- Des ganglions connus comme métastatiques mais non retirés (circonstance équivalente à la catégorie R2) ;
- La présence de cellules tumorales dans les épanchements pleuraux ou péricardiques.

Enfin, la présence d'un résidu tumoral peut ne pas être évaluée dans les circonstances suivantes, correspondant à la catégorie Rx ou Run (*unknown*) : un curage ganglionnaire incomplet, la présence d'une métastase au niveau du ganglion lymphatique médiastinal le plus haut retiré, la présence de carcinome *in situ* sur les limites chirurgicales bronchiques, ou la présence de cellules tumorales dans le liquide de lavage pleural (28). Une résection incomplète change significativement le pronostic du patient, avec une survie à 5 ans passant à 36% (R1) voire 28% (R2), contre 73% lorsque la résection est complète (R0) (30).

L'importance de l'exérèse chirurgicale est décidée selon la taille de la tumeur, sa topographie (périphérique ou proximale) et son extension aux structures de voisinage (plèvre viscérale, ganglions) (27). La lobectomie est depuis de nombreuses années un

standard dans la chirurgie oncologique pulmonaire (31). Elle implique l'ablation complète du lobe pulmonaire comportant la tumeur. L'exérèse de la tumeur peut également être plus conservatrice, avec une segmentectomie pour les lésions périphériques de moins de 2 cm (32). Ces chirurgies d'épargne parenchymateuse sont dépendantes de la taille tumorale et de sa localisation, mais aussi de la capacité pulmonaire du patient (20). À l'inverse, des gestes chirurgicaux élargis (bi-lobectomie voire pneumonectomie) sont parfois indiqués pour des tumeurs de plus grande taille, dépassant la grande scissure ou de localisation proximale (27).

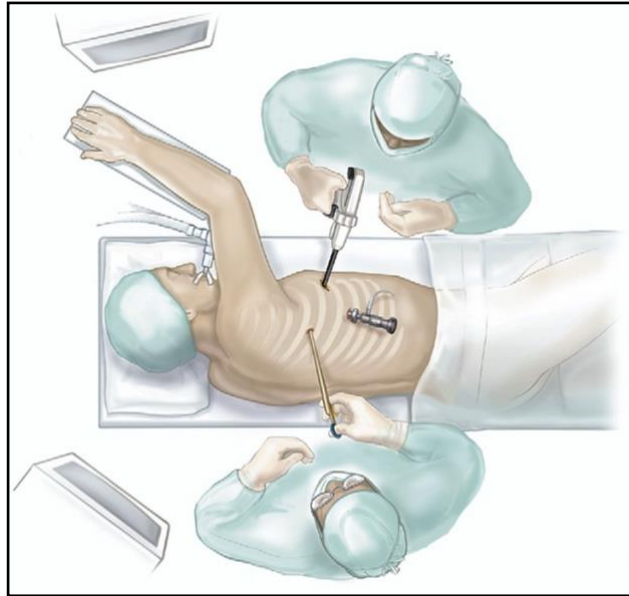
### **1.5.2 Les voies d'abord thoraciques**

Pour accéder aux organes thoraciques, et en particulier au poumon, le chirurgien a besoin d'une ouverture dans la paroi, appelée « voie d'abord ». Historiquement, la voie d'abord était ouverte, par thoracotomie. Qu'elle soit postéro-latérale, latérale ou antérieure, elle nécessite une ouverture large du thorax au niveau d'un espace intercostal. Sans réduire la qualité du geste chirurgical, les voies d'abord mini-invasives représentent une alternative intéressante par rapport à la thoracotomie : elles consistent à disposer des trocarts à travers la paroi thoracique (1 à 5, en fonction de la technique chirurgicale utilisée). L'écartement costal majeur n'est donc plus nécessaire, diminuant les effets secondaires traumatiques pariétaux et donc les douleurs post-opératoires : l'abord mini-invasif permet donc une meilleure qualité de vie durant la première année après la chirurgie par rapport à la thoracotomie (33,34). Les voies d'abord mini-invasives permettent également de diminuer la morbidité et la mortalité à court terme, et de réduire le temps d'hospitalisation (33,34).

### **1.5.3 Les techniques chirurgicales mini-invasives**

La chirurgie thoracique mini-invasive peut être réalisée selon deux principales techniques : la chirurgie thoracique vidéo-assistée (VATS) et la chirurgie thoracique robot-assistée (RATS). Bien que ces deux approches soient moins invasives que la chirurgie ouverte, elles présentent des différences techniques significatives.

La chirurgie thoracique vidéo-assistée (VATS) repose sur l'utilisation de 1 à 3 trocarts à travers lesquels sont insérés un thoracoscope (caméra) et les instruments chirurgicaux (Figure 1). La caméra permet au chirurgien de visualiser sur écran l'intérieur de la cavité thoracique en deux ou trois dimensions. Les instruments sont alors manipulés manuellement. Cette méthode présente certaines limites de maniabilité dans des espaces restreints, de précision des gestes chirurgicaux et de confort du chirurgien.



**Figure 1** Illustration d'une intervention de chirurgie thoracique vidéo-assistée, montrant les opérateurs manipulant les outils chirurgicaux au contact du patient d'après Jaklitsch et al. (35) © 2003 Elsevier Ltd.

Pour la chirurgie thoracique robot-assistée (RATS), 5 incisions sont réalisées pour insérer les bras robotisés, dont l'un est équipé d'une caméra à haute définition offrant une visualisation en trois dimensions (3D). Le chirurgien, installé à une console située à distance du patient, contrôle les bras robotisés à l'aide de manettes (Figure 2). L'assistance robotique offre une meilleure dextérité, avec une plus grande amplitude de mouvement des instruments, et la visualisation 3D permet une perception plus fine des structures anatomiques.



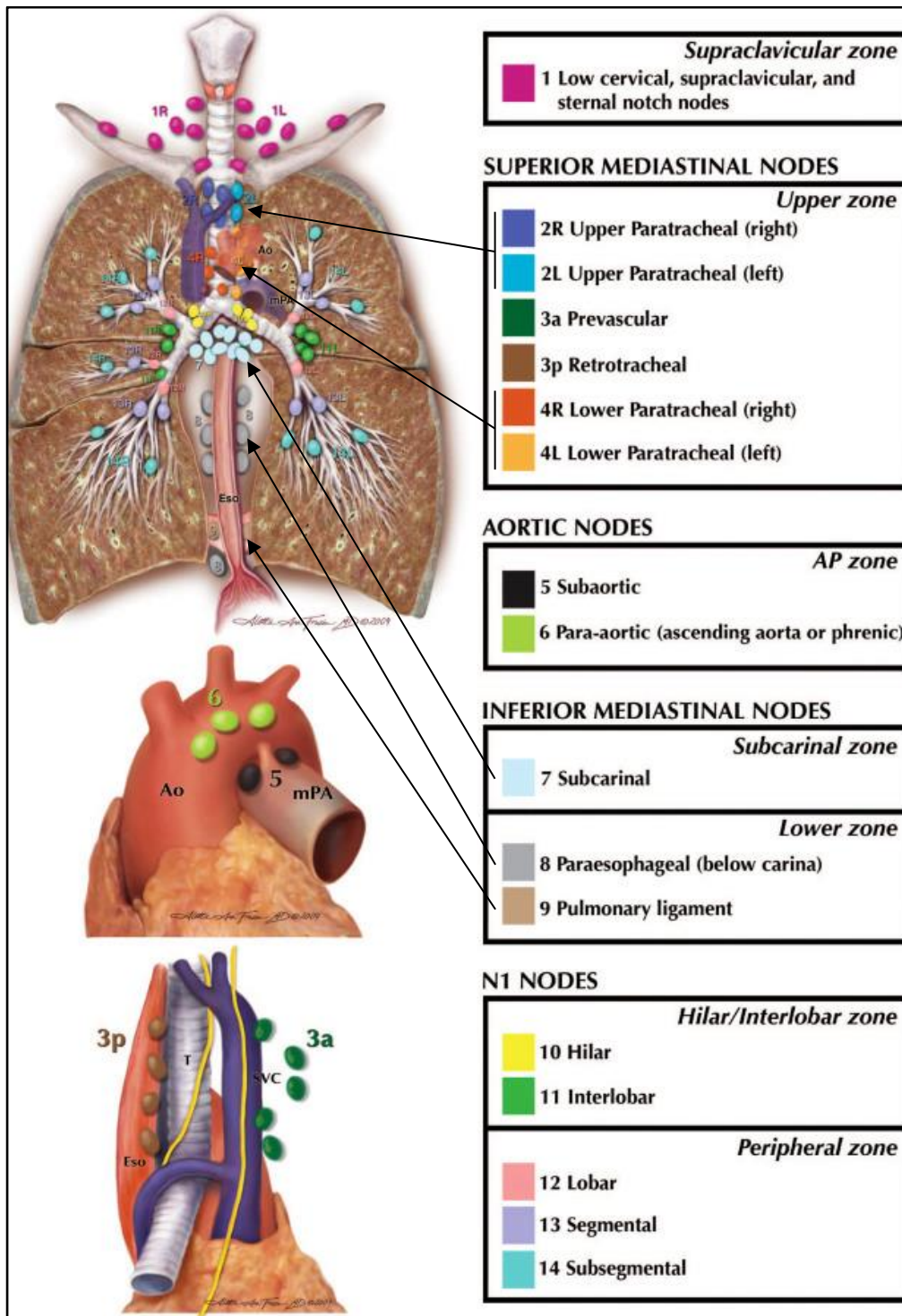
**Figure 2** Photographie d'un chirurgien installé à la console robotique (flèche) lors d'une intervention, avec les bras instrumentaux robotiques (étoiles) en arrière-plan © [2024] Intuitive Surgical Operations, Inc.

Tout comme la VATS, la RATS présente une supériorité par rapport à la thoracotomie quant à la morbidité, la mortalité à court terme et la réduction du temps d'hospitalisation post-opératoire (36,37). L'ACCP (*American College of Chest Physicians*) recommande l'utilisation de techniques mini-invasives plutôt que la thoracotomie, notamment la VATS, pour la chirurgie des cancers de stade I (20). Cependant, VATS et RATS ne présentent pas de différence quant au devenir à long terme du patient par rapport à l'abord chirurgical ouvert, et il n'existe à ce jour pas de recommandation sur l'utilisation d'une technique par rapport à l'autre (38,39).

## 1.6 Place du curage ganglionnaire

En complément de l'exérèse de la tumeur primitive, les différentes sociétés savantes telles que la SFCTCV (*Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire*), l'ESTS (*European Society of Thoracic Surgery*) et l'IASLC recommandent un curage ganglionnaire systématique intéressant au moins 6 stations ganglionnaires, dont 3 médiastinales comprenant la station sub-carinaire (n°7) et 3 stations hilaires ou intra-pulmonaires (29,40,41). Les stations ganglionnaires lymphatiques sont définies par rapport aux différentes structures anatomiques présentes au niveau du thorax (vaisseaux, bronches, organes) (Figure 3). Il est ainsi décrit 14 stations : 5 stations hilaires ou intra-pulmonaires (n°10 à n°14) correspondant aux ganglions dits « N1 » dans la

classification TNM, 8 stations médiastinales (n°2 à n°9) correspondant aux ganglions dits « N2 » et une dernière station correspondant à la zone supra-claviculaire, « N3 » (11,41).



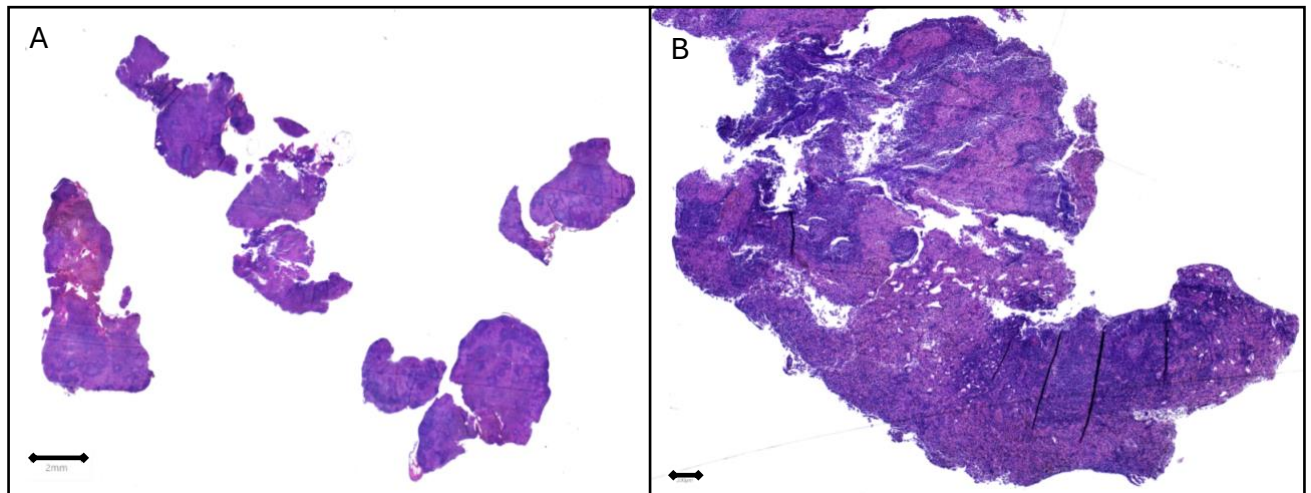
**Figure 3** Cartographie des ganglions lymphatiques selon l'IASLC d'après Rusch et al. (41) © 2009 International Association for the Study of Lung Cancer. Publié par Elsevier Inc.

Le curage ganglionnaire lymphatique est essentiel pour établir précisément le stade de la maladie et permettre une prise en charge thérapeutique optimale après chirurgie. De fait, la découverte de métastases ganglionnaires permet au patient de bénéficier d'un traitement adjuvant adapté (42). Ainsi, il constitue un point de comparaison intéressant dans la littérature entre la RATS et la VATS.

Le nombre de ganglions disséqués est fréquemment comparé, et la supériorité d'une des deux techniques sur ce point ne fait pas toujours consensus (43,44). Néanmoins, deux études ayant fait l'objet d'une méta-analyse par Huang *et al.* ont montré que la RATS permet significativement d'explorer en moyenne 1,07 station ganglionnaire de plus que la VATS ( $p < 0,001$ ) (45). D'autre part, la RATS permet de découvrir autant de métastases occultes que chez les patients opérés par thoracotomie (46). Il s'agit de la découverte d'un ganglion métastatique non mis en évidence lors du bilan pré-chirurgical, et cela représenterait jusqu'à 21,6% des CBNPC opérés (42,47). Cela influence directement la prise en charge thérapeutique et le pronostic des patients (42,46). En effet, la présence d'au moins une métastase ganglionnaire, tout comme une résection chirurgicale incomplète, est une indication à un traitement adjuvant (21).

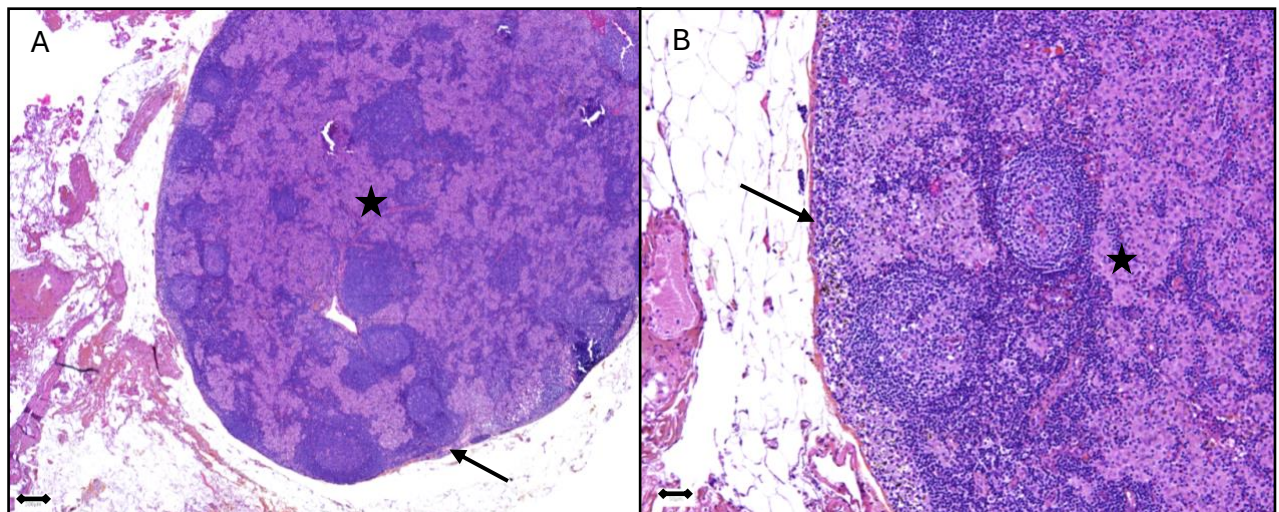
## **1.7 Apport de la chirurgie robot-assistée lors du curage ganglionnaire**

Il n'est pas établi dans la littérature scientifique de définition précise d'un curage ganglionnaire « de qualité ». En pratique courante, les ganglions hilaires ou médiastinaux réséqués sont souvent transmis fragmentés (Figure 4) et il est alors difficile pour le médecin pathologiste de savoir s'il s'agit d'un ou de plusieurs ganglions. De plus cette fragmentation peut rendre difficile l'évaluation de l'intégrité capsulaire (Figure 5, illustrant un ganglion intègre), paramètre important notamment lorsqu'il existe une métastase.



**Figure 4** Photographies issues du Service de Pathologie du CHU de Rouen – Adrien Deceuninck

Coupes histologiques colorées à l'hématoxyline-éosine-safran d'un ganglion lymphatique fragmenté dont les fragments ne sont pas entourés de capsule conjonctive, à l'échelle 2 mm (A) et 200  $\mu\text{m}$  (B).



**Figure 5** Photographies issues du Service de Pathologie du CHU de Rouen - Adrien Deceuninck

Coupes histologiques colorées à l'hématoxyline-éosine-safran (A et B) d'un ganglion lymphatique intact dont le parenchyme (étoile) est contenu dans une fine capsule conjonctive (flèche), à l'échelle 200  $\mu\text{m}$  (A) et 50  $\mu\text{m}$  (B).

L'assistance robotique offre plusieurs avantages. D'abord, elle permet d'améliorer la gestuelle du chirurgien, lui offrant théoriquement plus de précision dans les zones anatomiques à risques de complications. Les tremblements de la main ne sont pas transmis aux bras articulés, le confort de l'opérateur est ainsi amélioré, de surcroît grâce à l'ergonomie de la console robotique. Cette dernière contribue également à éviter le maintien de positions inconfortables, engendrant moins de fatigue. Les manettes

articulées offrent enfin plus d'amplitude de mouvement (48). Ces avantages ne doivent cependant pas faire oublier les inconvénients de ce type de technologie. Ainsi, le chirurgien, éloigné du patient, perd le sens du toucher qui ne peut être remplacé totalement par une meilleure qualité vidéo et une vision tridimensionnelle qu'offre la console robotique (49). Enfin, le coût d'acquisition et l'accès à la formation sont d'importants freins à la diffusion de cette technique (50,51).

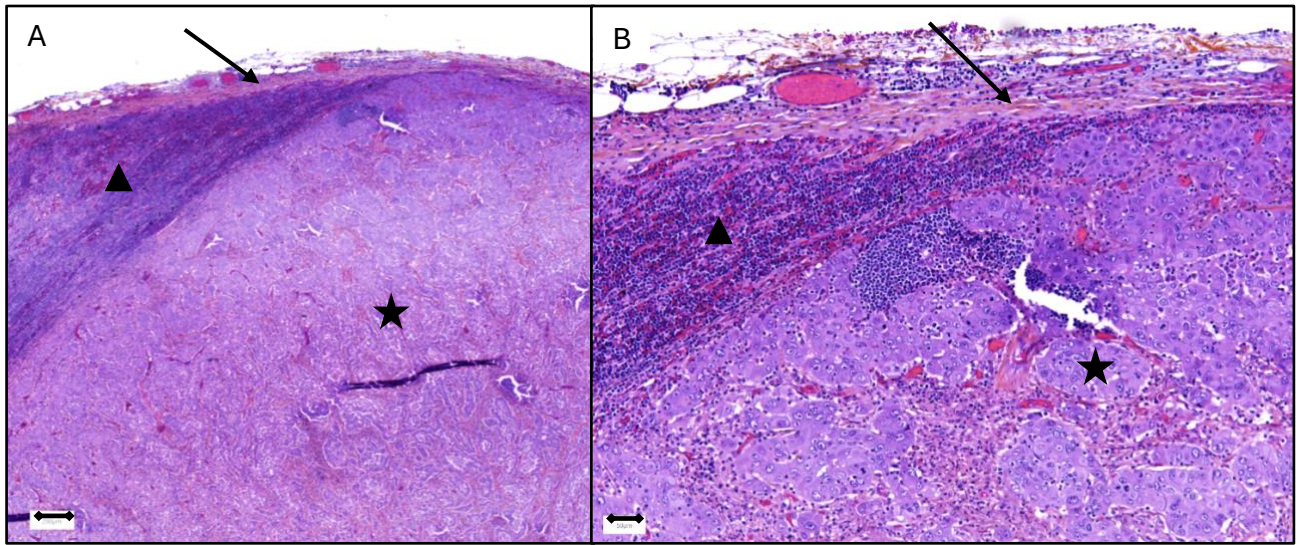
Ces avantages nous amènent à penser que la robotisation serait plus précise et améliorerait la qualité de dissection des ganglions lymphatiques. Cette facilité de dissection était ressentie par les chirurgiens thoraciques du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Rouen. Ce sentiment était partagé par les médecins pathologistes du CHU de Rouen, notamment lors de l'examen macroscopique où les ganglions semblaient moins fragmentés par RATS que par VATS, mais cela n'avait jamais été prouvé jusqu'alors.

Afin de comparer ces techniques chirurgicales sur le plan du curage ganglionnaire, nous proposons 3 critères permettant de définir la qualité d'un curage :

- 1) le nombre de ganglions réséqués,
- 2) le nombre de stations ganglionnaires explorées,
- 3) l'intégrité des ganglions réséqués.

Les deux premiers critères s'intègrent dans les recommandations d'un curage ganglionnaire systématique de l'IASLC (29,40,41) et l'impact d'une technique chirurgicale ou de l'autre ne fait pas consensus, comme évoqué précédemment. Le dernier critère, à savoir l'intégrité des ganglions, n'est pas évalué en pratique courante. L'intégrité des ganglions peut être estimée par leur caractère fragmenté, un aspect essentiel à évaluer en cas de métastase afin de savoir si cette dernière a été réséquée en totalité (Figure 6). Dans l'étude de Moretti *et al.*, le traitement adjuvant par radiothérapie améliorerait significativement le pronostic des patients classés pN2, en particulier chez les patients présentant au moins une métastase ganglionnaire avec extension extracapsulaire, mais vraisemblablement pas en cas de capsule ganglionnaire intacte (52). Cette donnée conforte l'importance de pouvoir analyser l'intégralité de la capsule ganglionnaire afin de sélectionner au plus juste les patients qui bénéficieront d'un traitement adjuvant.





**Figure 6** Photographies issues du Service de Pathologie du CHU de Rouen – Adrien Deceuninck

Coupes histologiques colorées à l'hématoxyline-éosine-safran d'une métastase ganglionnaire d'un adénocarcinome pulmonaire, sans extension extra-capsulaire (ou sans rupture capsulaire), d'exérèse complète, à l'échelle 200  $\mu\text{m}$  (A) et 50  $\mu\text{m}$  (B). Le foyer tumoral (étoile) se développe au sein du parenchyme ganglionnaire lymphatique (triangle) et la capsule ganglionnaire est intacte (flèche).

## 2 Objectif de l'étude

---

Cette étude est motivée par le besoin de déterminer si la RATS permet une meilleure préservation de l'intégrité des ganglions, comparée à la VATS, comme cela est perçu par les chirurgiens et les pathologistes de notre centre. Actuellement, il existe peu de données d'un point de vue pathologique sur la différence de qualité du curage ganglionnaire entre ces deux techniques. Une meilleure intégrité des ganglions pourrait non seulement améliorer la précision du diagnostic pathologique mais aussi influencer la prise en charge post-opératoire des patients atteints de cancer du poumon.

Nous avons donc souhaité comparer la performance de la chirurgie robot-assistée (RATS) par rapport à la chirurgie vidéo-assistée (VATS) dans la réalisation du curage ganglionnaire, en se basant sur des critères pathologiques définis et mesurables pour évaluer la qualité, en particulier concernant l'intégrité des ganglions.

## **3 Matériel et méthode**

---

### **3.1 Éthique**

Un accord de principe du comité d'éthique local (Comité d'Évaluation des Recherches sur Données Existantes ou Hors Loi Jarde) a été obtenu. Le numéro sera attribué avant la soumission de ce travail à une revue scientifique, suivant la recommandation du comité.

### **3.2 Population étudiée**

Il s'agissait d'une étude de cohorte prospective, non randomisée et monocentrique. Les patients sélectionnés ont été opérés dans un cadre programmé dans le service de chirurgie thoracique du CHU de Rouen. Ils étaient âgés de plus de 18 ans au moment de la chirurgie. Les patients bénéficiaient d'une lobectomie pulmonaire avec curage ganglionnaire à visée oncologique. Ils ne présentaient pas de contre-indications médicales à une chirurgie et la tumeur devait être résécable, à savoir de stades cliniques I, II ou IIIA (19,20). L'indication de chirurgie était validée de manière collégiale lors d'une réunion de concertation pluridisciplinaire. La technique chirurgicale et l'opérateur ont été choisis en fonction du jour opératoire retenu et de la disponibilité du matériel. Les patients opérés par un chirurgien n'utilisant qu'une seule des deux techniques ont été exclus, et seuls ceux pris en charge par un chirurgien expérimenté, pratiquant au moment de l'inclusion les deux techniques chirurgicales (VATS et RATS) en proportion comparable, ont été retenus. L'assistance robotique utilisée était le système da Vinci® (Intuitive Surgical). Les ganglions lymphatiques ont été envoyés isolément, en repérant la station ganglionnaire explorée. Le nombre de ganglions disséqués était communiqué par le chirurgien au pathologiste afin d'éviter une surestimation. En effet, la fragmentation inévitable de certains ganglions entraîne une surestimation de leur nombre par le pathologiste. Par ailleurs, la conversion en thoracotomie au cours du temps opératoire était un critère d'exclusion. En effet, pour être comparable entre eux, l'ensemble du curage ganglionnaire devait être effectué soit par VATS, soit par RATS, et la conversion en

thoracotomie impliquait la réalisation d'une partie ou de la totalité du curage ganglionnaire avec une autre technique chirurgicale. Enfin, un examen extemporané sur au moins un des ganglions lymphatiques de la collecte était un autre critère d'exclusion, car cela nécessitait la congélation du ganglion lymphatique, créant ainsi des artefacts sur la morphologie des tissus et donc un biais potentiel des mesures macroscopiques et microscopiques.

Sur ces critères, les patients ont été inclus de manière prospective et consécutive à la réception des pièces opératoires dans le service de Pathologie du CHU de Rouen, à partir du 23 mai 2023. Les pièces opératoires ont été prises en charge dans le circuit habituel, en aveugle de la technique chirurgicale, et examinées par un pathologiste expérimenté.

### **3.3 Recueil des données**

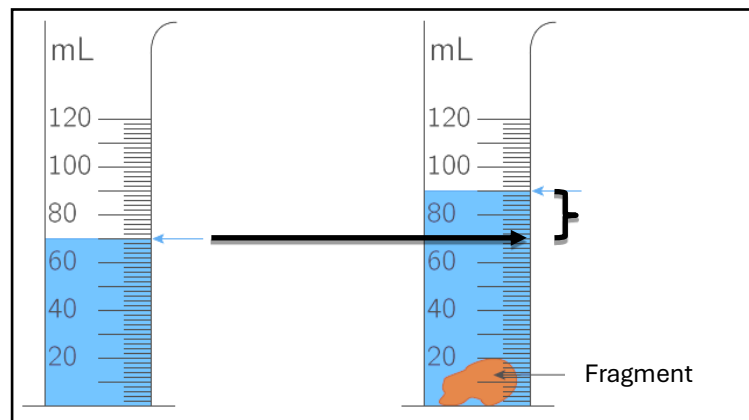
Les données cliniques des patients ont été récupérées rétrospectivement dans leur dossier médical : le sexe, la date de naissance, le statut tabagique, le *performance status* selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'existence d'un traitement néoadjuvant, le stade clinique tumoral de la classification TNM (cT), le stade clinique ganglionnaire de la classification TNM (cN) et la localisation de la tumeur. La classification TNM utilisée au moment de l'inclusion des patients était la 8<sup>ème</sup> édition.

Les données anatomo-cliniques ont été colligées à partir du compte-rendu en aveugle de la technique chirurgicale : le type histologique de la tumeur, le nombre de ganglions et fragments par station, les stades pathologiques tumoral et ganglionnaire de la classification TNM (pT et pN), la présence de métastase ganglionnaire, leur taille et le rapport avec la capsule ganglionnaire.

Différentes mesures ont été rapportées lors de l'examen macroscopique :

- le volume des fragments ganglionnaires, mesuré grâce à une éprouvette graduée en immergeant les prélèvements puis en calculant la différence du volume d'eau avant et après immersion du prélèvement (précision à 0,1 mL) (Figure 7),
- le poids de chaque fragment, mesuré avec une balance électronique (précision à 0,01 g),

- la dimension des fragments, mesurée à l'aide d'un mètre ruban (les plus grand et petit axes).

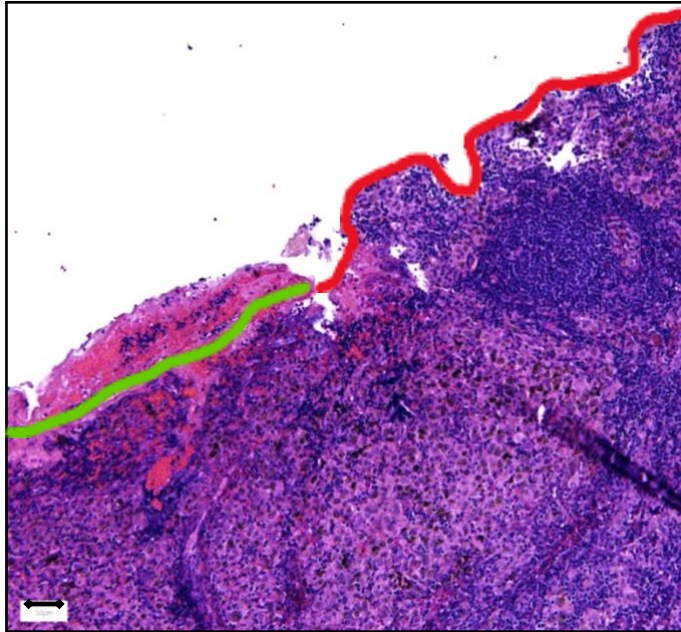


**Figure 7** Schéma de la méthode de mesure du volume des fragments ganglionnaires.

À gauche, éprouvette avant immersion du fragment. À droite, la différence des volumes mesurés (accolade) correspond au volume du fragment immergé.

Ensuite, les mesures microscopiques ont été effectuées à partir d'images des préparations histologiques numérisées obtenues à partir d'un scanner de lames (Sakura VisionTek®). L'ensemble des ganglions réséqués et individualisés par les chirurgiens ont été examinés au microscope, après fixation formolée puis inclusion en paraffine. Les ganglions dont la taille n'a pas permis d'être inclus en un bloc de paraffine ont été coupés au couteau sur une épaisseur d'environ 3 mm, et inclus dans plusieurs blocs de paraffine. Chaque bloc de paraffine a fait l'objet d'une coupe au microtome sur une épaisseur de 3 à 5  $\mu\text{m}$ , colorée à l'hématoxyline-éosine-safran (H-E-S). Les mesures alors réalisées sur un ganglion, qu'il soit inclus dans un ou plusieurs blocs de paraffine, ont été additionnées.

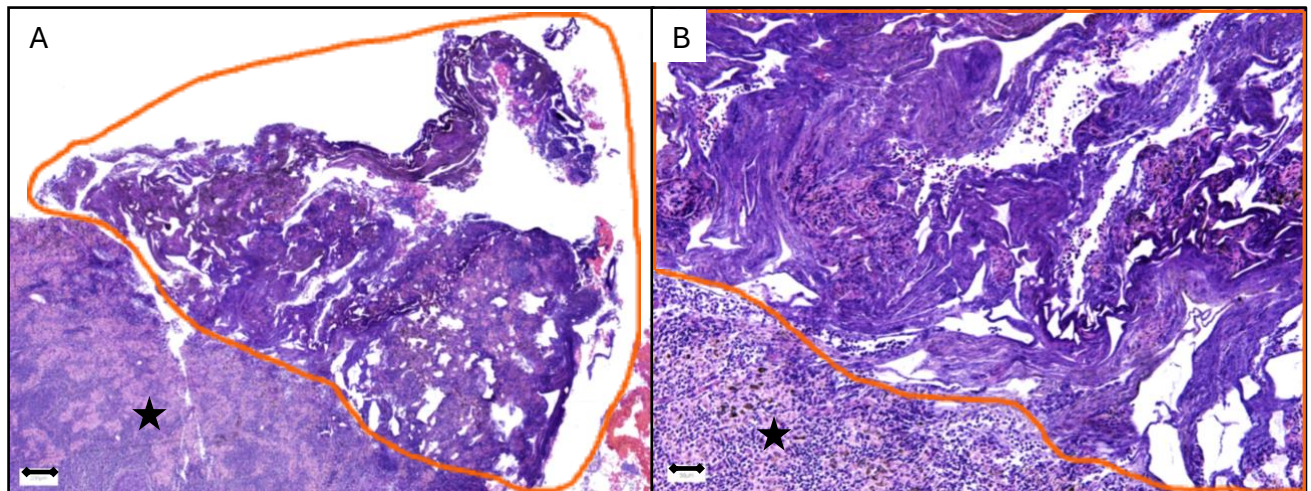
Les métastases ganglionnaires étaient définies par la présence de tumeur dont les aspects histologiques sont similaires au foyer primitif retrouvé sur la pièce opératoire pulmonaire. L'extension extra-capsulaire ou « rupture capsulaire » (RC) était définie par la présence de tumeur dans le tissu péri-ganglionnaire (souvent du tissu adipeux) à travers la capsule ganglionnaire en continuité avec une métastase ganglionnaire. La capsule ganglionnaire est matérialisée par un tissu conjonctif dense plus ou moins épais, renfermant le parenchyme ganglionnaire lymphatique (Figure 8).



**Figure 8** Photographie issue du Service de Pathologie du CHU de Rouen – Adrien Deceuninck

Coupe histologique colorée à l'hématoxyline-éosine-safran d'une interruption de la capsule ganglionnaire, à l'échelle 50  $\mu$ m. La capsule intègre est surlignée en vert, et surlignée en rouge lorsqu'elle est perdue.

L'utilisation du logiciel QuPath (53) a permis de mesurer les surfaces et circonférences de tissu ganglionnaire analysable, la longueur de capsule ganglionnaire intacte et la surface d'artefact d'électrocoagulation (Figure 9). Pour les deux premières mesures, des annotations « parenchyme ganglionnaire » ont été réalisées sur quelques images jusqu'à ce que l'outil apprenne à reconnaître automatiquement le tissu ganglionnaire. Puis, à partir d'objets créés sur les images, les valeurs des surfaces et circonférences de tissu ganglionnaire ont pu être extraites dans un tableau sur le logiciel Microsoft Excel (Microsoft Corporation, 2016) (54). Enfin, la longueur de capsule intacte et la surface d'artefact d'électrocoagulation ont été mesurées manuellement sur chaque images grâce aux outils d'annotation « *polygon* » et « *polylin* ». Mesurées en pixel, l'ensemble des valeurs obtenues ont ensuite été converties en unité métrique (millimètre).



**Figure 9** Photographies issues du Service de Pathologie du CHU de Rouen – Adrien Deceuninck

Coupes histologiques colorées à l'hématoxyline-éosine-safran d'un fragment de ganglion montrant des territoires conservés (étoile) associés à des artefacts (entourés en orange) liés à l'électrocoagulation lors de la dissection chirurgicale du ganglion, rendant difficile l'analyse de la nature des cellules composant ce tissu, à l'échelle 200  $\mu\text{m}$  (A) et 50  $\mu\text{m}$  (B).

### 3.4 Critères de jugement

Le critère de jugement principal choisi était le volume des fragments ganglionnaires prélevés.

Les critères secondaires étaient les suivants :

- le nombre de stations ganglionnaires explorées,
- le nombre de ganglions prélevés,
- le nombre de fragments par station ganglionnaire,
- le poids des fragments ganglionnaires,
- la dimension des fragments ganglionnaires (grand axe et petit axe),
- l'aspect macroscopique des ganglions,
- la taille des brèches capsulaires (grand axe),
- la surface de parenchyme ganglionnaire analysable par station ganglionnaire,
- le pourcentage de capsule ganglionnaire intacte entourant les fragments ganglionnaires,
- le pourcentage d'aire tissulaire ganglionnaire électrocoagulée.

### **3.5 Analyse statistique**

L'objectif principal de cette étude était de démontrer que le volume des fragments, relatif au nombre de ganglions prélevés, dépend de la technique chirurgicale. Pour l'atteindre, nous avons choisi comme critère principal la différence entre le volume après VATS et celui après RATS. Comme la répartition des valeurs pour ce volume s'est révélée fortement asymétrique, la différence médiane entre les techniques chirurgicales et son intervalle de confiance (IC) ont été estimés par la méthode de Hodges et Lehmann (55). Puis, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney a été utilisé pour décider si le volume varie significativement entre VATS et RATS pour une région ganglionnaire donnée.

Les caractéristiques des populations et les résultats de l'examen anatomopathologique ont été décrits par la médiane, le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup> quartiles [Q1 ; Q3] pour des variables de niveau ordinal, et par le nombre absolu pour les autres variables.

Pour atteindre les objectifs secondaires, les techniques chirurgicales ont été comparées de la même manière si les variables étaient ordinales. Pour les autres variables, le test Chi-deux de Pearson a été utilisé.

Toutes les analyses ont été réalisées en utilisant le progiciel SAS de SAS Institute Inc. (Cary, NC, USA).

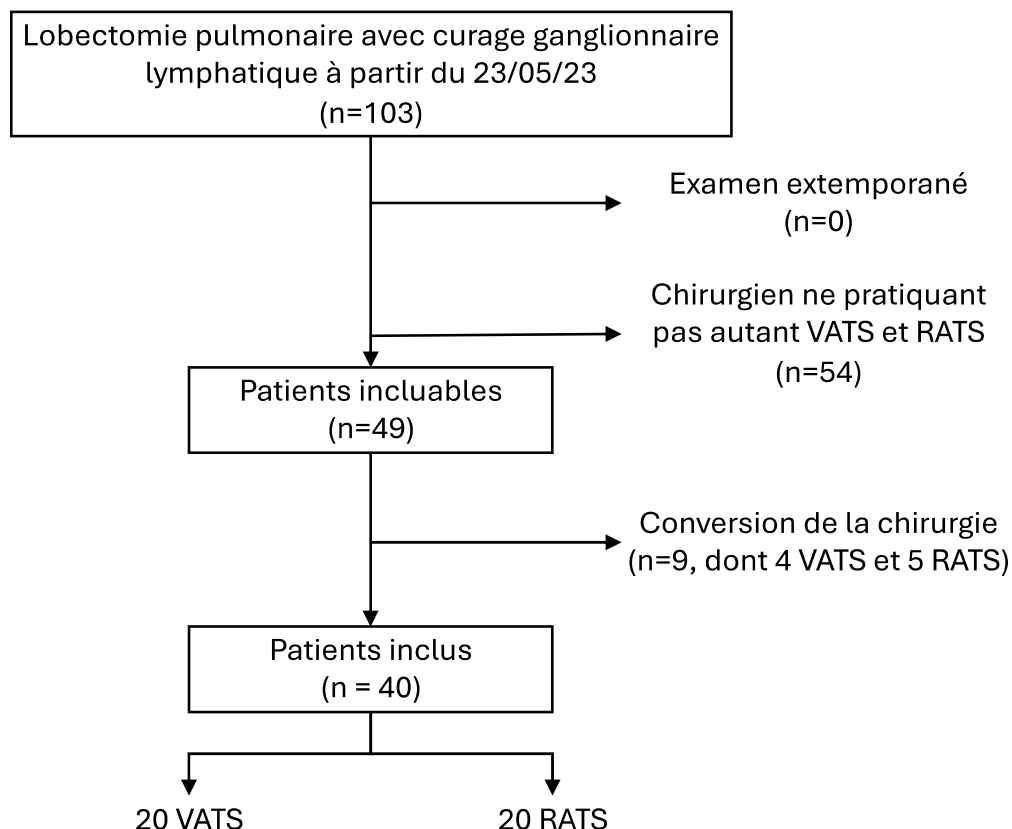


## 4 Résultats

---

### 4.1 Caractéristiques des patients

La cohorte était constituée de 40 patients (20 opérés par RATS et 20 par VATS) inclus de manière prospective et consécutivement à partir du 23 mai 2023 (Figure 10). 54 pièces de lobectomie pulmonaire ont été exclues car réalisées par des chirurgiens ne pratiquant pas assez les deux techniques chirurgicales au moment de l'étude. 9 patients ont également été exclus en raison d'une conversion de la chirurgie en thoracotomie (4 opérés par VATS initialement et 5 par RATS), soit un taux de conversion de 18,4% (16,6% pour la VATS et 20% pour la RATS), sans différence entre les deux groupes. Aucun ganglion n'a fait l'objet d'un examen extemporané.



**Figure 10** Diagramme d'inclusion des patients (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée)

L'ensemble des caractéristiques cliniques et pathologiques sont exposées dans le tableau ci-dessous (Tableau 1). Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre le groupe VATS et le groupe RATS : la population étudiée était constituée de 22 femmes et 18 hommes. Les tumeurs opérées étaient localisées le plus souvent au niveau du poumon droit (13 dans le lobe supérieur droit et 14 dans le lobe inférieur droit). 3 patients ont bénéficié d'un traitement néoadjuvant, tous ayant été opérés par RATS, contre aucun dans le groupe VATS ( $p = 0,0717$ ). Un de ces patients était en « réponse pathologique complète » après l'analyse histologique de la pièce opératoire : il n'a pas été retrouvé de tumeur résiduelle. Chez deux autres patients, l'un opéré par RATS l'autre par VATS, les pièces de résection pulmonaire n'ont pas montré de tumeur mais des lésions inflammatoires : ces deux patients sont donc non concernés par la classification pathologique du TNM.

|                                                       |                 | Total      | Technique chirurgicale |            | Valeur p |
|-------------------------------------------------------|-----------------|------------|------------------------|------------|----------|
|                                                       |                 |            | RATS                   | VATS       |          |
| <b>Total</b>                                          | <b>patients</b> | 40         | 20                     | 20         |          |
| <b>Date de l'opération chirurgicale</b>               | <b>patients</b> | 40         | 20                     | 20         |          |
|                                                       | <b>Min</b>      | 23/05/2023 | 25/05/2023             | 23/05/2023 |          |
|                                                       | <b>Max</b>      | 21/11/2023 | 21/11/2023             | 19/10/2023 |          |
| <b>Sexe</b>                                           |                 |            |                        |            |          |
| Masculin                                              | <b>patients</b> | 18         | 9                      | 9          | 1,0000   |
| Féminin                                               | <b>patients</b> | 22         | 11                     | 11         |          |
| <b>Age en années révolues au jour de la chirurgie</b> | <b>patients</b> | 40         | 20                     | 20         | 0,9030   |
|                                                       | <b>Médiane</b>  | 65         | 65                     | 62         |          |
|                                                       | <b>Q1</b>       | 60         | 60                     | 60         |          |
|                                                       | <b>Q3</b>       | 71         | 70                     | 71         |          |
| <b>Statut tabagique</b>                               |                 |            |                        |            |          |
| Non connu                                             | <b>patients</b> | 1          | 1                      | .          |          |
| Non-fumeur                                            | <b>patients</b> | 6          | 4                      | 2          | 0,4679   |
| Actif                                                 | <b>patients</b> | 20         | 8                      | 12         |          |
| Sevré                                                 | <b>patients</b> | 13         | 7                      | 6          |          |
| <b>Stade clinique selon TNM 8ème édition (cT)</b>     |                 |            |                        |            |          |
| Non connu                                             | <b>patients</b> | 5          | 1                      | 4          |          |
| 1a                                                    | <b>patients</b> | 1          | 1                      | .          | 0,1595   |
| 1b                                                    | <b>patients</b> | 13         | 6                      | 7          |          |
| 1c                                                    | <b>patients</b> | 6          | 3                      | 3          |          |
| 2a                                                    | <b>patients</b> | 7          | 6                      | 1          |          |
| 2b                                                    | <b>patients</b> | 1          | .                      | 1          |          |
| 3                                                     | <b>patients</b> | 5          | 1                      | 4          |          |

|                                                                 |          |    |    |    |        |
|-----------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|--------|
| 4                                                               | patients | 2  | 2  | .  |        |
| <b>Stade ganglionnaire clinique selon TNM 8ème édition (cN)</b> |          |    |    |    |        |
| Non connu                                                       | patients | 3  | .  | 3  |        |
| 0                                                               | patients | 34 | 17 | 17 | 0,0957 |
| 1                                                               | patients | 3  | 3  | .  |        |
| <b>Classification TNM 8ème édition par stade</b>                |          |    |    |    |        |
| Non connu                                                       | patients | 5  | 1  | 4  |        |
| IA                                                              | patients | 19 | 9  | 10 | 0,1266 |
| IB                                                              | patients | 6  | 5  | 1  |        |
| IIA                                                             | patients | 1  | .  | 1  |        |
| IIB                                                             | patients | 6  | 2  | 4  |        |
| IIIA                                                            | patients | 3  | 3  | .  |        |
| <b>Existence d'un traitement néoadjuvant</b>                    |          |    |    |    |        |
| non                                                             | patients | 37 | 17 | 20 | 0,0717 |
| oui                                                             | patients | 3  | 3  | .  |        |
| <b>Performance status selon l'OMS</b>                           |          |    |    |    |        |
| Non connu                                                       | patients | 13 | 6  | 7  |        |
| 0                                                               | patients | 19 | 10 | 9  | 0,9006 |
| 1                                                               | patients | 8  | 4  | 4  |        |
| <b>Chirurgien</b>                                               |          |    |    |    |        |
| C1                                                              | patients | 10 | 4  | 6  | 0,5866 |
| C2                                                              | patients | 15 | 9  | 6  |        |
| C3                                                              | patients | 15 | 7  | 8  |        |
| <b>Partie anatomique du poumon opérée</b>                       |          |    |    |    |        |
| Lobe Pulmonaire Supérieur droit                                 | patients | 13 | 5  | 8  | 0,2187 |
| Lobe Pulmonaire Moyen droit                                     | patients | 1  | .  | 1  |        |
| Lobe Pulmonaire Inférieur droit                                 | patients | 14 | 10 | 4  |        |
| Lobe Pulmonaire Supérieur Gauche                                | patients | 7  | 2  | 5  |        |
| Lobe Pulmonaire Inférieur Gauche                                | patients | 5  | 3  | 2  |        |
| <b>Type histologique de tumeur</b>                              |          |    |    |    |        |
| Absence de tumeur                                               | patients | 3  | 2  | 1  | 0,4542 |
| Adénocarcinome                                                  | patients | 26 | 13 | 13 |        |
| Carcinome épidermoïde                                           | patients | 7  | 2  | 5  |        |
| Autre tumeur maligne                                            | patients | 4  | 3  | 1  |        |
| <b>Stade pathologique selon TNM 8ème édition (pT)</b>           |          |    |    |    |        |
| Non concerné                                                    | patients | 2  | 1  | 1  |        |
| 0                                                               | patients | 1  | 1  | .  | 0,6892 |
| is                                                              | patients | 1  | .  | 1  |        |
| 1a                                                              | patients | 2  | 2  | .  |        |
| 1b                                                              | patients | 5  | 2  | 3  |        |
| 1c                                                              | patients | 6  | 2  | 4  |        |
| 2a                                                              | patients | 11 | 6  | 5  |        |
| 2b                                                              | patients | 3  | 1  | 2  |        |
| 3                                                               | patients | 6  | 3  | 3  |        |

|                                                                             |          |    |    |    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|--------|
| 4                                                                           | patients | 3  | 2  | 1  |        |
| <b>Stade pathologique ganglionnaire selon TNM 8ème édition (pN)</b>         |          |    |    |    |        |
| Non concerné                                                                | patients | 2  | 1  | 1  |        |
| 0                                                                           | patients | 31 | 17 | 14 | 0,1930 |
| 1                                                                           | patients | 4  | 2  | 2  |        |
| 2                                                                           | patients | 3  | .  | 3  |        |
| <b>Stade avec les données anatomopathologiques (selon TNM 8ème édition)</b> |          |    |    |    |        |
| Non concerné                                                                | patients | 3  | 1  | 1  |        |
| 0                                                                           | patients | 1  | 1  | 1  | 0,1173 |
| IA                                                                          | patients | 12 | 6  | 6  |        |
| IB                                                                          | patients | 10 | 5  | 5  |        |
| IIA                                                                         | patients | 2  | .  | 2  |        |
| IIB                                                                         | patients | 5  | 5  | .  |        |
| IIIA                                                                        | patients | 5  | 2  | 3  |        |
| IIIB                                                                        | patients | 2  | .  | 2  |        |

**Tableau 1** Caractéristiques des patients au moment de la chirurgie (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée, Q1 : premier quartile, Q3 : troisième quartile). Les patients indiqués comme « non concernés » pour le stade pathologique TNM correspondent aux patients dont les pièces de résection pulmonaire ne comportaient pas de lésion tumorale.

## 4.2 Caractéristiques des stations ganglionnaires explorées

Il n'a pas été observé de différence significative dans la distribution de l'exploration des stations ganglionnaires entre les deux groupes (Tableau 2). La station n°7 a été explorée chez tous les patients, à l'exception d'un seul opéré par VATS (Tableau 2).

| Nom de la station ganglionnaire               | Total | Technique chirurgicale |      | Valeur p |
|-----------------------------------------------|-------|------------------------|------|----------|
|                                               |       | RATS                   | VATS |          |
| <b>Total</b>                                  | 178   | 96                     | 82   |          |
| Station n°2R para-trachéale supérieure droite | 7     | 3                      | 4    | 0,2258   |
| Station n°4R para-trachéale inférieure droite | 25    | 13                     | 12   |          |
| Station n°5 sous-aortique                     | 10    | 3                      | 7    |          |
| Station n°6 para-aortique                     | 3     | 3                      | 0    |          |
| Station n°7 sous-carénaire                    | 39    | 20                     | 19   |          |
| Station n°8 para-oesophagienne                | 6     | 6                      | 0    |          |
| Station n°9 ligament pulmonaire               | 17    | 11                     | 6    |          |
| Station n°10 hilare                           | 31    | 16                     | 15   |          |
| Station n°11 interlobaire                     | 32    | 16                     | 16   |          |
| Station n°12 lobaire                          | 8     | 5                      | 3    |          |

**Tableau 2** Comparaison des techniques chirurgicales en fonction des stations ganglionnaires explorées (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée)

Le nombre médian de stations ganglionnaires explorées était significativement plus élevé dans le groupe RATS que dans le groupe VATS (5 contre 4,  $p = 0,0375$ ) (Tableau 3), ainsi que le nombre médian de ganglions disséqués (8 contre 6,  $p = 0,0432$ ).

|                                                          |                 | Total | Technique chirurgicale |      | Valeur $p$    |
|----------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------------------|------|---------------|
|                                                          |                 |       | RATS                   | VATS |               |
| <b>Total</b>                                             | <b>patients</b> | 40    | 20                     | 20   |               |
| <b>Nombre total de stations ganglionnaires explorées</b> | <b>patients</b> | 40    | 20                     | 20   |               |
|                                                          | <b>Médiane</b>  | 4     | 5                      | 4    | <b>0,0375</b> |
|                                                          | <b>Q1</b>       | 4     | 4                      | 3    |               |
|                                                          | <b>Q3</b>       | 4     | 6                      | 4    |               |
| <b>Nombre total de ganglions disséqués</b>               | <b>patients</b> | 40    | 20                     | 20   |               |
|                                                          | <b>Médiane</b>  | 6     | 8                      | 6    | <b>0,0432</b> |
|                                                          | <b>Q1</b>       | 4     | 5                      | 4    |               |
|                                                          | <b>Q3</b>       | 8     | 9                      | 7    |               |

**Tableau 2** Comparaison des techniques chirurgicales en fonction du nombre de stations ganglionnaires explorées et du nombre de ganglions disséqués (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée, Q1 : premier quartile, Q3 : troisième quartile)

### 4.3 Caractéristiques des ganglions dits « N1 »

Les caractéristiques des ganglions de la région N1, soit les stations ganglionnaires n°10-11-12, sont rapportées dans le tableau ci-dessous (Tableau 4). L'ensemble des critères analysés ne présentaient pas de différence significative entre les deux groupes. Sur l'ensemble des ganglions de la région N1, il était observé un ganglion métastatique chez un patient opéré par VATS, sans différence significative avec le groupe RATS ( $p = 0,2854$ ). Cette métastase mesurait 12,79 mm de grand axe en microscopie optique et s'étendait sur une surface de 202,24 mm<sup>2</sup>. Il n'a pas été observé de rupture capsulaire et le ganglion était retiré complètement.

|                                                |                 | Total | Technique chirurgicale |      | Median Shift (VATS-RATS) avec IC à 95% | Valeur $p$ |
|------------------------------------------------|-----------------|-------|------------------------|------|----------------------------------------|------------|
|                                                |                 |       | RATS                   | VATS |                                        |            |
| <b>Total</b>                                   | <b>patients</b> | 40    | 20                     | 20   |                                        |            |
| <b>Nombre total de ganglions prélevés (N1)</b> | <b>patients</b> | 38    | 20                     | 18   |                                        |            |
|                                                | <b>Médiane</b>  | 3     | 3                      | 2    | -1 [-2 ; 0]                            | 0,0633     |
|                                                | <b>Q1</b>       | 2     | 2                      | 2    |                                        |            |
|                                                | <b>Q3</b>       | 5     | 6                      | 3    |                                        |            |

|                                                                                   |                                                                      |                 |        |        |        |                           |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|---------------------------|--------|
| <b>Somme des volumes des fragments (mL)</b>                                       |                                                                      | <b>patients</b> | 38     | 20     | 18     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 0,25   | 0,25   | 0,32   | 0,05<br>[-0,06 ; 0,18]    | 0,4290 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 0,20   | 0,18   | 0,20   |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 0,40   | 0,35   | 0,50   |                           |        |
| <b>Somme des poids des fragments (g)</b>                                          |                                                                      | <b>patients</b> | 38     | 20     | 18     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 0,26   | 0,26   | 0,29   | 0,02<br>[-0,10 ; 0,17]    | 0,7477 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 0,18   | 0,19   | 0,15   |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 0,41   | 0,37   | 0,45   |                           |        |
| <b>Aspect macroscopique de la capsule ganglionnaire</b>                           |                                                                      |                 |        |        |        |                           |        |
| toutes les capsules intègres                                                      |                                                                      | <b>patients</b> | 6      | 3      | 3      |                           | 0,8881 |
| au moins une brèche capsulaire                                                    |                                                                      | <b>patients</b> | 32     | 17     | 15     |                           |        |
| si au moins une brèche capsulaire                                                 | <b>Nombre total de fragments</b>                                     | <b>patients</b> | 32     | 17     | 15     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 0,00<br>[-0,20 ; 0,19]    | 0,9839 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 1,00   | 1,00   | 1,00   |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 1,33   | 1,33   | 1,33   |                           |        |
|                                                                                   | <b>Somme des tailles macroscopiques des brèches capsulaires (mm)</b> | <b>patients</b> | 32     | 17     | 15     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 6,00   | 6,50   | 5,00   | -1,63<br>[-3,42 ; 0,67]   | 0,1356 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 4,33   | 5,53   | 3,67   |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 7,75   | 7,75   | 8,67   |                           |        |
| <b>Somme des surfaces de parenchyme ganglionnaire analysable (mm<sup>2</sup>)</b> |                                                                      | <b>patients</b> | 38     | 20     | 18     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 47,21  | 47,21  | 38,37  | -2,55<br>[-24,89 ; 29,78] | 0,8151 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 22,76  | 23,91  | 19,52  |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 79,90  | 69,46  | 86,63  |                           |        |
| <b>Somme des circonférences de parenchyme ganglionnaire analysable (mm)</b>       |                                                                      | <b>patients</b> | 38     | 20     | 18     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 76,94  | 73,95  | 76,94  | 1,32<br>[-25,29 ; 36,62]  | 0,8151 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 56,31  | 56,31  | 52,98  |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 130,89 | 103,42 | 147,92 |                           |        |
| <b>Somme des circonférences de capsules intactes (mm)</b>                         |                                                                      | <b>patients</b> | 38     | 20     | 18     |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b>  | 64,52  | 64,52  | 62,51  | 6,12<br>[-20,70 ; 36,01]  | 0,7257 |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>       | 45,21  | 45,18  | 49,48  |                           |        |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>       | 115,94 | 81,01  | 115,94 |                           |        |
| <b>Somme des circonférences de ganglion sans capsule (mm)</b>                     |                                                                      | <b>patients</b> | 38     | 20     | 18     |                           |        |

|                                                                                                        |  |                 |       |       |      |                         |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------|-------|-------|------|-------------------------|--------|
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 7,56  | 9,43  | 4,64 | -3,54<br>[-7,99 ; 1,07] | 0,1282 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 4,00  | 5,69  | 4,00 |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 14,24 | 14,48 | 8,78 |                         |        |
| <b>Somme des surfaces électrocoagulées (mm<sup>2</sup>)</b>                                            |  | <b>patients</b> | 38    | 20    | 18   |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 1,54  | 1,23  | 1,82 | 0,23<br>[-0,91 ; 1,41]  | 0,5679 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 0,66  | 0,60  | 0,66 |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 2,90  | 1,83  | 2,99 |                         |        |
| <b>Rapport de capsule intacte sur la surface de parenchyme ganglionnaire analysable</b>                |  | <b>patients</b> | 38    | 20    | 18   |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 0,90  | 0,86  | 0,91 | 0,04<br>[-0,01 ; 0,11]  | 0,1069 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 0,84  | 0,79  | 0,87 |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 0,96  | 0,93  | 0,98 |                         |        |
| <b>Rapport entre la surface électrocoagulées par la surface de parenchyme ganglionnaire analysable</b> |  | <b>patients</b> | 38    | 20    | 18   |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 0,03  | 0,03  | 0,04 | 0,00<br>[-0,03 ; 0,02]  | 0,8596 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 0,02  | 0,02  | 0,02 |                         |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 0,08  | 0,07  | 0,08 |                         |        |

**Tableau 4** Caractéristiques des ganglions de la région N1 rapportées au nombre de ganglions prélevés (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée, Q1 : premier quartile, Q3 : troisième quartile, IC : intervalle de confiance)

#### 4.4 Caractéristiques des ganglions dits « N2 »

Les caractéristiques des ganglions de la région N2, soit les stations ganglionnaires médiastinales, sont rapportées dans le tableau ci-dessous (Tableau 5). L'ensemble des critères analysés ne présentaient pas de différence significative entre les deux groupes. Sur l'ensemble des ganglions de la région N2, il était observé deux ganglions métastatiques chez deux patients opérés par VATS, sans différence significative avec le groupe RATS ( $p = 0,1468$ ). Les caractéristiques de ces métastases étaient les suivantes :

- taille du plus grand axe en microscopie optique : 1,36 mm et 3,38 mm ;
- surface : 1,86 mm<sup>2</sup> et 4,04 mm<sup>2</sup> ;
- il n'a pas été observé de rupture capsulaire pour les deux ;
- les ganglions étaient retirés complètement.

|                                                                                   |                                                                      |                | Total  | Technique chirurgicale |        | Median Shift (VATS-RATS) avec IC à 95% | Valeur p |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------|--------|------------------------|--------|----------------------------------------|----------|
|                                                                                   |                                                                      |                |        | RATS                   | VATS   |                                        |          |
| <b>Total</b>                                                                      |                                                                      | patients       | 40     | 20                     | 20     |                                        |          |
| <b>Nombre total de ganglions prélevés (N2)</b>                                    |                                                                      | patients       | 40     | 20                     | 20     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 3      | 3                      | 3      | 0 [-1 ; 1]                             | 0,5131   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 3      | 3                      | 2      |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>      | 4      | 5                      | 4      |                                        |          |
| <b>Somme des volumes des fragments (mL)</b>                                       |                                                                      | patients       | 40     | 20                     | 20     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 0,56   | 0,66                   | 0,53   | -0,10<br>[-0,60 ; 0,14]                | 0,5977   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 0,33   | 0,30                   | 0,37   |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>      | 1,10   | 1,27                   | 0,75   |                                        |          |
| <b>Somme des poids des fragments (g)</b>                                          |                                                                      | patients       | 40     | 20                     | 20     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 0,54   | 0,64                   | 0,47   | -0,10<br>[-0,62 ; 0,14]                | 0,5338   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 0,36   | 0,33                   | 0,41   |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>      | 1,13   | 1,39                   | 0,72   |                                        |          |
| <b>Aspect macroscopique de la capsule ganglionnaire</b>                           |                                                                      |                |        |                        |        |                                        |          |
| toutes les capsules intègres                                                      |                                                                      | patients       | 4      | 2                      | 2      |                                        | 1,0000   |
| au moins une brèche capsulaire                                                    |                                                                      | patients       | 36     | 18                     | 18     |                                        |          |
| si au moins une brèche capsulaire                                                 | <b>Nombre total de fragments</b>                                     | patients       | 36     | 18                     | 18     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 1,00   | 1,00                   | 1,00   | 0,00<br>[-0,25 ; 0,25]                 | 0,8814   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 1,00   | 1,00                   | 1,00   |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>      | 1,50   | 1,67                   | 1,50   |                                        |          |
|                                                                                   | <b>Somme des tailles macroscopiques des brèches capsulaires (mm)</b> | patients       | 36     | 18                     | 18     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 6,20   | 5,50                   | 9,00   | 0,61<br>[-2,95 ; 6,00]                 | 0,8124   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 4,00   | 4,50                   | 4,00   |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>      | 14,00  | 15,40                  | 14,00  |                                        |          |
| <b>Somme des surfaces de parenchyme ganglionnaire analysable (mm<sup>2</sup>)</b> |                                                                      | patients       | 40     | 20                     | 20     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 60,72  | 66,31                  | 54,67  | -12,56<br>[-55,19 ; 17,38]             | 0,2340   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 41,93  | 49,82                  | 35,92  |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q3</b>      | 111,64 | 139,60                 | 97,62  |                                        |          |
| <b>Somme des circonférences de parenchyme ganglionnaire analysable (mm)</b>       |                                                                      | patients       | 40     | 20                     | 20     |                                        |          |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Médiane</b> | 128,49 | 101,79                 | 128,49 | -27,54<br>[-116,51 ; 30,90]            | 0,3577   |
|                                                                                   |                                                                      | <b>Q1</b>      | 71,72  | 78,31                  | 64,60  |                                        |          |



|                                                                                                        |  |                 |            |        |        |                             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------|------------|--------|--------|-----------------------------|--------|
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 220,9<br>9 | 309,34 | 169,46 |                             |        |
| <b>Somme des circonférences de capsules intactes (mm)</b>                                              |  | <b>patients</b> | 40         | 20     | 20     |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 109,7<br>4 | 94,10  | 109,74 | -24,65<br>[-119,69 ; 25,21] | 0,3867 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 61,30      | 67,12  | 57,80  |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 185,3<br>5 | 277,93 | 158,23 |                             |        |
| <b>Somme des circonférences de ganglion sans capsule (mm)</b>                                          |  | <b>patients</b> | 40         | 20     | 20     |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 10,42      | 10,80  | 10,31  | -0,94<br>[-7,70 ; 5,16]     | 0,7658 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 4,50       | 4,09   | 4,50   |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 17,30      | 16,84  | 17,30  |                             |        |
| <b>Somme des surfaces électrocoagulées (mm<sup>2</sup>)</b>                                            |  | <b>patients</b> | 40         | 20     | 20     |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 1,29       | 1,01   | 1,31   | 0,19<br>[-1,41 ; 0,97]      | 0,7251 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 0,62       | 0,31   | 0,91   |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 2,89       | 4,00   | 2,59   |                             |        |
| <b>Rapport de capsule intacte sur la surface de parenchyme ganglionnaire analysable</b>                |  | <b>patients</b> | 40         | 20     | 20     |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 0,90       | 0,90   | 0,90   | -0,01<br>[-0,05 ; 0,03]     | 0,7039 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 0,88       | 0,89   | 0,88   |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 0,95       | 0,94   | 0,95   |                             |        |
| <b>Rapport entre la surface électrocoagulées par la surface de parenchyme ganglionnaire analysable</b> |  | <b>patients</b> | 40         | 20     | 20     |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Médiane</b>  | 0,02       | 0,02   | 0,02   | 0,01<br>[-0,01 ; 0,02]      | 0,3365 |
|                                                                                                        |  | <b>Q1</b>       | 0,01       | 0,01   | 0,01   |                             |        |
|                                                                                                        |  | <b>Q3</b>       | 0,05       | 0,03   | 0,05   |                             |        |

**Tableau 5** Caractéristiques des ganglions de la région N2 rapportées au nombre de ganglions prélevés (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée, Q1 : premier quartile, Q3 : troisième quartile, IC : intervalle de confiance)

## 4.5 Caractéristiques des ganglions de la station 7

Les caractéristiques des ganglions de la station ganglionnaire n°7 sont rapportées dans le tableau ci-dessous (Tableau 6). Sur l'ensemble des ganglions de la station n°7, il était observé un ganglion métastatique chez un patient opéré par VATS, sans différence significative avec le groupe RATS ( $p = 0,2986$ ). Cette métastase mesurait 3,38 mm de grand axe en microscopie optique et s'étendait sur une surface de 4,04 mm<sup>2</sup>. Il n'était pas observé de rupture capsulaire et le ganglion était retiré en entier.

Les fragments des ganglions de la station 7 étaient significativement de plus petite taille dans le groupe VATS comparé au groupe RATS, mais uniquement dans leur plus petit axe (4 mm contre 5 mm,  $p = 0,0285$ ). En microscopie, la surface de parenchyme ganglionnaire analysable était significativement plus grande dans le groupe RATS (107,67 mm<sup>2</sup> contre 51,01 mm<sup>2</sup>,  $p = 0,0403$ ). De manière similaire, dans le groupe RATS il a été observé une circonférence de capsule intacte de 132,33 mm contre 86,31 mm dans le groupe VATS ( $p = 0,0403$ ). Néanmoins, lorsque l'on réalise le rapport de capsule ganglionnaire intacte sur la surface de parenchyme ganglionnaire analysable, il n'a pas été retrouvé de différence significative (0,92 contre 0,94,  $p = 1,0000$ ). Tous les autres paramètres ne comportaient aucune différence significative entre les deux groupes.

|                                                    |                 | Total | Technique chirurgicale |      | Median Shift (VATS-RATS) avec IC à 95% | Valeur p      |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------|------------------------|------|----------------------------------------|---------------|
|                                                    |                 |       | RATS                   | VATS |                                        |               |
| <b>Total</b>                                       | <b>patients</b> | 39    | 20                     | 19   |                                        |               |
| <b>Taille du plus grand axe des fragments (mm)</b> | <b>patients</b> | 39    | 20                     | 19   |                                        |               |
|                                                    | <b>Médiane</b>  | 17    | 18                     | 17   | -2<br>[-8 ; 3]                         | 0,2418        |
|                                                    | <b>Q1</b>       | 12    | 12                     | 12   |                                        |               |
|                                                    | <b>Q3</b>       | 22    | 23                     | 22   |                                        |               |
| <b>Taille du plus petit axe des fragments (mm)</b> | <b>patients</b> | 39    | 20                     | 19   |                                        |               |
|                                                    | <b>Médiane</b>  | 5     | 5                      | 4    | -2<br>[-4 ; 0]                         | <b>0,0285</b> |
|                                                    | <b>Q1</b>       | 3     | 3                      | 3    |                                        |               |
|                                                    | <b>Q3</b>       | 7     | 10                     | 6    |                                        |               |
| <b>Somme des volumes des fragments (mL)</b>        | <b>patients</b> | 39    | 20                     | 19   |                                        |               |
|                                                    | <b>Médiane</b>  | 0,50  | 0,70                   | 0,42 | -0,30<br>[-1,25 ; 0,03]                | 0,0787        |
|                                                    | <b>Q1</b>       | 0,30  | 0,40                   | 0,27 |                                        |               |
|                                                    | <b>Q3</b>       | 1,40  | 1,80                   | 0,70 |                                        |               |

|                                                                                   |                                  |                 |        |        |        |                             |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|-----------------------------|---------------|
| <b>Somme des poids des fragments (g)</b>                                          |                                  | <b>patients</b> | 39     | 20     | 19     |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 0,57   | 0,64   | 0,43   | -0,30<br>[-1,18 ; 0,02]     | 0,0560        |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 0,36   | 0,44   | 0,31   |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 1,62   | 2,01   | 0,84   |                             |               |
| <b>Aspect macroscopique de la capsule ganglionnaire</b>                           |                                  |                 |        |        |        |                             |               |
| toutes les capsules intègres                                                      |                                  | <b>patients</b> | 10     | 6      | 4      |                             | 0,5224        |
| au moins une brèche capsulaire                                                    |                                  | <b>patients</b> | 29     | 14     | 15     |                             |               |
| si au moins une brèche capsulaire                                                 | <b>Nombre total de fragments</b> | <b>patients</b> | 29     | 14     | 15     |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 1      | 1      | 1      | 0,00<br>[-0,50 ; 0,00]      | 0,7639        |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 1      | 1      | 1      |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 2      | 2      | 2      |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>patients</b> | 29     | 14     | 15     |                             |               |
| <b>Somme des tailles macroscopiques des brèches capsulaires (mm)</b>              |                                  |                 |        |        |        |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 10     | 8      | 11     | 0,00<br>[-8,50 ; 5,67]      | 1,0000        |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 6      | 6      | 4      |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 19     | 16     | 19     |                             |               |
| <b>Somme des surfaces de parenchyme ganglionnaire analysable (mm<sup>2</sup>)</b> |                                  | <b>patients</b> | 39     | 20     | 19     |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 88,79  | 107,67 | 51,01  | -48,15<br>[-123,40 ; -1,29] | <b>0,0403</b> |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 35,00  | 53,16  | 31,64  |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 188,61 | 251,76 | 153,25 |                             |               |
| <b>Somme des circonférences de parenchyme ganglionnaire analysable (mm)</b>       |                                  | <b>patients</b> | 39     | 20     | 19     |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 127,02 | 141,58 | 113,99 | -80,10<br>[-227,08 ; 2,85]  | 0,0678        |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 80,26  | 111,14 | 32,17  |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 342,88 | 433,02 | 204,05 |                             |               |
| <b>Somme des circonférences de capsules intactes (mm)</b>                         |                                  | <b>patients</b> | 39     | 20     | 19     |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 116,13 | 132,33 | 86,31  | -80,72<br>[-213,10 ; -1,11] | <b>0,0403</b> |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 72,63  | 94,80  | 32,17  |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 286,88 | 386,99 | 196,87 |                             |               |
| <b>Somme des circonférences de ganglion sans capsule (mm)</b>                     |                                  | <b>patients</b> | 39     | 20     | 19     |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Médiane</b>  | 11,25  | 13,28  | 7,18   | -3,90<br>[-14,48 ; 4,02]    | 0,3509        |
|                                                                                   |                                  | <b>Q1</b>       | 0,78   | 3,74   | 0,00   |                             |               |
|                                                                                   |                                  | <b>Q3</b>       | 24,85  | 24,85  | 22,87  |                             |               |

|                                                                                                        |                 |      |      |      |                        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------|------|------------------------|--------|
| <b>Somme des surfaces électrocoagulées (mm<sup>2</sup>)</b>                                            | <b>patients</b> | 39   | 20   | 19   |                        |        |
|                                                                                                        | <b>Médiane</b>  | 2,22 | 2,02 | 2,22 | 0,00<br>[-2,65 ; 1,25] | 0,8207 |
|                                                                                                        | <b>Q1</b>       | 0,00 | 0,00 | 0,22 |                        |        |
|                                                                                                        | <b>Q3</b>       | 5,25 | 5,80 | 3,57 |                        |        |
| <b>Rapport de capsule intacte sur la surface de parenchyme ganglionnaire analysable</b>                | <b>patients</b> | 39   | 20   | 19   |                        |        |
|                                                                                                        | <b>Médiane</b>  | 0,93 | 0,92 | 0,94 | 0,00<br>[-0,07 ; 0,05] | 1,0000 |
|                                                                                                        | <b>Q1</b>       | 0,83 | 0,87 | 0,80 |                        |        |
|                                                                                                        | <b>Q3</b>       | 0,99 | 0,96 | 1,00 |                        |        |
| <b>Rapport entre la surface électrocoagulées par la surface de parenchyme ganglionnaire analysable</b> | <b>patients</b> | 39   | 20   | 19   |                        |        |
|                                                                                                        | <b>Médiane</b>  | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,00<br>[-0,01 ; 0,02] | 0,5106 |
|                                                                                                        | <b>Q1</b>       | 0,00 | 0,00 | 0,00 |                        |        |
|                                                                                                        | <b>Q3</b>       | 0,05 | 0,03 | 0,07 |                        |        |

**Tableau 6** Caractéristiques des ganglions de la station ganglionnaire n°7 rapportées au nombre de ganglions prélevés (RATS : chirurgie thoracique robot-assistée, VATS : chirurgie thoracique vidéo-assistée, Q1 : premier quartile, Q3 : troisième quartile, IC : intervalle de confiance)

## 5 Discussion

---

### 5.1 Réponse aux critères de jugement

#### 5.1.1 Critère de jugement principal

Dans cette étude, aucune différence significative n'a été observée concernant la qualité du curage ganglionnaire entre la chirurgie robot-assistée (RATS) et la chirurgie vidéo-assistée (VATS) sur la base des mesures quantitatives. Plus précisément, l'effet attendu de la RATS sur la réduction de la fragmentation des ganglions n'a pas été démontré par les volumes mesurés des fragments ganglionnaires. Pour les ganglions N1, le volume des fragments rapporté au nombre de ganglions prélevé était de 0,25 mL dans le groupe RATS, contre 0,32 mL pour le groupe VATS ( $p = 0,4290$ ). De manière similaire, pour les ganglions N2, les volumes observés étaient respectivement de 0,66 mL pour le groupe RATS et 0,53 mL pour le groupe VATS ( $p = 0,5977$ ).

#### 5.1.2 Critères de jugement secondaires

Notre étude n'a pas mis en évidence de différences significatives sur les critères secondaires concernant la fragmentation des ganglions entre la RATS et la VATS. En effet, les dimensions, volumes et poids des fragments ganglionnaires, ainsi que les critères microscopiques (surface de parenchyme ganglionnaire analysable, intégrité de la capsule ganglionnaire), n'ont pas montré de différence notable entre les deux techniques. Les critères spécifiques à l'intégrité de la capsule ganglionnaire, tels que l'aspect macroscopique, la taille des brèches capsulaires et le rapport de capsule intacte sur la surface de parenchyme ganglionnaire analysable, n'ont également révélé aucune différence entre la RATS et la VATS. De même, il n'a pas été observé une surface d'électrocoagulation plus importante dans l'un ou l'autre groupe.

En revanche, nous avons observé la réalisation d'un curage ganglionnaire significativement plus étendu avec la RATS par rapport à la VATS, se traduisant par un nombre plus élevé à la fois de stations ganglionnaires explorées ( $p = 0,0375$ ) et de ganglions lymphatiques prélevés ( $p = 0,0432$ ) dans le groupe RATS.

Pour l'étude de la station ganglionnaire n°7, nous avons observé de manière significative une plus grande surface de parenchyme ganglionnaire analysable dans le groupe RATS (107,67 mm<sup>2</sup> contre 51,67 mm<sup>2</sup>, p = 0,0403), associée à une longueur de capsule intacte plus grande (132,33 mm contre 86,31 mm, p = 0,0403). Bien que ces différences puissent être liées à la technique, il est plus probable qu'elles soient dues au hasard, d'autant plus qu'aucune différence similaire n'a été observée dans le groupe des ganglions N2. De plus, lorsque la circonférence de capsule ganglionnaire intacte est rapportée à la surface de parenchyme ganglionnaire analysable, il n'est pas trouvé de différence significative (0,92 pour le groupe RATS contre 0,94 pour le groupe VATS, p = 1,0000). Toujours sur l'analyse de cette station, le groupe VATS a montré des fragments dont la taille du plus petit axe uniquement était significativement plus petite que dans le groupe RATS (5 mm contre 4 mm, p = 0,0285). Cette observation, difficile d'interprétation lorsque prise isolément, est vraisemblablement liée au hasard en raison de la multiplicité des tests statistiques réalisés, comme en témoigne l'absence de différence significative sur les autres critères intéressant la dimension des fragments (dimension du plus grand axe ou volume des fragments).

## 5.2 Critique de l'étude

### 5.2.1 Points forts de l'étude

- **Modalité d'inclusion des patients** : les patients ont été inclus de manière prospective et consécutive à l'arrivée des pièces opératoires dans le service de Pathologie. Cela renforce la représentativité des résultats dans une pratique clinique quotidienne.

- **Contrôle des biais** :

- Biais de sélection : pour minimiser les biais de sélection, seuls les patients opérés par des chirurgiens pratiquant les deux techniques au moment de l'étude ont été inclus. La répartition des chirurgiens ayant participé à l'étude était inégale entre les groupes RATS et VATS. Un chirurgien a pratiqué 10 lobectomies dont 4 par RATS et 6 par VATS, tandis que les deux autres en ont pratiquées 15 chacun (respectivement 9 par RATS et 6 par VATS pour l'un ; et 7 par RATS et 8 VATS pour le second). Toutefois, cette différence n'était pas statistiquement significative (p = 0,5866), ce qui suggère que l'impact des variations entre les pratiques des chirurgiens sur les résultats a été minimisé. Cette

répartition des chirurgiens reste un facteur de biais difficile à éliminer complètement sans randomisation. De plus, la chronologie des gestes opératoires, entre la réalisation du curage ganglionnaire et la lobectomie n'est pas standardisée et pourrait influencer les résultats.

- Biais d'information : l'évaluation des pièces opératoires a été réalisée à l'aveugle par le service de Pathologie, en aveugle de la technique opératoire utilisée. Le nombre de ganglions disséqués était initialement communiqué par le chirurgien puis vérifié par le pathologiste, minimisant ainsi les biais d'information, notamment lorsque les ganglions étaient fragmentés (il était alors difficile pour le pathologiste de déterminer leur nombre).

- Biais de confusion : les deux groupes de notre étude ne présentaient pas de déséquilibre des caractéristiques (groupes comparables).

### **5.2.2 Limites de l'étude**

Les limites identifiées de notre étude incluent :

- son caractère monocentrique, qui peut restreindre la généralisation des résultats. Néanmoins, le service de Chirurgie Thoracique du CHU de Rouen a une activité robotique importante, ce qui permet aux chirurgiens d'être autant habitués avec les deux techniques chirurgicales.

- La taille relativement petite de la cohorte étudiée, réduisant la puissance statistique.

- L'absence de prise en compte des ganglions accolés à la pièce de lobectomie, qui a pu sous-estimer la qualité du curage ganglionnaire et ne permettait pas de comparer la qualité d'exérèse des métastases. Dans notre étude, il existait un nombre plus important de patients métastatiques ganglionnaires dont les ganglions étaient retirés sur la pièce opératoire de lobectomie pulmonaire, représentant 5 des 7 patients métastatiques, plutôt que des ganglions disséqués séparément. Seulement 2 patients métastatiques ganglionnaires ont donc été étudiés, contribuant à 3 ganglions métastatiques. Ces 3 ganglions ont été disséqués par VATS, et ont été retirés complétement.

- L'inclusion de toutes les lobectomies pulmonaires sans distinction ne permettait pas de comparer les stations ganglionnaires entre elles, sauf pour la station 7 qui est une

station de drainage lymphatique commune à toutes les locations tumorales. Ainsi, cette station conserve une puissance statistique correcte pour comparer les données sur cette seule station. Le faible effectif pour d'autres stations ganglionnaires limite les comparaisons entre ces dernières. De plus, la majorité des résections lobaires concernaient le poumon droit (sans différence significative entre les deux groupes), ce qui peut expliquer l'absence d'exploration, dans notre étude, des stations n°2L et n°4L, connues comme d'accès difficile (56).

- Le volume des fragments incluait d'abord le volume de tissu ganglionnaire mais aussi le tissu adipeux entourant ces ganglions, dont la quantité est variable d'un patient à l'autre. De plus, la taille et le volume d'un ganglion sont également variables chez un même patient, bien qu'en l'absence de pathologie sous-jacente, ils restent normalement inférieurs à 1 cm dans leur plus grand axe. Des pathologies fréquentes impliquant les ganglions thoraciques peuvent augmenter le volume des ganglions : les pathologies inflammatoires (sarcoïdose, anthracose, granulomatose liée à l'immunothérapie) ou tumorales (métastase ou lymphome). Ces différents points peuvent expliquer la variabilité des valeurs de notre étude, et rendent difficile l'interprétation du volume. Dans notre cohorte cependant, il n'a pas été observé de lésions histologiques particulières en dehors des métastases ganglionnaires. En l'occurrence, chez les trois patients ayant bénéficiés d'un traitement néoadjuvant, les ganglions examinés ne présentaient pas de lésion granulomateuse. Un autre patient avait pour antécédent un lymphome folliculaire, sans que les ganglions examinés ne soient pathologiques.

### **5.3 Comparaison à la littérature**

- Dans une méta-analyse d'étude prospective de Huang *et al.* de 2023, il a été montré que le groupe RATS permet l'exploration de plus de stations ganglionnaires, sans différence significative sur le nombre total de ganglions disséqués, ce qui valide en un certain sens les résultats de notre étude (45). Tout comme l'étude de Kalata *et al.* de 2023 montrant que la RATS permet d'analyser significativement plus de stations ganglionnaires et de ganglions (5,3 stations et 13,0 ganglions,  $p < 0,001$ ) par comparaison à la VATS (4,5 stations et 9,0 ganglions,  $p < 0,001$ ) et la chirurgie ouverte (4,7 stations et 12,5 ganglions,  $p < 0,001$ ) (57).



- Les taux de conversion observés dans notre étude (16,6% pour la VATS et 20% pour la RATS) sont légèrement au-dessus des taux rapportés dans la littérature, qui varient de 0 % à 15,7 % (58,59). Les causes de conversion n'ont pas été documentées dans notre étude.

- Il n'existe pas à notre connaissance de données sur l'intégrité de la capsule ganglionnaire pour point de comparaison avec les résultats de l'étude.

- Le volume des ganglions et la surface de tissu ganglionnaire analysable ne sont pas des données habituellement relevées. D'après l'étude de Hennon *et al.* de 2019, outre le nombre de ganglions ou le nombre de stations ganglionnaires explorées, la quantité de tissu ganglionnaire réséqué (mesurée par le nombre de ganglions) pourrait être un facteur corrélé au taux de mise en évidence de métastases occultes (60).

## **5.4 Perspectives**

Notre étude n'a donc pas montré de différence concernant le volume des fragments ganglionnaires ou les critères microscopiques entre RATS et VATS. A l'instar d'autres travaux récents, le curage ganglionnaire semble toutefois plus étendu par RATS, se traduisant par un nombre plus élevé de stations ganglionnaires explorées et de ganglions lymphatiques prélevés. Ces résultats suggèrent que la RATS offre un avantage technique pour un curage ganglionnaire plus complet, sans améliorer pour autant la « qualité » de ce dernier quant à l'intégrité des ganglions réséqués.

Ces résultats ouvrent plusieurs pistes pour des recherches futures. Par exemple, des études multicentriques avec des cohortes plus importantes pourraient mieux évaluer la fragmentation du curage ganglionnaire ou l'intégrité capsulaire des ganglions. En outre, notre étude ne prend pas en compte la complexité d'accès de certaines stations ganglionnaires (médiastin supérieur par exemple). L'étude d'un type de lobectomie pulmonaire uniquement, dont le curage ganglionnaire ciblerait des stations ganglionnaires reconnues comme difficile d'accès, pourrait apporter des informations supplémentaires sur les risques et les bénéfices associés à chaque technique.

## Annexes

---

| T – Tumeur       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tx</b>        | Tumeur primaire non connue <u>ou</u> tumeur prouvée par la présence de cellules malignes dans les sécrétions broncho-pulmonaires mais non visible aux examens radiologiques et endoscopiques.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>T0</b>        | Absence de tumeur identifiable.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Tis</b>       | Carcinome in situ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>T1</b>        | Tumeur de <b>3 cm ou moins</b> dans ses plus grandes dimensions, entourée par du poumon ou de la plèvre viscérale, sans évidence d'invasion plus proximale que les bronches lobaires à la bronchoscopie (c'est-à-dire pas dans les bronches souches).                                                                                                                                                                                                              |
| <b>T1a(mi)</b>   | Adénocarcinome à invasion minime                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>T1a</b>       | ≤ 1 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>T1b</b>       | > 1 cm et ≤ 2 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>T1c</b>       | > 2 cm et ≤ 3 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>T2</b>        | Tumeur de <b>plus de 3 cm, mais de 5 cm ou moins</b> , <u>ou</u> avec quelconque des éléments suivants : <ul style="list-style-type: none"><li>- envahissement d'une bronche souche quelle que soit sa distance par rapport à la carène mais sans envahissement de la carène,</li><li>- envahissement de la plèvre viscérale,</li><li>- existence d'une atélectasie ou pneumonie obstructive s'étendant à la région hilare ((sub)lobaire ou pulmonaire).</li></ul> |
| <b>T2a</b>       | > 3 cm mais ≤ 4 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>T2b</b>       | > 4 cm mais ≤ 5 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>T3</b>        | Tumeur de <b>plus de 5 cm et de 7 cm ou moins</b> , <u>ou</u> associée à un(des) nodule(s) tumoral(aux) distinct(s) et dans le même lobe, <u>ou</u> ayant au moins l'un des caractères invasifs suivants : <ul style="list-style-type: none"><li>- atteinte de la paroi thoracique (incluant les tumeurs du sommet),</li><li>- atteinte du nerf phrénique,</li><li>- atteinte de la plèvre pariétale ou du péricarde.</li></ul>                                    |
| <b>T4</b>        | Tumeur de <b>plus de 7 cm</b> <u>ou</u> associée à un(des) nodule(s) pulmonaire(s) tumoral(aux) distinct(s) séparé(s) dans deux lobes différents du même poumon <u>ou</u> comportant un envahissement d'une des structures suivantes : médiastin, cœur ou gros vaisseaux, trachée, diaphragme, nerf récurrent, œsophage, corps vertébraux, carène.                                                                                                                 |
| N - Adénopathies |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Nx</b>        | Envahissement locorégional inconnu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>N0</b>        | Absence de métastase dans les ganglions lymphatiques régionaux.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>N1</b>        | Métastases ganglionnaires péri-bronchiques homolatérales et/ou hilaires homolatérales incluant une extension directe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>N2</b>        | Métastases dans les ganglions médiastinaux homolatéraux ou dans les ganglions sous-carénaux.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>N3</b>        | Métastases ganglionnaires médiastinales controlatérales ou hilaires controlatérales ou scaléniques, sus-claviculaires homo- ou controlatérales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| <b>M - Métastases</b> |                                                                                                                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>M0</b>             | Pas de métastase à distance.                                                                                                              |
| <b>M1</b>             | Existence de métastases :                                                                                                                 |
| <b>M1a</b>            | Nodules tumoraux séparés dans un lobe controlatéral, <u>ou</u> nodules pleuraux <u>ou</u> pleurésie maligne <u>ou</u> péricardite maligne |
| <b>M1b</b>            | Une seule métastase dans un seul site extra-thoracique.                                                                                   |
| <b>M1c</b>            | Plusieurs métastases extra-thoraciques dans un seul site ou plusieurs sites atteints.                                                     |

**Tableau A** 8ème édition de la classification TNM du cancer du poumon selon Goldstraw et al. (12). La taille tumorale est celle de la plus grande dimension.

| <i>Carcinome occulte</i> | <i>TX</i> | <i>N0</i> | <i>M0</i> |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Stade 0</i>           | Tis       | N0        | M0        |
| <i>Stade IA (1-2-3)</i>  | T1(a-b-c) | N0        | M0        |
| <i>Stade IB</i>          | T2a       | N0        | M0        |
| <i>Stade IIA</i>         | T2b       | N0        | M0        |
| <i>Stade IIB</i>         | T1a-c     | N1        | M0        |
|                          | T2a-b     | N1        | M0        |
|                          | T3        | N0        | M0        |
| <i>Stade IIIA</i>        | T1, T2    | N2        | M0        |
|                          | T3        | N1        | M0        |
|                          | T4        | N0, N1    | M0        |
| <i>Stade IIIB</i>        | T1, T2    | N3        | M0        |
|                          | T3, T4    | N2        | M0        |
| <i>Stade IIIC</i>        | T3, T4    | N3        | M0        |
| <i>Stade IVA</i>         | Tout T    | Tout N    | M1a-b     |
| <i>Stade IVB</i>         | Tout T    | Tout N    | M1c       |

**Tableau B** Tableau de la stadification par groupes des carcinomes pulmonaires selon la classification TNM, UICC 8ème édition de 2017 (12)

# Bibliographie

---

1. Mattiuzzi C, Lippi G. Current Cancer Epidemiology: JEGH. 2019;9(4):217.
2. Lapôte-Ledoux B, Remontet L, Uhry Z, Dantony E, Grosclaude P, et al. Incidence des principaux cancers en France métropolitaine en 2023 et tendances depuis 1990. BEH [Internet]. Disponible sur: <https://unilim.hal.science/hal-04241552>
3. Defossez G, Le Guyader-Peyrou S, Uhry Z, Grosclaude P, Colonna M, Dantony E, et al. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018. Synthèse. 2019;Santé publique France:20 p.
4. Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, Jemal A. Cancer statistics, 2022. CA A Cancer J Clinicians. janv 2022;72(1):7-33.
5. PROGRAMME NATIONAL DE RÉDUCTION DU TABAGISME 2014-2019 [Internet]. Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes; 2014. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/PNRT2014-2019.pdf>
6. Pujol JL, Thomas PA, Giraud P, Denis MG, Tretarre B, Roch B, et al. Lung Cancer in France. Journal of Thoracic Oncology. janv 2021;16(1):21-9.
7. Alberg AJ, Brock MV, Ford JG, Samet JM, Spivack SD. Epidemiology of Lung Cancer. Chest. mai 2013;143(5):e1S-e29S.
8. SEER Cancer Statistics Review, 1975-2017, based on November 2019 SEER data submission [Internet]. National Cancer Institute. 2020. Available from: [https://seer.cancer.gov/csr/1975\\_2017/](https://seer.cancer.gov/csr/1975_2017/).
9. INCa. Cancers bronchopulmonaires /Du diagnostic au suivi. [Internet]. 2016. Disponible sur: [https://www.sfctcv.org/wp-content/uploads/2016/11/Cancers-broncho-pulmonaires-Du-diagnostic-au-suivi\\_20161129.pdf](https://www.sfctcv.org/wp-content/uploads/2016/11/Cancers-broncho-pulmonaires-Du-diagnostic-au-suivi_20161129.pdf)
10. Leleu O, Basille D, Auquier M, Clarot C, Hoguet E, Pétigny V, et al. Lung Cancer Screening by Low-Dose CT Scan: Baseline Results of a French Prospective Study. Clinical Lung Cancer. mars 2020;21(2):145-52.
11. Brierley JD, Gospodarowicz MK, Wittekind C (eds.). TNM Classification of Malignant Tumours. 8th ed. Wiley Blackwell. 2017.
12. Goldstraw P, Chansky K, Crowley J, Rami-Porta R, Asamura H, Eberhardt WEE, et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: Proposals for Revision of the TNM Stage Groupings in the Forthcoming (Eighth) Edition of the TNM Classification for Lung Cancer. Journal of Thoracic Oncology. janv 2016;11(1):39-51.

13. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Thoracic tumours. Lyon (France): International Agency for Research on Cancer; 2021. (WHO classification of tumours series, 5th ed.; vol. 5). <https://publications.iarc.fr/595>.
14. Moreira AL, Ocampo PSS, Xia Y, Zhong H, Russell PA, Minami Y, et al. A Grading System for Invasive Pulmonary Adenocarcinoma: A Proposal From the International Association for the Study of Lung Cancer Pathology Committee. *Journal of Thoracic Oncology*. oct 2020;15(10):1599-610.
15. Kaufmann, Dietel. Thyroid transcription factor-1 is the superior immunohistochemical marker for pulmonary adenocarcinomas and large cell carcinomas compared to surfactant proteins A and B. *Histopathology*. janv 2000;36(1):8-16.
16. Bishop JA, Teruya-Feldstein J, Westra WH, Pelosi G, Travis WD, Rekhtman N. p40 ( $\Delta$ Np63) is superior to p63 for the diagnosis of pulmonary squamous cell carcinoma. *Modern Pathology*. mars 2012;25(3):405-15.
17. Pelosi G, Rindi G, Travis WD, Papotti M. Ki-67 Antigen in Lung Neuroendocrine Tumors: Unraveling a Role in Clinical Practice. *Journal of Thoracic Oncology*. mars 2014;9(3):273-84.
18. Pelosi G, Rodriguez J, Viale G, Rosai J. Typical and Atypical Pulmonary Carcinoid Tumor Overdiagnosed as Small-Cell Carcinoma on Biopsy Specimens: A Major Pitfall in the Management of Lung Cancer Patients. *American Journal of Surgical Pathology*. févr 2005;29(2):179-87.
19. Ramnath N, Dilling TJ, Harris LJ, Kim AW, Michaud GC, Balekian AA, et al. Treatment of Stage III Non-small Cell Lung Cancer. *Chest*. mai 2013;143(5):e314S-e340S.
20. Howington JA, Blum MG, Chang AC, Balekian AA, Murthy SC. Treatment of Stage I and II Non-small Cell Lung Cancer. *Chest*. mai 2013;143(5):e278S-e313S.
21. Le Pechoux C, Pourel N, Barlesi F, Lerouge D, Antoni D, Lamezec B, et al. Postoperative radiotherapy versus no postoperative radiotherapy in patients with completely resected non-small-cell lung cancer and proven mediastinal N2 involvement (Lung ART, IFCT 0503): an open-label, randomised, phase 3 trial. *The Lancet Oncology*. janv 2022;23(1):104-14.
22. Forde PM, Spicer J, Lu S, Provencio M, Mitsudomi T, Awad MM, et al. Neoadjuvant Nivolumab plus Chemotherapy in Resectable Lung Cancer. *N Engl J Med*. 26 mai 2022;386(21):1973-85.
23. Al-dliw M, Megri M, Shahoub I, Sahay G, Limjoco TI, Shweihat Y. Pembrolizumab reactivates pulmonary granulomatosis. *Respiratory Medicine Case Reports*. 2017;22:126-9.

24. Timmermans WMC, Van Laar JAM, Van Hagen PM, Van Zelm MC. Immunopathogenesis of granulomas in chronic autoinflammatory diseases. *Clin & Trans Imm.* déc 2016;5(12):e118.
25. Hunt BM, Vallières E, Buduhan G, Aye R, Louie B. Sarcoidosis as a benign cause of lymphadenopathy in cancer patients. *The American Journal of Surgery.* mai 2009;197(5):629-32.
26. INCa. Cancer bronchique non à petites cellules, référentiel national de RCP. [Internet]. 2015. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr>
27. SFCTCV. Cancer primitif non à petites cellules du poumon: pratiques chirurgicales (recommandations). [Internet]. 2008. Disponible sur: [https://www.sfctcv.org/wp-content/uploads/2016/11/recommandations\\_sfctcv\\_texte\\_integral\\_has\\_inca.pdf](https://www.sfctcv.org/wp-content/uploads/2016/11/recommandations_sfctcv_texte_integral_has_inca.pdf)
28. Rami-Porta R, Wittekind C, Goldstraw P. Complete resection in lung cancer surgery: proposed definition. *Lung Cancer.* juill 2005;49(1):25-33.
29. Rami-Porta R, Wittekind C, Goldstraw P. Complete Resection in Lung Cancer Surgery: From Definition to Validation and Beyond. *Journal of Thoracic Oncology.* déc 2020;15(12):1815-8.
30. Edwards JG, Chansky K, Van Schil P, Nicholson AG, Boubia S, Brambilla E, et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: Analysis of Resection Margin Status and Proposals for Residual Tumor Descriptors for Non-Small Cell Lung Cancer. *Journal of Thoracic Oncology.* mars 2020;15(3):344-59.
31. Cahan WG. Radical Lobectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1960;39:555-72.
32. Saji H, Okada M, Tsuboi M, Nakajima R, Suzuki K, Aokage K, et al. Segmentectomy versus lobectomy in small-sized peripheral non-small-cell lung cancer (JCOG0802/WJOG4607L): a multicentre, open-label, phase 3, randomised, controlled, non-inferiority trial. *The Lancet.* avr 2022;399(10335):1607-17.
33. Bendixen M, Jørgensen OD, Kronborg C, Andersen C, Licht PB. Postoperative pain and quality of life after lobectomy via video-assisted thoracoscopic surgery or anterolateral thoracotomy for early stage lung cancer: a randomised controlled trial. *The Lancet Oncology.* juin 2016;17(6):836-44.
34. Pagès PB, Delpy JP, Orsini B, Gossot D, Baste JM, Thomas P, et al. Propensity Score Analysis Comparing Videothoracoscopic Lobectomy With Thoracotomy: A French Nationwide Study. *The Annals of Thoracic Surgery.* avr 2016;101(4):1370-8.
35. Jaklitsch MT, Mery CM, Audisio RA. The use of surgery to treat lung cancer in elderly patients. *The Lancet Oncology.* août 2003;4(8):463-71.

36. Ng CSH, MacDonald JK, Gilbert S, Khan AZ, Kim YT, Louie BE, et al. Optimal Approach to Lobectomy for Non-Small Cell Lung Cancer: Systemic Review and Meta-Analysis. *Innovations (Phila)*. avr 2019;14(2):90-116.
37. O'Sullivan KE, Kreaden US, Hebert AE, Eaton D, Redmond KC. A systematic review and meta-analysis of robotic versus open and video-assisted thoracoscopic surgery approaches for lobectomy. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 1 avr 2019;28(4):526-34.
38. Montagne F, Chaari Z, Bottet B, Sarsam M, Mbadinga F, Selim J, et al. Long-Term Survival Following Minimally Invasive Lung Cancer Surgery: Comparing Robotic-Assisted and Video-Assisted Surgery. *Cancers*. 25 mai 2022;14(11):2611.
39. Kneuertz PJ, D'Souza DM, Richardson M, Abdel-Rasoul M, Moffatt-Bruce SD, Merritt RE. Long-Term Oncologic Outcomes After Robotic Lobectomy for Early-stage Non-Small-cell Lung Cancer Versus Video-assisted Thoracoscopic and Open Thoracotomy Approach. *Clinical Lung Cancer*. mai 2020;21(3):214-224.e2.
40. De Leyn P, Dooms C, Kuzdzal J, Lardinois D, Passlick B, Rami-Porta R, et al. Revised ESTS guidelines for preoperative mediastinal lymph node staging for non-small-cell lung cancer. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 mai 2014;45(5):787-98.
41. Rusch VW, Asamura H, Watanabe H, Giroux DJ, Rami-Porta R, Goldstraw P. The IASLC Lung Cancer Staging Project: A Proposal for a New International Lymph Node Map in the Forthcoming Seventh Edition of the TNM Classification for Lung Cancer. *Journal of Thoracic Oncology*. mai 2009;4(5):568-77.
42. Heineman DJ, Daniels JM, Schreurs WH. Clinical staging of NSCLC: current evidence and implications for adjuvant chemotherapy. *Ther Adv Med Oncol*. sept 2017;9(9):599-609.
43. Zhang F, Xu L, Lu H, Ma A, Wang G. Short-Term Surgical Outcomes for Lobectomy Between Robot-Assisted Thoracic Surgery and Uniportal Video-Assisted Thoracoscopic Surgery. *Front Oncol*. 13 juill 2022;12:914059.
44. Kneuertz PJ, Cheufou DH, D'Souza DM, Mardanzai K, Abdel-Rasoul M, Theegarten D, et al. Propensity-score adjusted comparison of pathologic nodal upstaging by robotic, video-assisted thoracoscopic, and open lobectomy for non-small cell lung cancer. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. nov 2019;158(5):1457-1466.e2.
45. Huang S, Huang X, Huang Z, Luo R, Liang W. Comparison of robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery in the treatment of lung cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Front Oncol*. 30 oct 2023;13:1271709.
46. Tang A, Raja S, Bribriescio AC, Raymond DP, Sudarshan M, Murthy SC, et al. Robotic Approach Offers Similar Nodal Upstaging to Open Lobectomy for Clinical Stage I Non-small Cell Lung Cancer. *The Annals of Thoracic Surgery*. août 2020;110(2):424-33.

47. Lee PC, Port JL, Korst RJ, Liss Y, Meherally DN, Altorki NK. Risk Factors for Occult Mediastinal Metastases in Clinical Stage I Non-Small Cell Lung Cancer. *The Annals of Thoracic Surgery*. juill 2007;84(1):177-81.
48. Bodner J, Wykypiel H, Wetscher G, Schmid T. First experiences with the da Vinci™ operating robot in thoracic surgery☆. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. mai 2004;25(5):844-51.
49. Park BJ, Flores RM, Rusch VW. Robotic assistance for video-assisted thoracic surgical lobectomy: Technique and initial results. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. janv 2006;131(1):54-9.
50. Baste JM, Orsini B, Rinieri P, Melki J, Peillon C. Résections pulmonaires majeures par vidéothoroscopie : 20ans après les premières réalisations. *Revue des Maladies Respiratoires*. avr 2014;31(4):323-35.
51. Mattioni G, Palleschi A, Mendogni P, Tosi D. Approaches and outcomes of Robotic-Assisted Thoracic Surgery (RATS) for lung cancer: a narrative review. *J Robotic Surg*. 21 déc 2022;17(3):797-809.
52. Moretti L, Yu DS, Chen H, Carbone DP, Johnson DH, Keedy VL, et al. Prognostic Factors for Resected Non-Small Cell Lung Cancer with pN2 Status: Implications for Use of Postoperative Radiotherapy. *The Oncologist*. 1 nov 2009;14(11):1106-15.
53. Bankhead P, Loughrey MB, Fernández JA, Dombrowski Y, McArt DG, Dunne PD, et al. QuPath: Open source software for digital pathology image analysis. *Sci Rep*. 4 déc 2017;7(1):16878.
54. Microsoft Corporation. Microsoft Excel. [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://office.microsoft.com/excel>
55. Lehmann E. *Nonparametrics*. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River (NJ). 1998.
56. Hanaoka J, Yoden M, Okamoto K, Kaku R, Ohshio Y. Mediastinal lymph node evaluation, especially at station 4L, in left upper lobe lung cancer. *J Thorac Dis*. sept 2022;14(9):3321-34.
57. Kalata S, Mollberg NM, He C, Clark M, Theurer P, Chang AC, et al. The Role of Lung Cancer Surgical Technique on Lymph Node Sampling and Pathologic Nodal Upstaging. *The Annals of Thoracic Surgery*. mai 2023;115(5):1238-45.
58. Yan TD, Black D, Bannon PG, McCaughan BC. Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized and Nonrandomized Trials on Safety and Efficacy of Video-Assisted Thoracic Surgery Lobectomy for Early-Stage Non-Small-Cell Lung Cancer. *JCO*. 20 mai 2009;27(15):2553-62.



59. Puri V, Patel A, Majumder K, Bell JM, Crabtree TD, Krupnick AS, et al. Intraoperative conversion from video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy to open thoracotomy: A study of causes and implications. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. janv 2015;149(1):55-62.e1.
60. Hennon MW, DeGraaff LH, Groman A, Demmy TL, Yendamuri S. The association of nodal upstaging with surgical approach and its impact on long-term survival after resection of non-small-cell lung cancer. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 mai 2020;57(5):888-95.

# QUALITÉ DU CURAGE GANGLIONNAIRE LYMPHATIQUE EN CHIRURGIE ONCOLOGIQUE THORACIQUE : LA CHIRURGIE ROBOT-ASSISTÉE FAIT-ELLE MIEUX ?

## Introduction

Le curage ganglionnaire lymphatique permet la stadification et la détection précoce des métastases dans les cancers du poumon localisés. La chirurgie thoracique robot-assistée (RATS) semble améliorer la dextérité et la précision de la dissection des ganglions par rapport à la chirurgie vidéo-assistée (VATS), mais ses avantages sur la qualité microscopique, comme le caractère fragmenté des ganglions ou l'intégrité de la capsule, n'ont jamais été évalués. Cette étude visait à comparer la qualité de la dissection ganglionnaire entre la RATS et la VATS.

## Matériel et Méthodes

Les patients opérés d'une lobectomie pulmonaire par RATS ou par VATS à visée carcinologique réalisée au CHU de Rouen par des chirurgiens habitués aux deux approches ont été inclus consécutivement de mai à novembre 2023. Nous avons évalué les paramètres suivants pour chaque curage ganglionnaire : le nombre de stations explorées et de ganglions disséqués, le volume et la taille des fragments ganglionnaires, l'intégrité macroscopique de la capsule et, au niveau microscopique, la surface ganglionnaire étudiable, la proportion de capsule intacte et la surface de parenchyme ganglionnaire électrocoagulé.

## Résultats

Quarante patients ont été inclus, soit 20 opérés par RATS et 20 par VATS. La RATS a montré une supériorité significative sur la VATS en ce qui concerne le nombre de stations ganglionnaires lymphatiques explorées (5 contre 4,  $p = 0,0375$ ) et le nombre de ganglions disséqués (8 contre 6,  $p = 0,0432$ ). Cependant, aucune différence significative n'a été trouvée pour les ganglions médiastinaux N2 concernant le volume des fragments (0,66 ml contre 0,53 ml,  $p = 0,5977$ ), la surface totale observable de parenchyme ganglionnaire au microscope par ganglions prélevés (66,31 mm<sup>2</sup> contre 54,67 mm<sup>2</sup>,  $p = 0,2340$ ), la surface d'électrocoagulation (1,01 mm<sup>2</sup> contre 1,31 mm<sup>2</sup>,  $p = 0,7251$ ) ou le rapport de capsule intacte par la surface de parenchyme ganglionnaire analysable (0,90 contre 0,90,  $p = 0,7039$ ). De la même manière, aucune différence significative n'a été trouvée pour les ganglions N1 concernant le volume des fragments (0,25 ml contre 0,32 ml,  $p = 0,4290$ ), la surface totale observable de parenchyme ganglionnaire au microscope par ganglions prélevés (47,21 mm<sup>2</sup> contre 38,37 mm<sup>2</sup>,  $p = 0,8151$ ), la surface d'électrocoagulation (1,23 mm<sup>2</sup> contre 1,82 mm<sup>2</sup>,  $p = 0,5679$ ) ou le rapport de capsule intacte par la surface de parenchyme ganglionnaire analysable (0,86 contre 0,91,  $p = 0,1069$ ).

## Conclusion

Notre étude met en évidence que le curage ganglionnaire par RATS permet d'explorer un plus grand nombre de stations ganglionnaires et de disséquer un plus grand nombre de ganglions lymphatiques par rapport à la VATS, en accord avec les travaux récents. Cependant, aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée pour les critères de qualité microscopique plus subtils comme l'intégrité capsulaire ou la surface ganglionnaire étudiable.

## Mots clés

Cancer pulmonaire, Chirurgie thoracique, Ganglion lymphatique, Curage ganglionnaire, Qualité, Capsule ganglionnaire.