

Université de Limoges
Faculté de Médecine

Année 2017

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le 24 mars 2017

par

Jérémy TRICARD

né le 22 juin 1987, à Limoges

**Gestion de la cavité pleurale résiduelle post-pneumonectomie avec
ou sans drainage thoracique.**

Une étude comparative

Directeur de thèse : M. le Docteur François Bertin

Examineurs de la thèse :

M. le Professeur Jean Philippe Verhoye-Rocchesani

Président

M^{me} le Professeur Sylvaine Durand-Fontanier

Juge

M. le Professeur Philippe Lacroix

Juge

M. le Professeur Boris Melloni

Juge

M. le Docteur François Bertin

Membre invité

M. le Docteur Denis Asselineau

Membre invité

M. le Docteur Bertrand De Latour

Membre invité



Université de Limoges
Faculté de Médecine

Année 2017

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

présentée et soutenue publiquement
le 24 mars 2017
par

Jérémy TRICARD

né le 22 juin 1987, à Limoges

**Gestion de la cavité pleurale résiduelle post-pneumonectomie avec
ou sans drainage thoracique. Une étude comparative.**

Une étude comparative.

Directeur de thèse : M. le Docteur François Bertin

Examineurs de la thèse :

M. le Professeur Jean Philippe Verhoye-Rocchesani

Président

M^{me} le Professeur Sylvaine Durand-Fontanier

Juge

M. le Professeur Philippe Lacroix

Juge

M. le Professeur Boris Melloni

Juge

M. le Docteur François Bertin

Membre invité

M. le Docteur Denis Asselineau

Membre invité

M. le Docteur Bertrand De Latour

Membre invité



Professeurs des Universités - praticiens hospitaliers

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise	MEDECINE INTERNE
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BEDANE Christophe	DERMATO-VENEREOLOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	O.R.L.
BORDESSOULE Dominique	HEMATOLOGIE
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE d'ADULTES
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE
DESSPORT Jean-Claude	NUTRITION
DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE et SANTE au TRAVAIL



DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
ESSIG Marie	NEPHROLOGIE
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAINANT Alain	CHIRURGIE DIGESTIVE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
MOREAU Jean-Jacques	NEUROCHIRURGIE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE



NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
SAUTEREAU Denis	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
STURTZ Franck	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES
TREVES Richard	RHUMATOLOGIE
TUBIANA-MATHIEU Nicole	CANCEROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
WEINBRECK Pierre	MALADIES INFECTIEUSES
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BRIE Joël	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE
------------------	---

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
-------------------------	----------------------------

BARRAUD Olivier	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
------------------------	-------------------------



BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE
BOUTEILLE Bernard	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
CHABLE Hélène	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
DURAND Karine	BIOLOGIE CELLULAIRE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE CELLULAIRE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
JESUS Pierre	NUTRITION
LE GUYADER Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
LIA Anne-Sophie	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
MURAT Jean-Benjamin	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
QUELVEN-BERTIN Isabelle	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
RIZZO David	HEMATOLOGIE
TCHALLA Achille	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE
WOILLARD Jean-Baptiste	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie	ANGLAIS
-----------------------	---------

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

BUCHON Daniel

DUMOITIER Nathalie

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

MENARD Dominique

PREVOST Martine

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

HOUDARD Gaëtan



PAUTOU-GUILLAUME Marie-Paule

PROFESSEURS EMERITES

ADENIS Jean-Paul du 01.09.2015 au 31.08.2017

ALDIGIER Jean-Claude du 01.09.2016 au 31.08.2018

MERLE Louis du 01.09.2015 au 31.08.2017

MOULIES Dominique du 01.09.2015 au 31.08.2017

VALLAT Jean-Michel du 01.09.2014 au 31.08.2017

VIROT Patrice du 01.09.2016 au 31.08.2018

Le 1^{er} septembre 2016



Assistants Hospitaliers Universitaires – Chefs de Clinique

Le 1^{er} novembre 2015

ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

BLANC Philippe	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
CHUFFART Etienne	ANATOMIE
DONISANU Adriana	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
FAYE Piere-Antoine	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
FREDON Fabien	ANATOMIE
KASPAR Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
MANCIA Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
MATHIEU Pierre-Alain	ANATOMIE (Service d'Orthopédie-Traumatologie)
LOMBEL Guillaume	IMMUNOLOGIE
SERENA Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION

CHEFS DE CLINIQUE - ASSISTANTS DES HOPITAUX

ARDOUIN Elodie	RHUMATOLOGIE
ASSIKAR Safaë	DERMATO-VENEREOLOGIE
BIANCHI Laurent	GASTROENTEROLOGIE (A compter du 12 novembre 2015)
BORDES Jérémie	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
BOURMAULT Loïc	OPHTALMOLOGIE
BUISSON Géraldine	PEDOPSYCHIATRIE
CASSON-MASSELIN Mathilde	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
CAZAVET Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
CHAPELLAS Catherine	REANIMATION
CHATAINIER Pauline	NEUROLOGIE
CHRISTOU Niki	CHIRURGIE DIGESTIVE



COSTE-MAZEAU Perrine	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE (Surnombre du 1er novembre 2015 au 20 février 2016)
CYPIERRE Anne	MEDECINE INTERNE A
DAIX Thomas	REANIMATION
DIJOUX Pierrick	CHIRURGIE INFANTILE
DOST Laura	OPHTALMOLOGIE
EVENO Claire	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
GANTOIS Clément	NEUROCHIRURGIE
GARDIC Solène	UROLOGIE
GONZALEZ Céline	REANIMATION
GSCHWIND Marion	MEDECINE INTERNE B
HOUMAÏDA Hassane	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE (A compter du 02 novembre 2015)
JACQUES Jérémie	GASTRO-ENTEROLOGIE
KENNEL Céline	HEMATOLOGIE
LACORRE Aymeline	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
LAFON Thomas	MEDECINE d'URGENCE
LAVIGNE Benjamin	PSYCHIATRIE d'ADULTES
LE BIVIC Louis	CARDIOLOGIE
LE COUSTUMIER Eve	MALADIES INFECTIEUSES
LEGROS Emilie	PSYCHIATRIE d'ADULTES
LERAT Justine	O.R.L.
MARTIN Sylvain	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
MATT Morgan	MALADIES INFECTIEUSES
MESNARD Chrystelle	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
MONTCUQUET Alexis	NEUROLOGIE



PAPON Arnaud	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
PETITALOT Vincent	CARDIOLOGIE
PONTHIER Laure	PEDIATRIE
ROGER Thomas	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
SAINT PAUL Aude	PNEUMOLOGIE
SCOMPARIN Aurélie	O.R.L.
TAÏBI Abdelkader	CANCEROLOGIE
TRIGOLET Marine	PEDIATRIE

CHEF DE CLINIQUE – MEDECINE GENERALE

RUDELLE Karen

CHEF DE CLINIQUE ASSOCIE – MEDECINE GENERALE

(du 1er novembre 2015 au 31 octobre 2016)

LAUCHET Nadège

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

BALLOUHEY Quentin
CHIRURGIE INFANTILE
(du 1er mai 2015 au 30 avril 2019)

CROS Jérôme
ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
(du 1^{er} mai 2014 au 31 octobre 2018)



A notre Maître,

Monsieur le Professeur Marc Laskar

Nous avons eu la chance d'apprécier votre art et de profiter de votre enseignement.

Votre grande disponibilité et le sincère intérêt que vous avez porté à notre formation et notre avenir professionnel sont remarquables.

Votre capacité à vous affranchir des obstacles, gage d'efficacité et d'avancées, restera un exemple.

Que ce travail soit le témoignage de notre admiration et de notre respect.

Merci pour tout Monsieur



A Aurélie, pour ton amour, ton soutien et au 30 septembre 2017

A mes parents, à qui je dois tout,

A mon Dodo,

A ma famille et ma belle famille,

A mes amis de toujours Julien, Simon, Pierre...



Remerciements

A notre Maître et Président de thèse,

Monsieur le Professeur Jean-Philippe Verhoye Rocchesani

Professeur des Universités de Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire

Vice-président de la Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire

Chirurgien des Hôpitaux

Responsable du Service de Chirurgie Thoracique, Cardiaque et Vasculaire, CHU de Rennes

Vous me faites l'honneur de présider ce jury.

J'ai eu l'immense chance de réaliser un stage hors subdivision au sein de votre service.

Votre rigueur et votre leadership sur le champ opératoire et en dehors resteront des modèles à suivre.

Que ce travail soit le témoignage de ma profonde admiration et de mon plus grand respect.



A nos juges,

Madame le Professeur Sylvaine Durand-Fontanier
Professeur des Universités d'Anatomie
Chirurgien des Hôpitaux
Service de Chirurgie Digestive, Générale et Endocrinienne, CHU de Limoges

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

J'ai effectué mon premier semestre d'internat au sein de votre service où vous avez fait preuve d'une grande disponibilité et vos conseils ont été précieux.

J'ai eu la chance d'assister à vos cours d'anatomie qui ont contribué à me mettre sur la voie de la chirurgie.

Que ce travail soit le témoignage de mon admiration et de mon plus grand respect.

Monsieur le Professeur Philippe Lacroix
Professeur des Universités de Médecine Vasculaire
Responsable du Service de Chirurgie Thoracique et Vasculaire – Médecine Vasculaire,
CHU de Limoges

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Je bénéficie de vos conseils experts dans la prise en charge des patients vasculaires.

Veillez trouver ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur Boris Melloni
Professeur des Universités de Pneumologie
Responsable du Service de Pathologie Respiratoire et Allergologie, CHU de Limoges

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

J'ai la chance de pouvoir bénéficier de vos précieux conseils dans la prise en charge commune des patients.

Par ce travail, veuillez trouver l'expression de mon profond respect.



À nos membres invités,

Monsieur le Docteur François Bertin

Chirurgien des Hôpitaux

Service de Chirurgie Thoracique et Vasculaire – Médecine Vasculaire, CHU de Limoges

Tu me fais l'honneur d'être mon directeur de thèse.

Je ne pense pas pouvoir assez te remercier pour ta totale disponibilité, ton soutien indéfectible, ta sincérité et ta sympathie hors du commun.

Tes qualités humaines, ton incroyable créativité et ta facilité sur le champ opératoire sont louées par tous, j'ai beaucoup de chance de pouvoir profiter de ton enseignement.

Considère ce travail dont tu es l'initiateur comme le témoignage de ma plus grande reconnaissance.

Monsieur le Docteur Denis Asselineau

Anesthésiste-Réanimateur, CHU de Limoges

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Je bénéficie de vos précieux conseils dans la prise en charge commune des patients au bloc opératoire de chirurgie thoracique.

Veuillez trouver ici le témoignage de ma reconnaissance.

Monsieur le Docteur Bertrand De Latour

Chirurgien des Hôpitaux

Service de Chirurgie Thoracique, Cardiaque et Vasculaire, CHU de Rennes

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

J'ai eu la chance de pouvoir profiter de votre enseignement pendant 6 mois et votre passion pour la chirurgie thoracique a su renforcer chez moi l'intérêt pour la spécialité.

Je vous remercie pour votre sympathie et la confiance que vous m'avez accordée au bloc et en dehors.

Votre rigueur opératoire et votre implication dans votre travail forcent le respect.

Par ce travail, veuillez trouver l'expression de ma profonde admiration.



À tous ceux qui m'ont également aidé dans ma formation,

Le Professeur Elisabeth Cornu,
Le Docteur Guillaume Biland,
Le Docteur Emmanuel Gardet,
Le Docteur Alexandre Le Guyader,
Le Docteur Emmanuel Ostyn,
Le Docteur Francis Pesteil,
Le Docteur Alessandro Piccardo,
Le Docteur Seifeddine Sekkal,

Le Docteur Simon Karoutsos
Le Docteur Jean Philippe Marsaud
Le Docteur Isabelle Orsel,
Le Docteur Sébastien Ponsonnard,
Le Docteur Mohamed Sellami,

Le Docteur Amedeo Anselmi,
Le Professeur Erwan Flécher,
Le Docteur Simon Rouzé,

Le Docteur Anne Fabre,
Le Professeur Muriel Mathonnet,
Le Docteur Céline Thomas-Danjon,
Le Professeur et Doyen Denis Valleix,

Le Docteur Claude-Yves Couquet,
Le Docteur Tristan Gauthier,
Le Professeur Pierre Marquet,
Le Professeur Catherine Yardin,

Le Docteur Thomas Daix,
Le Professeur Philippe Vignon.

À tous mes amis et collègues de l'internat.

Aux personnels des services dans lesquels j'ai travaillé.



Je remercie les membres de l'Académie Nationale de Chirurgie pour la confiance qu'ils ont accordée à mon travail de Master 2

Prix du Forum de Recherche Chirurgicale 2016



Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »

disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Table des matières

INTRODUCTION.....	23
I. RAPPELS DE PHYSIOLOGIE ET DE PHYSIOPATHOLOGIE	24
I.1. Éléments en présence	24
I.2. Cavité pleurale résiduelle.....	26
II. HISTOIRE DE LA PNEUMONECTOMIE	27
II.1. Généralités sur la chirurgie thoracique.....	27
II.2. Pneumonectomie et cavité pleurale résiduelle	28
III. ACTUALITES DE LA PNEUMONECTOMIE	31
III.1. Indications.....	31
III.2. Bilan d'opérabilité.....	33
III.3. Techniques chirurgicales	35
III.3.1. Technique chirurgicale abrégée de la pneumonectomie	35
III.3.2. Généralité sur le drainage postopératoire en chirurgie thoracique	37
III.3.3. Complications post-pneumonectomie	40
III.4. Gestion de la cavité pleurale post-pneumonectomie	43
III.4.1. Techniques de gestion de la cavité résiduelle.....	43
III.4.2. Répartition géographique des pratiques	48
III.4.3. Revue de la littérature récente.....	49
III.5. Introduction à notre étude	56
IV. ETUDE COMPARATIVE	57
IV.1. OBJECTIF	57
IV.2. PATIENTS ET METHODES	57
IV.2.1. Recueil des données.....	57
IV.2.2. Technique opératoire	58
IV.2.3. Management péri-opératoire	58
IV.2.4. Caractéristiques des patients	59
IV.2.5. Suites opératoires	60
IV.2.6. Méthode statistique	60
IV.3. RESULTATS	61
IV.4. DISCUSSION	68
IV.4.1. Schéma d'étude et variables recueillies	68
IV.4.2. Caractéristiques des patients et données opératoires	68
IV.4.3. Mortalité	69
IV.4.4. Complications postopératoires et reprises chirurgicales	70
IV.4.5. Durée de séjour	71
IV.4.6. Comparaison avec la littérature.....	71
IV.4.7. Limites de notre étude.....	75
Conclusion	76
Références bibliographiques	77
Annexes	85
Serment d'Hippocrate.....	91

Table des illustrations

Figure 1: Système à 1 bocal (scellé sous eau)	38
Figure 2: Valise de drainage à 3 chambres (système humide).	39
Figure 3: Valise de drainage à 3 chambres (système semi-sec).	39
Figure 4: Drainage en siphonage avec un scellé sous eau.....	44
Figure 5 : Système à 3 bords à équilibrage des pressions.	45
Figure 6 : Valise de drainage à équilibrage des pressions.....	46
Figure 7 : Aspiration d'1 litre d'air après fermeture de la thoracotomie.	48



Table des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques préopératoires des patients	63
Tableau 2: Caractéristiques per-opératoires des patients.....	64
Tableau 3: Mortalité et durées d'hospitalisation	65
Tableau 4: Complications à 30 jours postopératoires	66
Tableau 5: Reprises chirurgicales/drainages thoraciques secondaires et causes de décès à J30	67
Tableau 6: Suivi postopératoire de la série de Limoges réalisée sans drainage et des séries de la littérature de pneumonectomies réalisées avec drainage thoracique	74



INTRODUCTION

La gestion de l'espace pleural post-pneumonectomie est un challenge capital pour le chirurgien thoracique. En effet, le positionnement optimal du médiastin est crucial en postopératoire immédiat car une déviation médiastinale peut avoir un retentissement hémodynamique et respiratoire majeur et potentiellement fatal. Le chirurgien thoracique doit alors équilibrer les pressions de part et d'autre du médiastin.

Pour cela, plusieurs méthodes de gestion de la cavité pleurale post-pneumonectomie existent. Le chirurgien peut choisir d'équilibrer les pressions intra-pleurales en fin d'intervention après fermeture de la paroi thoracique en aspirant de l'air à l'aiguille au sein de la cavité résiduelle, ou en laissant un cathéter en position intercostale permettant la sortie d'air après le repositionnement du patient en décubitus dorsal. Le recours à un drainage de la cavité est également possible, permettant notamment un monitoring du saignement postopératoire. Le drain pourra être laissé en siphonage, ou clampé entre les périodes de vidange, ou encore relié à un système d'équilibrage des pressions. La durée habituelle du drainage va de moins de 24 heures à 72 heures selon les équipes.

Ainsi, il existe actuellement à travers le monde une grande hétérogénéité dans la gestion de la cavité pleurale post-pneumonectomie. Chacune de ces techniques présente des avantages et des inconvénients et apparaît sûre quand elle est utilisée par des équipes rodées. De plus, il n'existe pas dans la littérature de preuve de la supériorité d'une technique sur une autre.

Notre étude est une analyse rétrospective et comparative des suites opératoires précoces entre 2 séries de pneumonectomies effectuées avec des techniques différentes de gestion de l'espace pleural résiduel : une série de pneumonectomies réalisées sans drainage thoracique au Centre Hospitalier Universitaire de Limoges au sein du service de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire et Angiologie du Professeur Marc Laskar et une série de pneumonectomies réalisées avec un drainage postopératoire au Centre Hospitalier Universitaire de Rennes au sein du service de Chirurgie Thoracique Cardiaque et Vasculaire des Professeurs Alain Leguerrier et Jean Philippe Verhoye.

Nous présentons :

- Un bref rappel sur les éléments physiologiques et physiopathologiques mis en jeu en cas de pneumonectomie,
- L'histoire et l'actualité de la pneumonectomie,
- La méthode, les résultats de notre étude et sa discussion,
- La conclusion.



I. RAPPELS DE PHYSIOLOGIE ET DE PHYSIOPATHOLOGIE

L'appareil respiratoire a pour fonction de puiser l'oxygène qui parviendra aux tissus et de rejeter le dioxyde de carbone qu'ils auront produit via le transporteur qu'est la circulation sanguine. Il fonctionne comme une pompe qui renouvelle le mélange gazeux alvéolaire (fonction ventilatoire) et comme un échangeur entre les voies aériennes et la circulation sanguine (fonction de diffusion des gaz). Sa régulation fait intervenir des mécanismes centraux et périphériques qui visent à assurer une hématoxose correcte.

Nous rappelons brièvement les modifications anatomiques et physiologiques engendrées par la pneumonectomie. En effet, au décours d'une pneumonectomie, le rôle d'échangeur disparaît et l'enjeu du drainage éventuel est lié au rôle de pompe qui persiste et aux variations de pression qui se font dans une cavité temporairement vide.

I.1. Éléments en présence

Le système respiratoire est constitué de trois éléments principaux : un contenant représenté par la cage thoracique, une interface pleurale séreuse avec sa cavité virtuelle et un contenu représenté par le poumon.

✓ Le contenant

Le système pulmonaire est contenu dans une enceinte limitée sur le côté par les côtes, le sternum en avant et le rachis en arrière, en bas par le diaphragme et en haut par l'orifice supérieur du thorax. Les limites médiales sont constituées par le médiastin.

Au cours du cycle respiratoire, les mouvements de la cage thoracique sont transmis au poumon via la plèvre. Comme le produit de la pression par le volume d'une masse de gaz est une constante (loi de Boyle-Mariotte : $P \times V = K$), toute variation d'un des éléments de l'équation entraîne une modification en sens inverse de l'autre paramètre. Par ailleurs, les gaz s'écoulent des zones de haute pression vers les zones de basse pression [1].

A l'inspiration, le volume pulmonaire augmente et fait baisser la pression alvéolaire en dessous de la pression atmosphérique, entraînant une entrée d'air dans les poumons jusqu'à l'équilibrage des pressions.

A l'expiration, le volume pulmonaire diminue du fait de la relaxation des muscles inspiratoires et de l'élasticité du poumon. La pression alvéolaire augmente et l'air sort des poumons.

✓ La plèvre

C'est l'interface entre le contenant de l'appareil respiratoire (feuillet pariétal, diaphragmatique et médiastinal) et le poumon (feuillet viscéral). Les deux feuillets de la plèvre forment une cavité virtuelle paraccolement (le volume de liquide pleural est d'environ 0,3 ml/kg à un instant t , avec une « épaisseur » de liquide entre les 2 feuillets pleuraux de 10 à 20 μm).

Elle sécrète et réabsorbe de manière concomitante un liquide dont le but est d'assurer la lubrification des deux feuillets pleuraux. Ainsi, 0,2 à 2 ml/kg/h de liquide pleural sont quotidiennement recyclés. Ce liquide est pauvre en anticorps, d'où la grande sensibilité de la plèvre à l'infection [2].



La pression dans l'espace pleural varie dans le temps, influencée par le cycle respiratoire, la posture, le morphotype et la pression ambiante (-10 cm d'eau en moyenne en décubitus dorsal à hauteur de l'atrium droit, -7 à -9 cm d'eau au niveau de l'apex et 0 à -2 cm d'eau au niveau de la coupole diaphragmatique chez un sujet en position debout). Cette pression négative a une implication mécanique évidente : elle maintient le poumon accolé à la paroi thoracique. Au cours de l'inspiration, la pression pleurale est de -15 cm d'eau et peut aller jusqu'à -40 cm d'eau en inspiration forcée. A l'expiration, elle est de -2cm d'eau et peut dépasser 100 cm d'eau lors de la toux.

La plèvre viscérale est soumise aux forces de rétraction élastique du poumon et tend à se rétracter vers le hile du poumon en fonction du volume pulmonaire : plus le volume pulmonaire augmente, plus les fibres élastiques de la séreuse sont distendues et tendront à revenir sur elle-même. Lors d'une pneumonectomie, la plèvre viscérale et sa force de rétraction disparaissent. Néanmoins, la plèvre ne joue plus son rôle dans la réabsorption du liquide pleural, et cette disparition influence la pression dans la cavité résiduelle et sa gestion. En effet, aux 100 ml environ de liquide pleural produits chaque jour dans des conditions ordinaires, vont s'ajouter les fluides induits par la chirurgie : sang, lymphe et exsudat postopératoire.

La plèvre pariétale est soumise aux forces de rétraction élastique du thorax. Elle tend à se rétracter lorsque le volume pulmonaire augmente. Son rôle dans la sécrétion du liquide pleural persiste après pneumonectomie sans pleurectomie, jouant ainsi sur le remplissage de la cavité résiduelle.

✓ Le poumon

Par définition, après pneumonectomie, l'ensemble du poumon disparaît, laissant place à une cavité pleurale résiduelle.

Durant les 2 à 3 premiers mois après pneumonectomie, il existe une réduction de tous les volumes pulmonaires. Entre 3 et 12 mois, il apparaît une inflation du poumon restant (distension alvéolaire) permettant une augmentation de la capacité pulmonaire totale supérieure à ce qui aurait pu être prévu avec un seul poumon. Le volume résiduel augmente significativement, mais on ne note aucun changement de la capacité vitale (CV) et du volume maximal expiré seconde (VEMS) qui demeurent approximativement à 50 % de leur valeur préopératoire (la définition des volumes pulmonaires mesurables est disponible en annexe). Le maintien du médiastin en position médiane en postopératoire n'empêche pas cette hyper-expansion [3]. Un cas de comblement quasi-total de la cavité par le poumon controlatéral à 2 ans a été rapporté [4].

A long terme, on estime que la perte de la capacité ventilatoire est de 20 à 40% au repos après pneumonectomie, de 15 à 28 % à l'exercice, mais ces valeurs fonctionnelles reflètent mal la qualité de vie des patients, qui dépend beaucoup de l'état du parenchyme pulmonaire restant chez des patients souvent porteur de bronchopneumopathie chronique obstructive. De plus, l'hyperinflation du poumon restant pourrait évoluer vers une maladie emphysémateuse responsable de dysfonctions cardio-pulmonaires à long terme.

I.2. Cavité pleurale résiduelle

Après pneumonectomie, seule la cage thoracique reste, avec le feuillet pleural pariétal, sauf en cas de pleurectomie associée. Il en résulte donc une cavité résiduelle, soumise aux variations de pression dues au travail respiratoire qui persiste. Durant la période postopératoire précoce (24 premières heures), toute aspiration d'air provenant de la cavité pleurale résiduelle peut entraîner le déplacement du médiastin vers le côté opéré, tandis qu'un excès d'air additionné à l'accumulation des fluides postopératoires peut dévier le médiastin vers le poumon restant. Bon nombres de complications peuvent survenir en cas de déplacement majeur du médiastin ou si cette déviation se fait trop rapidement après fermeture de la paroi thoracique (voir plus loin).

Dans les 24 à 48 heures, l'air de la cavité pleurale résiduelle est progressivement réabsorbé ou diffusé dans les tissus mous de la paroi thoracique, générant une pression négative au sein de la cavité pleurale résiduelle. Du fait de cette pression négative, il existe une ascension de l'hémi-coupole diaphragmatique, un pincement des espaces intercostaux et la déviation du médiastin vers le côté opéré. Cette pression négative entretenant le saignement, si minime soit-il, l'hémostase durant l'intervention doit être parfaite.

D'autre part, un liquide séro-fibrineux comble la cavité en trois à quatre semaines [5], avec une phase plus rapide au début soit 80 à 90 % de comblement au cours des deux premières semaines [6], puis s'organise en liquide de consistance gélatineuse. Le niveau hydro-aérique monte progressivement, d'environ deux espaces intercostaux par jour (environ 500 ml) pour laisser la place à un « poumon blanc » sur le plan radiographique. Tout retard d'oblitération de l'espace résiduel devra faire éliminer une fistule broncho-pleurale (voir plus loin).

Le concept de « benign emptying of the post-pneumonectomy space » a été décrit en 2011 [7-8]. Il s'agit d'un événement extrêmement rare. Le niveau liquidien baisse rapidement en postopératoire sans aucune FBP authentifié chez un patient totalement asymptomatique. Le niveau remonte par la suite. Plusieurs hypothèses ont été formulées pour expliquer ce phénomène. La plus récente consiste en l'existence d'une microscopique fistule broncho-pleurale se fermant spontanément. La pression pleurale négative s'est alors égalisée avec la pression atmosphérique, inversant alors la balance hydrostatique et le liquide pleural est alors absorbé par la plèvre pariétale.

De plus, le comblement complet de la cavité peut parfois prendre plus longtemps qu'un mois, des durées de 7 mois sont rapportées dans la littérature [5-9]. Certains patients conservent même un espace d'air résiduel tout à fait bien toléré sans que l'on objective de complication [10,11].

Ainsi, toutes les modifications physiologiques intervenant au sein de la cavité post-pneumonectomie ne sont toujours pas totalement expliquées.



II. HISTOIRE DE LA PNEUMONECTOMIE

II.1. Généralités sur la chirurgie thoracique

L'histoire de la chirurgie thoracique prend ses sources dans la chirurgie générale [12]. En effet, les premiers pionniers à s'être lancés dans le développement de la spécialité thoracique sont issus de cette discipline. La spécialité a connu un développement fulgurant durant la période de l'entre deux guerres, mais la première exérèse réussie chez l'homme remonte à 1891, date à laquelle Théodore Tuffier réalisait à l'hôpital Beaujon « la première résection pulmonaire avec survie du patient » chez un tuberculeux.

Au début du 20^{ème} siècle, les principales causes de maladies pulmonaires dans les pays en cours de révolution industrielle étaient infectieuses. La tuberculose, les abcès pulmonaires, les pleurésies purulentes, les bronchectasies et les pneumonies suppurées représentaient les principales préoccupations des chirurgiens se confrontant à la chirurgie thoracique. Les cancers pulmonaires, moins fréquents, étaient considérés comme incurables.

Le drainage pleural est apparu avec le traitement des pleurésies purulentes. De la ponction à l'aiguille au drain aspiratif, les dispositifs ont été inventés avec l'arrière-pensée du pneumothorax. Etant considéré à juste titre comme un obstacle à la guérison de l'empyème et à l'expansion du poumon, il a contribué à l'apparition de systèmes clos ou à valves anti-retour (valve de Heimlich) ou encore aux systèmes à bouches aspiratifs ou non.

La ventilation, quant à elle, a connu un développement en deux temps. James Curry développa en 1792 une ventilation trachéale par un tube associée à une protection des voies aériennes par un second tube équipé d'un ballonnet. La ventilation fut rendue responsable de pneumothorax et de ruptures alvéolaires, la condamnant à disparaître temporairement en 1827. Il a ensuite fallu cinquante ans avant qu'elle soit réutilisée et améliorée. En 1887, George Fell crée le premier respirateur artificiel, initiant la suppléance de la fonction respiratoire chez les opérés ou les patients surdosés en morphiniques. Les sondes d'intubation se développèrent progressivement, permettant d'abord de ventiler un seul poumon puis de ventiler les deux en autorisant l'exclusion temporaire du poumon opéré. L'aboutissement ultime réside dans la sonde d'Eric Carlens, sonde à double lumière flexible et profilée pour se placer en butée sur la carène. Initialement créée pour la spirométrie, elle est utilisée pour les interventions à thorax ouvert ou par thoracoscopie. La ventilation trachéale en pression positive a permis de contourner le problème du pneumothorax qui suivait chaque ouverture de la paroi et avait fait développer dans un premier temps des chambres opératoires à pression négative pour le thorax ou à pression positive pour la tête. En effet, l'ouverture du thorax induisait un collapsus pulmonaire et surtout une déviation du médiastin vers le poumon controlatéral qui se trouvait comprimé. Les défaillances cardio-respiratoires qui s'ensuivaient étaient potentiellement catastrophiques et ont freiné le développement de la chirurgie thoracique.

L'abord du poumon se faisant à travers la cage thoracique, l'exposition a requis des écarteurs spécifiques. Ils sont apparus au début du 20^{ème} siècle avec Johann von Mikulicz,



Howard Lilienthal, Théodore Tuffier et Enrique Finochietto. De même les rugines, les costotomes et les rapprocheurs de côtes se sont développés au cours de la première moitié du 20^{ème} siècle.

L'avancée spectaculaire en matière de suture est due aux sutures automatiques. Dès 1908, le hongrois Humer Hütl invente l'agrafeuse mécanique avec son frère ingénieur et un fabricant d'instruments de chirurgie. Le principe est toujours le même de nos jours : une lame sépare les tranches tissulaires agrafées par deux rangées d'agrafes de chaque côté, ou bien deux rangées d'agrafes permettent de sectionner les tissus en préservant l'aérostase. Les améliorations faites depuis l'invention ont seulement porté sur la simplification mécanique et sur l'ergonomie. C'est Mark M. Ravitch qui a rapporté ce matériel aux Etats Unis après une visite en Ukraine, là où N. M. Amosov avait amélioré les premiers modèles [13]. Ensuite sont apparus les dispositifs stériles à usage unique pré-chargés qui sont employés à l'heure actuelle.

II.2. Pneumonectomie et cavité pleurale résiduelle

Les pionniers de la chirurgie thoracique, persuadés du bien fondé de leurs indications et de leur technique, ont su faire abstraction d'une mortalité qui serait aujourd'hui inacceptable mais qui reflétait probablement la gravité des maladies de leurs premiers patients. Jusqu'au début des années 1930, les premières tentatives de pneumonectomies se soldèrent par le décès des patients par choc hémorragique, œdème pulmonaire ou pneumonie controlatéraux, fistule bronchique ou sepsis : Macewen (1895), pneumonectomie en plusieurs temps pour tuberculose avec empyème ; Kummel (1933), pneumonectomie pour cancer avec la technique du « tourniquet » ou ligature en masse de tout le pédicule pulmonaire, décès au sixième jour ; Hinz (1922), pneumonectomie avec la technique de ligature séparée, décès au troisième jour [14].

C'est Rudolph Nissen qui réussissait la première pneumonectomie pour bronchectasie en 1930 à Berlin chez une patiente de 12 ans, accidentée sur la voie publique. Sa bronche souche gauche rompue cicatriza en sténosant, entraînant une bronchectasie gravissime et de multiples infections. En dépit de la crainte du tableau d'embolie pulmonaire massive secondaire à une ligature complète de l'artère pulmonaire gauche, il réalisa la pneumonectomie, en deux temps, laissant les deux lobes se nécroser avant de les retirer. La jeune fille devint mère de famille.

En mai 1933, Evarts Ambrose Graham [15] réalisa à Saint-Louis la première pneumonectomie gauche pour cancer, toujours par ligature en bloc du pédicule, mais en un temps. En fin de procédure, une thoracoplastie étendue par exérèse de 7 côtes était réalisée pour affaisser la cavité résiduelle. Un petit cathéter était placé dans la cavité pleurale avant la fermeture du thorax relié à un tube en caoutchouc dont l'extrémité plongeait dans un bocal rempli d'acide borique. Le drainage produisait 800 ml de liquide séro-sanglant les 2 premiers jours puis se tarissait à J5. Le patient opéré à l'âge de 48 ans reprit son activité de gynécologue et mourut à 78 ans.

La technique évolua une nouvelle fois avec l'apparition des exérèses par dissection individuelle des éléments artériels, veineux et bronchiques du poumon. Appliquée et réussie pour la première fois pour une pneumonectomie à gauche chez l'homme par Edward Archibald en juillet 1933, la technique fut utilisée avec succès à droite pour la première fois en novembre de la même année par Richard Overholt [16], lequel décrivit aussi l'aspiration d'air dans la cavité de pneumonectomie après fermeture de l'incision pour équilibrer les pressions en 1935 [17]. Il rapporta 8 cas de pneumonectomie sans drainage. L'après-midi du jour de l'intervention, il aspirait de l'air dans la cavité pleurale pour maintenir une pression comprise entre 4 et 10 cm d'eau.

En 1933, William Rienhoff réalisa une pneumonectomie sans drainage de la cavité résiduelle chez 2 patients [18] et rapporta des suites postopératoires non compliquées. Il aspirait à 3 reprises en postopératoire une petite quantité de liquide séro-sanglant chez les 2 patients, qui se révélait stérile. Il publia les principes de la dissection atraumatique, de la conservation de la vascularisation bronchique et de la pleuralisation en 1942 [19]. Il insista sur l'intérêt de l'application d'un produit iodé sur le moignon bronchique pour la désinfection et la provocation d'adhérences, procédés toujours appliqués de nos jours [12].

Archibald, Overholt et Rienhoff sont donc les pères de la pneumonectomie moderne. Cependant, le premier à avoir procédé à une exérèse pulmonaire suivant ce principe de dissection individuelle est Morrison Davies, au cours d'une lobectomie pour cancer en 1912, soit 21 ans auparavant !

Storey et Laforet [20] décrivent en premier le principe du drainage à équilibrage des pressions après pneumonectomie en 1953, et Laforet et Boyd rapportèrent cette technique de nouveau en 1964 [21], présentée comme permettant le maintien du médiastin à sa position physiologique optimale. Avant l'émergence de ce système, si un drain thoracique était mis en place, celui-ci était connecté à un système à bouches (scellé sous eau). Le drain était classiquement maintenu clampé en permanence sauf pour surveiller le saignement, évacuer du liquide pleural ou ajuster la position du médiastin.

En 1973, H. Le Brigand, alors Chirurgien-Chef du Centre Chirurgical Marie Lannelongue, décrivait sa méthode de gestion de la cavité pleurale post-pneumonectomie dans le *Nouveau Traité de Technique Chirurgicale* [22]. Il expliquait ceci : « contrairement aux données classiques, nous avons pris l'habitude de drainer la plupart de nos pneumonectomies, sauf celles qui ont été faites en plèvre libre, par dissection extra-péricardique, avec un risque de saignement secondaire pratiquement nul. Hormis ce cas, nous mettons un drain de décompression ». Ce drain relié à un scellé sous eau classique était maintenu clampé pour ne pas créer un risque d'inoculation septique permanente et pour que la pression ne devienne pas de plus en plus négative ce qui aurait entraîné le déplacement du médiastin du côté opéré, compromettant le jeu du poumon restant et du cœur. Le drain n'était déclampé que pour décompresser et rééquilibrer le médiastin. Le drain était placé à mi hauteur de la poche, et non à la partie déclive. En effet, lors de l'ablation du drain, « son trajet est infiltré par de l'épanchement, pouvant venir sourdre à la peau ». Une infection de l'orifice de drainage aurait risqué, par propagation ascendante, de créer un empyème. Il décrivait alors la technique de contrôle des pressions de la cavité : « si la pression est très négative, il faut laisser rentrer de l'air par le drain. Le drain clampé est déconnecté de la tubulure, puis le malade étant couché, le drain est tenu verticalement ; on

le déclame alors très doucement et on laisse filtrer l'air dans le thorax ». En cas d'épanchement abondant, le drain était déclampé : « dès le siphonage amorcé, l'évacuation se fait à très grande vitesse (500 cm³ en 30 secondes !), ce qui peut être très nocif. Il faut pincer le drain entre pouce et index et contrôler l'évacuation du liquide ; en 2 à 3 minutes, on évacue facilement 300 à 400 cm³. Or, dès que la pression devient très basse dans le thorax, le patient accuse une gêne ou une douleur, parfois vives ou même angoissantes : il faut aussitôt cesser l'évacuation. » La technique décrite ci-avant était alors réalisée pour lutter contre cette pression devenue trop négative. « Un épanchement de 1000 à 1200 cm³ est évacué en 2 à 4 reprises ». Le drain était retiré « obligatoirement » à 48 heures sauf en contexte septique.

En 1973, une équipe américaine présentait leur série de 408 pneumonectomies réalisées sans drainage de la cavité [23]. Le médiastin était stabilisé en créant une pression intra-pleurale négative. Une antibiothérapie était administrée en intra-pleural et par voie intraveineuse. Un monitoring de la pression intra-pleurale était réalisé par un appareil utilisé pour la thérapie par pneumothorax artificiel pour le traitement de la tuberculose (du type Maxwell Box). Devant le faible taux de complication, l'absence de déviation médiastinale significative et aucune reprise pour saignement, les auteurs concluaient que le drainage après pneumonectomie n'était pas nécessaire.

En 1975, Miller et al. [24] recommandaient l'utilisation de la valise de drainage à équilibrage des pressions pour le traitement des empyèmes post-pneumonectomie. Ils rapportèrent 3 patients traités avec succès avec ce système associé à une antibiothérapie intraveineuse et des irrigations pleurales continues.

En 1979, Ramenofsky puis Raffensberger publiaient leurs travaux chez le chiot. Le premier montrait qu'après pneumonectomie, tous les chiots avec un drain relié à un scellé sous eau décédaient d'insuffisance respiratoire aigüe dans les 24 premières heures postopératoires tandis que les chiots avec un drain connecté à un manomètre permettant le maintien du médiastin en position médiane étaient tous vivants [25]. Dans une expérience similaire, Raffensberger retrouvait une hypoxémie et une hypercapnie chez les chiots en cas d'aspiration excessive d'air de la cavité post-pneumonectomie [26].



III. ACTUALITES DE LA PNEUMONECTOMIE

La pneumonectomie a évolué dans sa technique mais aussi dans ses indications et sa prise en charge globale. L'évaluation préopératoire des patients est aboutie, les conséquences et les complications de la pneumonectomie sont cernées et le devenir des patients a été étudié.

III.1. Indications

✓ Pathologie pulmonaire maligne

Les atteintes nécessitant une pneumonectomie sont variées mais les néoplasies bronchiques (cancer bronchique non à petites cellules) sont devenues la principale cause de pneumonectomie. La pneumonectomie était historiquement considérée comme étant l'intervention chirurgicale de référence dans le traitement du cancer bronchique puisque les techniques alternatives à la pneumonectomie (lobectomie, sleeve lobectomie ou réimplantation pulmonaire) étaient suspectées de favoriser la survenue de fistules bronchiques, de récurrence locale et de compromettre la survie à long terme. Aujourd'hui, les techniques d'épargne parenchymateuse sont à privilégier dans la mesure du possible. Environ 450 actes de pneumonectomies pour cancer par an en France sont recensés dans la base de données nationale EPITHOR (Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire), sachant que tous les centres de chirurgie thoracique ne réalisent pas encore un recensement électif de leur activité.

Il existe évidemment toujours des cas où c'est l'ensemble du poumon qui doit être résecté. La résection doit être associée à un curage ganglionnaire médiastinal radical. Une tomodensitométrie à émission de position couplée au scanner (TEP-scanner) et une imagerie cérébrale complètent le bilan d'extension (IRM cérébrale à privilégier). Un staging ganglionnaire médiastinal invasif est réalisé en cas d'adénopathie médiastinale hypermétabolique ou supra-centimétrique au TEP-scanner et en l'absence de métastase à distance (biopsies par EBUS en première intention (écho-endoscopie trans-bronchique) et médiastinoscopie en cas d'échec de l'EBUS et forte suspicion d'atteinte ganglionnaire). Une tumeur N2 (adénopathie médiastinale homolatérale) fera classiquement réaliser un traitement néoadjuvant avant d'envisager une chirurgie après réévaluation.

Fréquemment, l'indication de pneumonectomie est portée d'emblée sur les données anatomiques des examens paracliniques préopératoires. La localisation de la lésion tumorale lors de la fibroscopie bronchique et les rapports anatomiques entre la tumeur et le reste du poumon sont précieuses (tomodensitométrie thoracique injectée). Lorsque la tumeur est localisée sur une bronche souche, sur le tronc intermédiaire ou près de l'orifice de la bronche lobaire supérieure droite, la pneumonectomie est le plus souvent requise. Dans d'autres cas, la tomodensitométrie peut préciser les rapports entre la tumeur et les gros vaisseaux ou le franchissement d'une scissure. Parfois, ce sont les constatations peropératoires qui font changer la décision initiale de lobectomie, du fait de l'extension au hile ou du caractère non clivable de la tumeur [27].



La pneumonectomie peut aussi consister en la totalisation d'une exérèse partielle. La totalisation est immédiate quand les marges sont envahies sur les recoupes analysées en ex tempore ou lorsque l'on constate un infarctus veineux ou une sténose de l'artère pulmonaire ou un envahissement ganglionnaire interlobaire [28]. Exceptionnellement, elle peut être indiquée dans l'urgence pour traiter une complication survenant après résection pulmonaire partielle (déhiscence de suture bronchique). La totalisation peut aussi se faire à distance quand il existe une récurrence cancéreuse (poursuite évolutive de la même maladie) ou un autre cancer bronchique (métachrone) sur le poumon opéré, ou encore lorsqu'il existe une sténose bronchique ou une atteinte bénigne récidivante.

La réalisation d'une pneumonectomie pour métastase pulmonaire peut se discuter devant une grosse lésion unique responsable d'une exclusion fonctionnelle pulmonaire. La pleuropneumonectomie extrapleurale est un des traitements du mésothéliome malin pleural de forme épithéliale, de stade précoce (inférieur au stade 3 de l'International Mesothelioma Interest Group [IMIG]). Dans ce cas, la résection chirurgicale s'intègre dans un traitement plurimodal associant chimiothérapie et radiothérapie.

✓ Pathologie pulmonaire bénigne

Une pneumonectomie peut se justifier pour traiter des lésions pulmonaires inflammatoires chroniques (bronchiectasies) responsables d'une destruction fonctionnelle pulmonaire ou des lésions infectieuses non contrôlées. La fréquence des pneumonectomies pour atteintes bénignes a fortement diminué au cours du temps. En effet les progrès réalisés dans la prévention et le traitement de la tuberculose, l'amélioration des conditions de vie et les antibiothérapies modernes ont permis d'éviter nombre d'interventions. La réalisation d'une pneumonectomie est aujourd'hui exceptionnelle pour lésions infectieuses compliquées (tuberculose, mycobactérioses atypiques, aspergillome) :

- Dans le cadre des tuberculoses multi-résistantes, le geste parenchymateux effectué est une pneumonectomie dans 20 à 54 % des cas selon les séries [29-34], où l'on doit alors s'attacher à isoler la bronche le plus rapidement possible afin de ne pas risquer l'ensemencement du poumon controlatéral.
- Aspergillome : il existe une indication chirurgicale chez les patients opérables (fonction respiratoire) atteints d'aspergillome sur séquelle tuberculeuse [35-36], devant l'absence de traitement médical curatif et le risque d'hémoptysie massive. Hors contexte de tuberculose, une chirurgie d'exérèse d'aspergillome est indiquée en cas d'hémoptysie [37]. Dans ces indications, le geste est une pneumonectomie dans 15 % des cas environ [37-38].
- Destructures parenchymateuses et dilatations des bronches : il existe une indication chirurgicale en cas d'altération de l'état général sur sepsis chronique, de pneumopathies ou d'hémoptysies récidivantes ou dans les cas de colonisation à germes multi-résistants. Une pneumonectomie est réalisée dans plus de 80% des cas [39] en cas de tuberculose, plus rarement en cas de mycobactériose atypique.

Les abcès pulmonaires et les pneumopathies nécrosantes à pyogènes se sont raréfiés après l'arrivée des antibiotiques, mais s'il existe une association maligne, une hémoptysie importante ou un abcès au sein d'un parenchyme nécrosé, la pneumonectomie doit être proposée.

En urgence, elle peut être salvatrice d'un traumatisme thoracique sévère unilatéral, par plaie pénétrante ou par blunt, les deux étant parfois associés. La pneumonectomie est nécessaire en cas de rupture des vaisseaux pulmonaires au niveau du hile avec hémorragie majeure ou de fuite aérique secondaire à une rupture bronchique ou à des lésions parenchymateuses étendues. Dans ces indications, la pneumonectomie est grevée d'une mortalité particulièrement élevée, de 65 % à 100 % [40,41], souvent dans un contexte de polytraumatisme.

Exceptionnellement, les anomalies congénitales et les complications infectieuses chroniques qu'elles entraînent conduisent à la pneumonectomie. Les malformations adénomatoïdes kystiques étendues, les poumons hypoplasiques et les fistules œsobronchiques représentent la plupart de ces étiologies. Parfois, une anomalie artério-veineuse majeure responsable d'hémoptysies ne peut être correctement traitée par lobectomie et le poumon doit être retiré en totalité.

III.2. Bilan d'opérabilité

✓ Bilan cardiaque

La pneumonectomie est considérée par la Société Européenne de Cardiologie (ESC) comme une intervention à haut risque chirurgical (risque de décès de cause cardiovasculaire et d'infarctus du myocarde dans les 30 jours postopératoires >5% indépendamment des comorbidités du patient) [42]. Toute dysfonction cardiaque aigüe doit être traitée avant la chirurgie (syndrome coronaire instable, insuffisance cardiaque aigüe, arythmie et valvulopathie significatives). Une évaluation clinique (électrocardiogramme) et fonctionnelle doit être réalisée par une estimation du métabolisme basal en MET (Equivalent Métabolique). Si le MET est \leq à 4 (montée de 2 étages symptomatique) ou non évaluable, une échographie cardiaque trans-thoracique (ETT) est indiquée si le score de Lee est $>$ à 1 (angor d'effort/antécédent de syndrome coronaire aigu, insuffisance cardiaque, antécédent d'accident vasculaire cérébral ou accident ischémique transitoire, insuffisance rénale, diabète insulino-dépendant) et une épreuve de stress est indiquée si le score de Lee est \geq à 3 (échographie-dobutamine ou scintigraphie myocardique au thalium et dipirydamol). En pratique, l'ETT est la plupart du temps demandée avant pneumonectomie, notamment pour apprécier la fonction ventriculaire droite (hypertension artérielle pulmonaire).

En effet, si la fonction ventriculaire gauche est classiquement conservée après pneumonectomie [43], il existe une dysfonction ventriculaire droite secondaire à une augmentation de la post-charge du ventricule droit (VD). Normalement, il n'existe pas de surcharge du VD après pneumonectomie car la circulation pulmonaire est capable



d'accepter de larges variations de débit sans changement de pression. La dilatation du VD et le recrutement de vaisseaux pulmonaires permettent une augmentation discrète de la pression artérielle pulmonaire au repos. En revanche, à l'exercice, l'augmentation du volume du VD atteint ses limites et démasque une élévation nette de la postcharge.

✓ Bilan fonctionnel respiratoire

Les sociétés savantes européennes ERS et ESTS (European Respiratory Society et European Society of Thoracic Surgeons) recommandent en première intention la mesure du VEMS post-bronchodilatateur (volume expiré maximum seconde) par spirométrie, exprimé en pourcentage de la valeur prédite (qui dépend du sexe, de l'âge et de la taille) et la mesure du transfert du monoxyde de carbone (TCO ou DLCO, capacité de diffusion du monoxyde de carbone inhalé de l'alvéole vers le sang des capillaires) qui est un facteur indépendant de mortalité à court et à long terme. La réalisation d'une pneumonectomie est autorisée si ces deux mesures sont > à 80% de la valeur prédite. Si ce n'est pas le cas, une épreuve fonctionnelle à l'exercice doit être réalisée et le test cardio-respiratoire maximal (mesure de la VO₂ max : consommation maximale d'oxygène) est alors le gold standard. Une pneumonectomie peut être réalisée sans risque pour une valeur de VO₂ max > 20ml/min/kg soit 75% de la valeur prédite [44].

L'ACCP (American College of Chest Physicians) et la BTS (British Thoracic Society) préconisent le calcul de la fonction respiratoire résiduelle (valeurs postopératoires prédites (pop)) en première intention, qui possède une meilleure valeur prédictive de complications que les données préopératoires (mais est en fait peu prédictif des véritables valeurs postopératoires). Avant pneumonectomie, une analyse scintigraphique de la ventilation ou de la perfusion ou une tomодensitométrie quantitative doit être réalisée. Le calcul des valeurs postopératoires prédites après pneumonectomie est le suivant :

$VEMSpop = VEMS\ preop \times (1 - FC)$, où FC est la contribution fonctionnelle du parenchyme à réséquer, ou fraction de la perfusion totale.

Pour la BTS, des valeurs de VEMS et de TLCO > à 40% de la valeur prédite autorisent la pneumonectomie sans test complémentaire [45], tandis que l'ACCP préconise des valeurs > à 60% [46]. Si ce n'est pas le cas, il faut considérer les résultats à l'épreuve d'effort (VO₂ max >15 ml/min/kg soit 65% de la valeur prédite pour la BTS, et >20ml/min/kg soit 75 % de la valeur prédite pour l'ACCP et l'ERS/ESTS [44]).



III.3. Techniques chirurgicales

III.3.1. Technique chirurgicale abrégée de la pneumonectomie

Le principe de la pneumonectomie consiste en un abord individuel des éléments du hile avec dissection, contrôle, ligature et section. Les structures constituant le hile sont les mêmes à droite et à gauche mais diffèrent par leur disposition et conduisent à des techniques opératoires variables. La voie d'abord classique est la thoracotomie postérolatérale en S italique dans le cinquième espace intercostal avec conservation du muscle grand dentelé. Des cas de pneumonectomie par vidéo-thoracoscopie avec thoracotomie utilitaire ont été rapportés dès le début des années 1990 [47]. Le malade est installé en décubitus latéral avec l'épaule classiquement en antépulsion pour effacer la pointe de l'omoplate du cinquième espace intercostal [48]. Certaines équipes préfèrent placer le bras et l'avant bras du côté opéré à 90 ° sur un appui bras. L'utilisation d'un matelas coquille pour l'installation permet de limiter les manipulations des appuis (pubien, sacré, sternal, voire interscapulaire), d'accroître la surface d'appui du patient et d'assurer une stabilité permanente même en cas de changement de position de la table. La présence du matelas coquille implique deux précautions particulières que sont la vérification de la fermeture de la valve en fin d'installation (maintien du vide et de la position du patient) et le positionnement rigoureux du bistouri électrique après utilisation (risque d'incendie en cas de brûlure des billes du matelas). Certaines équipes placent un billot à hauteur de la pointe de l'omoplate ou angulent la table opératoire permettant théoriquement d'écartier les espaces intercostaux.

✓ Rappels anatomiques

Le hile pulmonaire droit est constitué de l'artère pulmonaire droite, des veines pulmonaires droites supérieure et inférieure et de la bronche souche droite. L'artère pulmonaire droite entre dans le hile en passant en arrière de la veine cave supérieure, cheminant en avant et en dessous de la bronche. La veine pulmonaire supérieure est en avant de l'artère. La veine pulmonaire inférieure chemine en dessous et en arrière de la veine supérieure. La bronche souche est l'élément le plus supérieur et postérieur, elle pénètre le hile en passant sous la veine azygos.

A gauche, l'artère est l'élément le plus antérieur et supérieur. La veine pulmonaire supérieure chemine en avant et en dessous de l'artère. La veine pulmonaire inférieure est en dessous et en arrière de la veine supérieure. La bronche souche s'insinue entre la veine supérieure en avant, l'artère pulmonaire en haut et en arrière, et au-dessus de la veine inférieure [49].

La disposition anatomique, la localisation tumorale et les risques opératoires font que la séquence de contrôle des éléments du hile est variable. Il serait préférable de réaliser la ligature des veines pulmonaires en premier pour éviter de principe l'essaimage de cellules néoplasiques dans la circulation en cas de néoplasie, mais l'avantage thérapeutique de cette technique n'a jamais été démontré [50].

Le rétablissement des conditions anatomiques normales (libération de symphyse pleurale, dissection extra-pleurale si adhérence intime) et l'observation du hile permet d'établir le caractère résécable du poumon avant toute ligature [51].

✓ Pneumectomie droite d'avant en arrière

La dissection intéresse successivement la veine pulmonaire supérieure puis inférieure, l'artère pulmonaire et enfin la bronche souche droite. S'ensuit le curage ganglionnaire des régions 7, 8D, 9D, 2D, 3 et 4D de la classification de Mountain et Naruke [52] (voir en annexe), qui permet la classification TNM postopératoire (voir en annexe). La veine azygos peut être sacrifiée lors du curage de la région 4D.

✓ Pneumectomie droite avec approche latérale

Cette approche permet d'aborder les différents éléments du hile de façon plus variable en fonction de la localisation de la tumeur pour les cas de néoplasie, en les individualisant dans le sens horaire ou anti-horaire, en commençant par la dissection du ligament pulmonaire inférieur et le prélèvement ganglionnaire de la région 9D.

✓ Pneumectomie gauche d'avant en arrière

La veine pulmonaire supérieure gauche peut être abordée et sectionnée en premier pour libérer l'artère pulmonaire dont elle masque le bord inférieur. Mais sa réclinaison permet de ligaturer l'artère en premier. La bronche est abordée après section de l'artère et est en partie masquée par l'arche aortique. La veine pulmonaire inférieure est sectionnée après rétraction prudente du cœur et section du ligament pulmonaire inférieur. Le curage concerne les régions 5, 6, 7, 8G et 9G alors que les régions 2G, 3 et 4G sont masquées par l'arche aortique.

Au cours du curage des régions 5 et 6, il faut repérer le nerf récurrent lorsqu'il se sépare du nerf vague avant de passer sous l'arche d'avant en arrière, en dehors du ligament artériel.

✓ Pneumectomie gauche avec approche latérale

Comme à droite, cette approche permet de varier la séquence de contrôle des éléments du hile après la section du ligament pulmonaire inférieur, en fonction de la disposition anatomique du hile et de la localisation éventuelle d'une tumeur.

Dans certains cas, la pneumectomie doit se faire par voie intrapéricardique, lorsque la dissection est rendue difficile par les séquelles inflammatoires ou par la proximité de la tumeur par rapport au hile. Toute ouverture de péricarde faisant craindre un risque de hernie cardiaque ou a fortiori de luxation cardiaque doit être fermée non hermétiquement par suture directe ou par un treillis résorbable d'acide polyglactine ou un patch péricardique biologique en cas de large résection péricardique [48]. Ce type de complication est encore rapporté dans la littérature récente [53].



Après l'extraction de la pièce, le curage et l'hémostase, on réalise un test à l'eau pour tester l'étanchéité de la suture bronchique : l'anesthésiste doit exercer une pression d'environ 30 à 35 cm H₂O dans la trachée [51] alors que la cavité est remplie de sérum tiède, la suture bronchique étant immergée.

L'enfouissement de la suture, surtout du côté droit, est de notre point de vue un geste important pour la prévention des fistules bronchiques. Le moignon est inévitablement moins vascularisé après curage ganglionnaire de type radical et est secondairement menacé par les traitements adjuvants. Les matériaux utilisables sont choisis parmi un lambeau de plèvre médiastinale, qui a l'avantage de la rapidité de réalisation, un lambeau de graisse péricardique ou thymique pédiculisé, un lambeau diaphragmatique retourné, la veine azygos à droite.... Un lambeau musculaire pédiculé intercostal, prélevé en début de procédure avant la mise en place de l'écarteur intercostal, est également une option intéressante en cas de pneumonectomie droite à haut risque de fistule bronchique.

III.3.2. Généralité sur le drainage postopératoire en chirurgie thoracique

La grande majorité des interventions dans le domaine de la chirurgie thoracique impose l'ouverture de la plèvre pariétale. La pression négative qui règne entre les deux feuillets pleuraux est alors supprimée. Le drainage pleural est une procédure nécessaire pour rétablir le vide pleural permettant la bonne réexpansion du parenchyme pulmonaire et son maintien à la paroi thoracique, indispensable à son bon fonctionnement et pour la prévention des complications postopératoires. Cette nécessité est bien entendu non applicable en cas de pneumonectomie. Le drainage permet également de surveiller l'aspect et le débit de liquide produit dans l'espace pleural (saignement postopératoire...) et l'existence d'un « bullage », témoin d'une fuite d'air parenchymateuse ou bronchique. Ainsi, le drainage pleural par un ou 2 drains est une pratique quasi-systématique dans la chirurgie d'exérèse pulmonaire partielle (lobectomie, bi-lobectomie, segmentectomie, résection non anatomique...) ou la chirurgie pleurale (pneumothorax, pleurésie...). On utilise classiquement une aspiration active réglée à -20 cm d'eau ou un drainage en siphonage par gravité. Néanmoins, en l'absence de geste parenchymateux (tumeur médiastinale, sympathectomie,...) ou en cas de résection parenchymateuse minime, une exsufflation sur table de la cavité est possible après une manœuvre de Valsalva par l'anesthésiste.

Le drain est relié à un dispositif de recueil, qui sert de réceptacle servant à récupérer les fluides ou l'air drainés hors de la cavité thoracique. Toute valise dispose d'un scellé sous eau servant de valve anti-retour pour empêcher toute remontée d'air au patient. A l'origine, on utilisait des bouteilles en verre avec bouchons hermétiques. Devant le risques de casse et de fuite voir de difficulté de stérilisation, la quasi-totalité des équipes utilisent aujourd'hui des valises à usage unique en plastique. Il existe différents modèles de systèmes de recueil :



- ✓ Le système à 1 bocal (Figure 1) : système simple et efficace, utilisé généralement pour un drainage par gravité car ne dispose généralement pas de système de régulation de l'aspiration murale appliquée au patient. Il présente comme autre inconvénient de mélanger les liquides drainés et du scellé sous eau (1 seul et unique compartiment) et le patient devra faire plus d'effort pour évacuer l'air au fur et à mesure du remplissage de la valise.



Figure 1: Système à 1 bocal (scellé sous eau). 1 : vide autorisant la sortie d'air ; 2 : relié au patient

- ✓ Le système à 2 bocal : dans la valise, le scellé sous eau et la chambre de collecte des liquides et air drainés sont séparés. La facilité de drainage ne dépend pas du niveau de remplissage de la valise.
- ✓ Le système à 3 bocal est composé d' 1 scellé sous eau + 1 chambre de collecte + 1 colonne d'eau pour réguler et limiter l'aspiration murale appliquée au patient. Les avantages sont la sécurité du niveau d'aspiration et la possibilité de drainage aspiratif. Les inconvénients sont les manipulations fastidieuses en cas de volonté de varier les niveaux d'aspiration appliquée au patient, le bruit de la colonne d'eau et le risque d'inactivité de la sécurité procurée par le scellé sous eau si la valise est couchée ou renversée.
- ✓ Valises à système humide. Elles sont composées de 3 chambres : 1 scellé sous eau + 1 chambre de collecte + 1 colonne d'eau pour réguler et limiter l'aspiration murale appliquée au patient. Elles présentent les mêmes avantages et inconvénients que le système à 3 bocal mais correspondent à des systèmes commercialisés avec un système facilité pour faire varier les niveaux d'aspiration (Figure 2).



Figure 2: Valise de drainage à 3 chambres (système humide). A : la colonne d'eau régulant le niveau d'aspiration. B : le scellé sous eau. C : la zone témoin de bullage. D : la chambre de recueil.

- ✓ Valises à système semi sec. Elles sont composées de 3 chambres : 1 scellé sous eau + 1 chambre de collecte + 1 régulateur mécanique (remplaçant la colonne d'eau) servant à limiter l'aspiration murale appliquée au patient. Ainsi, elles sont plus simples d'utilisation que le système humide et le bruit de la colonne d'eau n'est pas présent. Le risque d'inactivité de la sécurité procurée par le scellé sous eau si la valise est couchée ou renversée persiste.



Figure 3: Valise de drainage à 3 chambres avec régulateur mécanique de pression d'aspiration remplaçant la colonne d'eau (système semi-sec).



- ✓ Valises à système sec. Elles sont composées de 3 chambres : une valve type Heimlich remplaçant le scellé sous eau + 1 chambre de collecte +1 régulateur mécanique (remplaçant la colonne d'eau). En plus de sa très grande simplicité d'utilisation, il s'agit d'un système très sécurisé permettant de coucher la valise sans risque d'inactivation du scellé sous eau. Ce dernier peut néanmoins être rempli d'eau pour observer le bullage.

Il existe également des valises à double chambres de collecte pour drainer séparément 2 drains possédant les mêmes caractéristiques que les 3 chambres (humide, semi-sec ou sec), des valises d'auto-transfusion, des valises destinées à la pneumonectomie (voir ci-après), des valises adaptées à la néonatalogie et des systèmes de drainage aspiratifs autonomes.

III.3.3. Complications post-pneumonectomie

Les troubles du rythme cardiaque sont les complications les plus fréquentes [48]. Les conséquences hémodynamiques et respiratoires secondaires à une déviation du médiastin et l'empyème avec fistule bronchique constituent les complications les plus graves. Nous présentons brièvement les complications typiques à redouter après pneumonectomie. Les complications telles que saignements postopératoires, infection superficielle, chylothorax, embolie pulmonaire, neuropathies intercostales, paralysie récurrentielle... peuvent bien sûr être rencontrées mais ne sont pas plus fréquentes après pneumonectomie.

- ✓ Troubles du rythme cardiaque :

Ils sont si classiques après pneumonectomie qu'ils justifient pour certains un traitement antiarythmique préventif. Ils sont d'autant plus fréquents que la résection a été étendue sur l'oreillette gauche, interrompant le circuit électrophysiologique existant autour des veines pulmonaires [54]. La base de données nationale de la Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire, EPITHOR (base de données épidémiologique en chirurgie thoracique), mentionne en 2015 un taux de 10,6 % de fibrillation atriale après pneumonectomie [55].

- ✓ Fistule broncho-pleurale et empyème :

L'incidence et la mortalité après fistule broncho-pleurale (FBP) à 30 jours après pneumonectomie est de respectivement 3% et 20% selon le registre français EPITHOR [56]. Si on considère l'incidence totale après pneumonectomie, celle-ci stagne autour de 5 à 10 % avec une mortalité directement due à ces complications de 30 à 80 % [57]. La principale cause de mortalité est due à la pneumopathie d'inhalation à travers la fistule bronchique, surtout lorsqu'elle survient précocement.

De nombreux facteurs de risque locaux et généraux ont été incriminés, parmi lesquels ceux le plus fréquemment retrouvés sont le côté droit de la pneumonectomie plutôt que le gauche (plus de 2 fois plus fréquentes à droite) [48], la pneumonectomie de totalisation, l'envahissement tumoral de la ligne de suture bronchique, l'immunosuppression, la réalisation d'un traitement néoadjuvant ou adjuvant, une dévascularisation du moignon bronchique par un curage ganglionnaire radical, une ventilation assistée mécanique prolongée en postopératoire, une corticothérapie, la présence d'un diabète mal équilibré, la présence d'un moignon bronchique trop long [58]. Pour expliquer la plus forte incidence après pneumonectomie droite, les différences anatomiques de la bifurcation trachéobronchiques sont mises en causes : la bronche droite est plus courte et bénéficie d'une vascularisation artérielle moins riche, souvent réduite à une seule artère contre deux pour la gauche, et surtout, après section, le moignon garde une situation intra-pleurale à droite très exposée, dans une cavité inerte tandis qu'à gauche le moignon est naturellement enfoui sous les tissus du médiastin.

- ✓ Pneumopathie, syndrome de détresse respiratoire aigue et œdème pulmonaire post-pneumonectomie :

La base de données EPITHOR retrouve en 2015 un taux de pneumopathie sur le poumon résiduel de 5,1% après pneumonectomie, évoluant vers un syndrome de détresse respiratoire aigue (SDRA) dans 17% des cas [55]. L'incidence totale des SDRA est de 4,2%, plus fréquent en cas de pneumonectomie droite (5,8% vs 3.1%). La mortalité après SDRA est proche de 60% [55].

L'œdème pulmonaire post-pneumonectomie (OPPP) est un œdème pulmonaire de cause non cardiogénique et survenant en l'absence d'infection pulmonaire dans les 72 heures d'une pneumonectomie. Il s'agit donc d'un diagnostic d'élimination et sa distinction avec un SDRA est parfois impossible. L'incidence est de 2 à 5 % après pneumonectomie [57] mais est probablement sous-diagnostiqué. Le mécanisme est multifactoriel et sa pathogénie est encore mal connue, associant la dévascularisation lymphatique, le barotraumatisme généré par la ventilation unilatérale, l'attraction médiastinale, l'hyperinflation hydrique... L'hyperinflation hydrique a été le plus fréquemment incriminée dans les travaux expérimentaux ou les revues rétrospectives de séries de résection pulmonaire. L'OPPP échappe le plus souvent au traitement médical conduisant au décès dans 50 à 80 % des cas [48].

- ✓ Hernie et luxation cardiaque :

C'est une complication redoutable qui survient après ouverture du sac péricardique lorsque le defect péricardique n'a pas été corrigé ou qu'un lâchage de la reconstruction du péricarde survient.



✓ Complications tardives :

Le syndrome post-pneumonectomie est une complication tardive et rare (0,1%) de la pneumonectomie [48]. Plus fréquent après pneumonectomie droite, il s'agit principalement d'un syndrome obstructif dû à une compression extrinsèque de la bronche souche gauche entre le rachis et l'aorte consécutif à une déviation médiastinale importante avec rotation dans le sens horaire. Une gêne au retour veineux par compression cave majeure la dyspnée. Le traitement consiste à réduire la déviation médiastinale notamment par une prothèse expansible dans la cavité thoracique.

Le syndrome d'orthodéoxie-plathypnée est rare survenant volontiers après un an mais parfois précocement, causé par un shunt droit-gauche au travers d'un foramen ovale perméable préexistant à l'intervention. Le mécanisme incriminé est celui d'une modification locale des flux intra-atriaux due aux déviations anatomiques du cœur et des gros vaisseaux. Les symptômes de dyspnée, désaturation du sang en oxygène voire cyanose sont plus francs en position debout.

Le syndrome du moignon trop long associe infections répétées, bronchorrhée voire hémoptysie, La fibroscopie révèle une muqueuse du cul de sac bronchique très inflammatoire avec des sécrétions bronchiques purulentes.

✓ Déviation du médiastin

Après pneumonectomie, le vide dans la cavité pleurale droite ou gauche permet une mobilité du médiastin qui peut retentir directement sur la ventilation du poumon restant et sur la stabilité hémodynamique avec des conséquences potentiellement fatales [48]. Si les pressions de part et d'autre du médiastin ne sont pas équilibrées, le médiastin n'est plus en position médiane. Une négativation de la pression trop importante ou trop rapide entraîne une attraction du médiastin vers le côté opéré ce qui expose au risque d'arythmie (déformation des massifs atriaux), d'hypotension artérielle par gêne au retour veineux, de luxation cardiaque par rotation autour de l'axe vertical représenté par les veines caves (d'autant plus si le péricarde est ouvert) avec l'instabilité hémodynamique qui s'ensuit et à un œdème post-pneumonectomie en partie en lien avec l'hyperinflation du poumon restant [5,6]. A l'inverse, un excès d'air ou de liquide dans la cavité pleurale résiduelle entraîne une déviation du médiastin vers le poumon restant avec une compression de celui-ci empêchant son expansion et des troubles hémodynamiques par gêne au retour veineux systémique (compression des cavités droites et des veines caves) pouvant aller jusqu'au tableau de tamponnade [5,6].

En 2015, Schweiger et al., d'une équipe de Vienne en Autriche, rapportaient le premier cas d'œdème isolé du lobe inférieur gauche après pneumonectomie droite causée par une compression de la veine lobaire inférieure gauche sur l'aorte thoracique descendante secondaire à une déviation du massif cardiaque vers le côté opéré [59]. Un drain non aspiratif était mis en place. Le patient était extubé et présentait un tableau de défaillance respiratoire aiguë 2 heures après la fin de l'intervention. La fibroscopie ne révélait pas de compression bronchique, le scanner faisait le diagnostic. Le drain était alors ouvert à l'air,

mais cela n'avait pas amélioré la situation. Le patient était réintubé en urgence avec mise en place d'une ECMO (Extra-Corporel Membrane Oxygenation). Le patient était également positionné en décubitus ventral et sur le côté gauche pendant 2 jours, permettant la normalisation du tableau clinique [59].

III.4. Gestion de la cavité pleurale post-pneumonectomie

Après pneumonectomie, la plupart des équipes françaises réalisent un drainage de la cavité thoracique résiduelle au décours de l'intervention essentiellement pour 3 raisons principales : la surveillance du saignement postopératoire, le drainage des fluides contaminés en cas de contexte septique éventuel et pour gérer la décompression de la cavité thoracique et la quantité de liquide dans la cavité résiduelle en postopératoire. Il existe une très grande hétérogénéité entre les équipes chirurgicales et parfois même entre les chirurgiens d'un même service dans la gestion de ce drainage. Le seul dogme est que si un drainage pleural est réalisé après pneumonectomie, il existe une contre indication absolue à la mise en aspiration active du drain, qui aurait pour conséquence la déviation du médiastin vers le côté opéré. La technique avec drainage s'oppose schématiquement à la technique sans drainage qui semble être la technique la plus répandue en Amérique du Nord [5,6].

Nous exposons ici les différentes techniques de gestion de la cavité résiduelle après pneumonectomie, puis une revue de la littérature sur les avantages et inconvénients de chacune d'elles.

III.4.1. Techniques de gestion de la cavité résiduelle

✓ Drainage pleural connecté à un scellé sous eau

Il s'agit d'un drainage en siphonage, similaire à ce qui peut être pratiqué après résection pulmonaire partielle.

Cette technique était celle utilisée jusqu'en 2013 environ dans le service de Chirurgie Thoracique et Cervicale et Transplantation Pulmonaire du CHU de Bordeaux du Professeur Jacques Jougon. L'extrémité du drain était plongée dans une solution antiseptique dans un bocal stérile en verre placé au niveau du sol et ouvert à la pression atmosphérique (Figure 4). Les infirmières mesuraient le va et vient de la colonne de liquide dans le bocal, et avaient pour consigne de déclamper le drain si le balancement était supérieur à 20 cm, ceci pour éviter un mouvement médiastinal trop important et souvent mal toléré. Si le drain était clampé, il était déclampé toutes les heures pendant 5 minutes pour surveiller le saignement. Pour des raisons logistiques (problème de restérilisation des bocal en verre), l'équipe du CHU de Bordeaux a été contrainte de changer de technique.

Néanmoins, pour beaucoup d'auteurs [5,6], si le drain est déclampé en permanence et relié à scellé sous eau, cela crée un circuit unidirectionnel autorisant la sortie d'air de la cavité via le scellé sous eau. En effet, à chaque quinte de toux, de l'air est expulsé de la cavité pleurale, diminuant la pression intra-pleurale et aggravant le déplacement du médiastin. A l'extrême, il pourrait se créer une surdistension aigüe du poumon résiduel, à haut risque d'œdème pulmonaire [60,61]. Pour prévenir cela, le drain peut être ouvert à l'air quelques secondes à intervalle régulier (toutes les heures par exemple), permettant le retour du médiastin en position médiane mais exposant à un risque septique.

Cette méthode pourrait, pour d'autres auteurs, prévenir la formation d'emphysème sous-cutané [62]. En revanche, pour les Professeurs Christophe Jayle et Pierre Corbi du CHU de Poitiers, l'emphysème sous-cutané est lié à une balance médiastinale associée à un défaut d'étanchéité de la fermeture de la thoracotomie, notamment en avant [10]. Le traitement consiste à clamber le drain si celui-ci n'a pas été enlevé, ce qui limite la balance médiastinale, avec un déclamage intermittent toutes les 4 heures. Ils expliquent que si la déviation médiastinale est trop importante, on peut décompresser la cavité par l'entrée d'air via le drain ou un trocard, exposant néanmoins au risque d'empyème [10].



Figure 4: Drainage en siphonage avec un scellé sous eau [48].

✓ Drainage avec le drain clampé

Dans le but d'éviter le balancement du médiastin, certaines équipes clampent le drain, comme l'équipe du CHU de Rennes du Professeur Jean Philippe Verhoye. Le drain est déclampé transitoirement pendant des périodes d'évacuation des fluides et de l'air retenu. La gestion est encore très hétérogène selon les équipes, avec un déclamage toutes les heures pour certains [63] et jusqu'à toutes les 12 à 24 heures pendant 2 minutes environ au CHU de Rennes.



✓ Drainage relié à un système d'équilibration des pressions

Il s'agit d'un dispositif de recueil de drainage décrit comme permettant le maintien du médiastin en position optimale durant les premières heures critiques postopératoires et conçue spécialement pour les pneumonectomies, permettant le maintien d'une pression intra-thoracique physiologique grâce au système à trois bocaux en série : le premier bocal sert de collecteur des fluides postopératoires, les 2 autres servent à réguler la pression (Figures 5 et 6). Le second bocal (régulateur de pression positive), correspond au système de drainage classique (scellé sous eau) permettant d'évacuer l'air en cas de pression supérieure à +1 cmH₂O. Le troisième bocal (régulateur de pression négative) est un scellé sous eau inversé, permettant une augmentation de la pression par une rentrée d'air au sein du système en cas de diminution de la pression en dessous de -10 à -15 cmH₂O (-13 cmH₂O en moyenne). La moyenne de ces 2 valeurs (+1 et -13 cmH₂O) est la pression pleurale optimale présumée (-6cmH₂O).

Son principal inconvénient est le risque théorique d'inoculation septique dans la cavité drainée, le système autorisant de l'air extérieur à rentrer dans la cavité pleurale en cas de pression trop négative. Pour cette même raison, il existe un risque d'emphysème sous-cutané extensif.

Ce système est notamment utilisé aux CHU de Marseille, Nice, Strasbourg, Rouen, Nantes...

Au CHU de Bordeaux, ce système est désormais utilisé depuis 2013 environ, car les bocaux en verre alors utilisés n'étaient plus restérilisables (voir ci avant). Ce système est, pour le Professeur Jacques Jougon, non complètement satisfaisant, avec notamment dans l'expérience bordelaise, une reprise infructueuse au bloc opératoire pour suspicion de fistule bronchique devant un emphysème sous-cutané extensif.

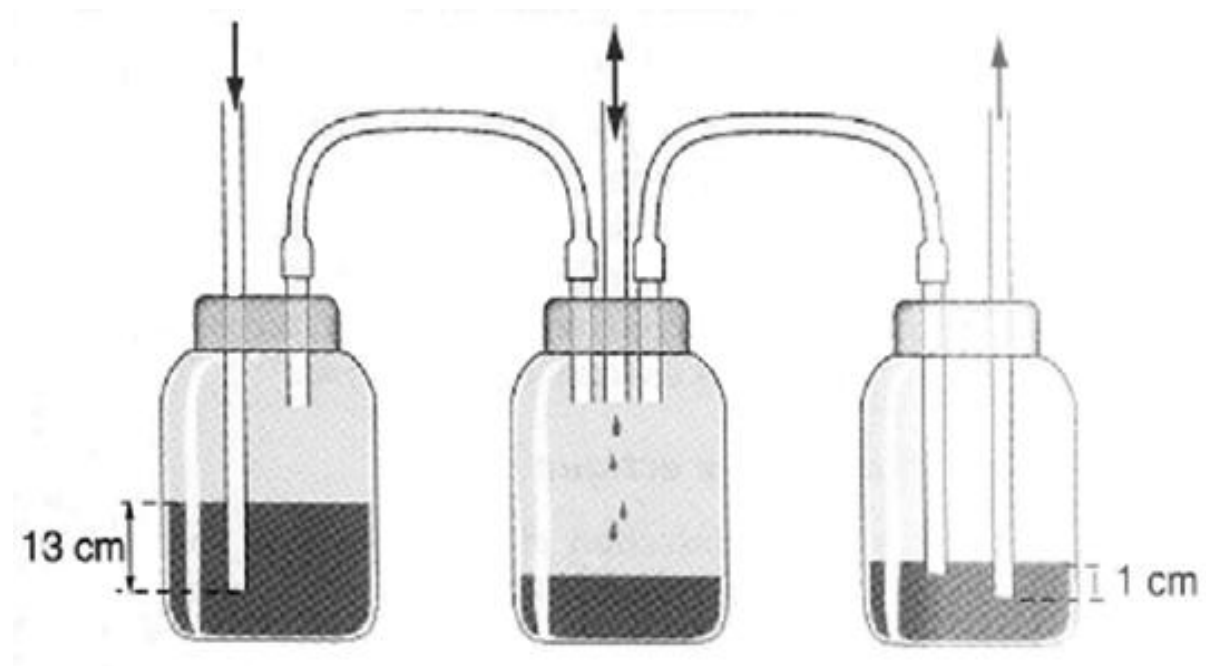


Figure 5 : Système à 3 bocaux à équilibration des pressions.



Figure 6 : Valise de drainage à équilibrage des pressions. Bleu : contrôle des pressions négatives. Blanc : chambre de recueil. Rouge : scellé sous eau (régulation des pressions positives).

Quelle que soit la méthode de drainage utilisée, il existe une grande hétérogénéité dans la gestion du drainage :

- Il existe beaucoup d'avis différents sur le délai optimal de retrait du drain, en dehors de tout saignement ou complication motivant le maintien du drain en place. Le plus souvent, le drain est retiré dans les 24 ou 48 heures postopératoire, et à J3 pour certains [64]. Aux CHU de Rennes ou de Strasbourg, le drain est retiré classiquement à J2 [65]. Au CHU de Rouen, le drain est enlevé à 24-48h par le Docteur Jean Marc Baste tandis que le Professeur Christophe Peillon le retire à 72 heures pour gérer la décompression de la cavité pleurale.
- Le drain peut être positionné de manière déclive dans la cavité pleurale, comme au CHU de Rennes ou de Bordeaux. Au CHU de Rouen, le drain n'est pas positionné de manière déclive dans la cavité, l'extrémité du drain est en position apicale car il se forme à la surface du niveau liquidien de la cavité une couche gélatineuse épaisse potentiellement responsable d'un effet clapet si le drain est positionné de manière déclive. Ainsi, de l'air peut rentrer dans la cavité mais ne peut en sortir, cette couche venant obstruer le drain. Certains auteurs expliquent que l'œillet le plus bas du drain doit être positionné à hauteur du hile [63].

✓ Aspiration intra-pleurale d'air en postopératoire immédiat

Devant l'absence de nécessité de réexpansion du parenchyme pulmonaire, certaines équipes préfèrent ne pas réaliser de drainage de la cavité pleurale. Une aspiration intra-pleurale après fermeture de la thoracotomie est effectuée avec une aiguille stérile, connectée à une seringue de 60 ml et un robinet à 3 voies. Un volume d'environ 1000 à 1200 ml évacués est nécessaire pour repositionner le médiastin sur la ligne médiane (Figure 7). Les seringues en verre permettent de ressentir l'augmentation de la résistance à l'aspiration au fur et à mesure qu'une quantité suffisante d'air a été évacuée, cela est moins vrai avec les seringues en plastique. Au CHU de Limoges, nous utilisons cette technique, la manœuvre étant effectuée chez un patient toujours en décubitus latéral. D'autres réalisent l'aspiration chez un patient repositionné en décubitus dorsal [51]. Une radiographie thoracique est effectuée en postopératoire immédiat et si besoin, un volume supplémentaire d'air peut être ponctionné secondairement.

Une technique similaire consiste à laisser en place un drain souple de 14 ou 16 gauges positionné en intercostal durant la fermeture de la thoracotomie, qui sera retiré immédiatement après que le patient soit repositionné en décubitus dorsal : durant le retrait du drain, on demande à l'anesthésiste de réaliser une manœuvre de Valsalva, dans le but d'élever la pression intra-pleurale au-dessus de la pression atmosphérique.

Il est parfois nécessaire avec cette technique de vidanger le côté opéré par ponctions itératives, car la résorption de l'air entré durant l'intervention peut parfois être beaucoup plus lente que la sécrétion de liquide lympho-hématique de comblement, entraînant une compression du cœur et du poumon restant [66]. Pour notre part, au CHU de Limoges, nous n'avons pas l'expérience de la nécessité de ponctions itératives postopératoires après l'évacuation per-opératoire de 1000 cc d'air après la fermeture de la thoracotomie (voir notre étude ci-après).

Le Professeur Peillon au CHU de Rouen n'utilise pas cette technique. Ses arguments sont notamment qu'une fois extubé, le patient va expulser de l'air au cours des quintes de toux via l'orifice de thoracotomie générant de l'emphysème sous-cutané, cet air se retrouvant alors piégé, la pression devient rapidement négative au sein de la cavité pleurale pouvant entraîner une déviation médiastinale vers le côté opéré.





Figure 7 : Aspiration d'1 litre d'air après fermeture de la thoracotomie.

III.4.2. Répartition géographique des pratiques

La technique sans drain semble plus répandue en Amérique du Nord qu'en France. Le Professeur Jean Deslauriers, à Québec, exposait dès 1998 sa préférence pour la technique sans drain [5, 60, 61]. Walter G. Wolf, de l'équipe de Duhram aux Etats-Unis, expliquait en 2002 que cette technique était « la plus couramment utilisée pour le positionnement du médiastin en postopératoire immédiat » [6].

Un rapport datant de 1999 sur les méthodes de gestion de la cavité pleurale post-pneumectomie au Royaume Unis indiquait que 20% des chirurgiens thoraciques britanniques utilisaient la technique sans drainage, 69% une technique avec un drain clampé et 11% un drainage en siphonage [67]. Aucun chirurgien britannique n'utilisait le système à 3 chambres à équilibrage des pressions [67].

En revanche, une enquête européenne de 2006 portant sur 120 centres de chirurgie thoracique en Europe indiquait que le système à équilibrage des pressions était utilisé par 51% des équipes [68].



III.4.3. Revue de la littérature récente

Nous avons réalisé une recherche d'articles traitant directement de la gestion de la cavité pleurale post-pneumectomie par le site internet de PubMed. Les mots-clés suivant étaient utilisés: "Pneumectomy [title] AND space [title] OR cavity [title] OR drain [title] OR drainage [title] OR tube [title] OR mediastinal shift [title]". La recherche s'est limitée aux 20 dernières années. Les travaux et recommandations plus anciens sur le sujet ont été exposés dans la partie "Histoire de la pneumectomie". On retrouvait alors 121 articles. Les articles étaient retenus en fonction du titre et du résumé. D'autres articles ou chapitres de livre cités dans les références des articles sélectionnés et traitant du sujet étaient également retenus. Nous les présentons par ordre chronologique de parution.

Le professeur Jean Deslauriers de Québec dans une revue d'expert publiée en 1999 [5] puis dans son ouvrage : *Handbook of Perioperative care in General Thoracic Surgery*, paru en 2005 [61], expliquait qu'il ne drainait pas mais équilibrait le médiastin en aspirant l'air de la cavité. En effet, selon lui, le principal inconvénient au drainage des pneumectomies est... qu'il n'est pas nécessaire. Les autres inconvénients sont :

- le risque de contamination septique de l'espace pleural,
- le risque de luxation cardiaque et de mort subite en cas de fistule broncho-pleurale lors de la mise en aspiration accidentelle du système,
- la gêne à la mobilisation précoce du patient,
- la douleur due au drain,
- en cas de drainage non clampé, la toux est moins efficace par la fuite de l'hyperpression dans le drain.

De plus, en cas d'utilisation du système d'équilibrage des pressions à 3 bouches, il existe un risque d'emphysème sous-cutané extensif provoqué par la toux. Cet emphysème a tendance à progresser au fur et à mesure que de l'air supplémentaire issu du système de drainage est disponible. Pour prévenir cela, certains auteurs recommandaient la fermeture étanche de la plèvre et de la paroi thoracique [6]. Il existe également un risque d'infection secondaire car de l'air provenant de l'extérieur peut rentrer dans la cavité pleurale. Ce risque peut être limité si un filtre à air est placé au niveau de la prise d'air de la chambre de régulation des pressions négatives. Néanmoins, on ne retrouve pas un taux d'emphyème plus important dans la littérature avec ce système.

Jean Deslauriers en 1998 publiait une série de 291 pneumectomies. L'analyse rétrospective objectivait 13 œdèmes pulmonaires postpneumectomie (4,5%). Typiquement, les patients qui développaient un œdème pulmonaire présentaient une déviation du médiastin en lien avec un drainage de la cavité relié à un scellé sous eau, avec une surdistension aiguë du poumon résiduel qui favorisait la formation d'œdème. En effet, on notait 2 cas avec la technique sans drainage, 11 cas avec le drainage en siphonage et aucun cas avec le système à équilibrage des pressions ($p=0.009$). Les auteurs recommandaient alors de ne pas drainer. Cependant, les durées d'intervention plus longues et des résections étendues étaient également retrouvées comme facteur de risque et pouvaient constituer des facteurs confondants.

Jean Deslauriers expliquait cependant que bien qu'il n'existe pas d'indication absolue au drainage de la cavité postpneumectomie, la présence d'un drain pleural pouvait s'avérer utile dans des cas de pneumectomie complexes ou en milieu contaminé et pouvait même parfois sauver la vie des patients :

- quand l'intervention est à risque de saignement important pour le monitoring du saignement postopératoire,
- pour la prévention d'un pneumothorax compressif par déhiscence de la suture bronchique (en cas de radiothérapie néoadjuvante notamment),
- lorsqu'il existe un risque d'accumulation excessive de fluide postopératoire (car ce liquide représente un milieu à risque d'infection du site opératoire et qu'il peut favoriser le déplacement du médiastin vers le côté opposé s'il est trop abondant),
- pour diminuer les risques de déhiscences pariétales en cas de pariéctomie étendue associée,
- en cas de contamination septique peropératoire ou d'infection pleurale préopératoire (2 drains sont alors mis en place pour la réalisation d'un lavage/drainage de la cavité débuté à 48-72 heures en postopératoire),
- pour l'instillation d'une chimiothérapie intra-pleurale.

Jean Deslauriers recommandait alors le système à 3 bouches si un drain était mis en place.

Un an plus tard en 2000, Pezzella et al., aux Etats-Unis, arrivaient aux mêmes conclusions : il n'y avait aucune preuve de la supériorité d'une technique sur l'autre, mais recommandaient de ne pas drainer pour les pneumectomies considérées comme simples et recommandaient l'utilisation d'un drainage relié à un système d'équilibrage des pressions pour les cas à risque de saignement ou en cas de tissus inflammatoires.

En 2001, une série de 713 pneumectomies (90% pour étiologie maligne et 10 % pour étiologie bénigne) était présentée par l'équipe de la Mayo Clinic de Rochester aux Etats-Unis. Un drainage était réalisé pour 654 patients, avec ablation du drain à J0 au bloc opératoire dans près de 80% des cas, ce qui au final correspondait à une technique sans drainage, ablation du drain à J1 dans 20% des cas et exceptionnellement à J2 ou J3. Le retrait du drain à J1 apparaissait comme un facteur de risque d'empyème et de fistule bronchopleurale à l'analyse univariée ($p=0.011$). Ce résultat était à nuancer car aucune analyse multivariée n'avait été faite, et il existait de nombreux facteurs confondants (côté droit, présence d'une broncho-pneumopathie chronique obstructive, indication pour pathologie bénigne...).

Un cas clinique de luxation cardiaque après pneumectomie droite intra-péricardique drainée a été rapporté par l'équipe de S. Nazari de Milan en 2001 [69]. La modalité de gestion du drainage n'était pas précisée mais les auteurs indiquaient qu'un drainage non adapté pouvait favoriser une luxation cardiaque si le péricarde avait été ouvert. Cet article donnait suite à une série de publications qui illustraient la diversité des avis sur la question.

Dans une lettre à l'éditeur, William E. Walker de Houston affirmait sans justifier que le drain n'avait pas sa place dans le cas décrit [70].

S. Nazari, dans sa réponse, indiquait que la littérature ne contenait pas de données consensuelles sur le drainage des pneumonectomies et que le drain relié à un système d'aspiration à trois bouches ne pouvait pas être responsable de la luxation cardiaque [71].

A propos du même cas, un troisième intervenant, de Houston lui aussi, Denton A. Cooley, répétait qu'il n'y avait pas de consensus en la matière et qu'il utilisait lui-même des drains pour équilibrer les pressions dans la cavité résiduelle [72]. Il existait alors une divergence de point de vue entre les deux praticiens de Houston, dont l'origine était probablement le fruit d'expériences différentes.

Un quatrième auteur, Dov Weissberg, de Holon (Israël), précise encore dans une lettre à l'éditeur qu'un drain devait être utilisé afin de surveiller le saignement postopératoire et d'équilibrer les pressions, avec une ablation à la 24^{ème} heure, sans fournir toutefois d'argument à son propos [73].

Enfin, dans une dernière lettre à l'éditeur, une équipe d'Ahmedabad (Inde) ajoutait que les pneumonectomies pour sepsis devaient être drainées pour que ne s'accumule pas un liquide pleural infecté avec risque de diffusion à la paroi, donnant ainsi son point de vue sur une autre indication de pneumonectomie que celle traitée dans le cas clinique initial [74].

Paul F. Waters de New York, chargé de rédiger le chapitre sur la technique de pneumonectomie pour la seconde édition de *Thoracic Surgery* (2002) [51], précisait qu'il n'utilisait pas de drain pour éviter d'infecter la cavité résiduelle, en ajoutant toutefois que certains chirurgiens choisissaient d'en mettre un en place, relié à un système de drainage à équilibrage des pressions ou avec le drain clampé, à retirer dans les 12 à 24 heures. Il utilisait un cathéter de 16 gauges implanté à la partie antérieure de l'incision pour évacuer 1 litre d'air une fois la fermeture de la paroi effectuée et le patient positionné en décubitus dorsal.

En 2002, WG Wolfe et CW Lewis de l'équipe de Durham aux Etats-Unis présentaient leur opinion sur le sujet [6] : la décision de drainer ou de ne pas drainer dépendait des préférences du chirurgien. Dans leur pratique, ils ne drainaient pas. Si le choix était pris de drainer, il fallait privilégier le système à équilibre de pression car la technique du drain clampé relié à un scellé sous eau était pour eux source d'erreur et de mauvaise appréciation clinique. Ils rapportaient également avec l'utilisation du système à équilibrage des pressions, comme Jean Deslauriers, un risque d'emphysème sous-cutané inconfortable pour le patient généré quand le patient tousse. Ceci était d'autant plus vrai que le patient pouvait mobiliser des volumes importants à l'expiration forcée. L'emphysème sous cutané semblait limité si le drain était retiré le matin après l'intervention, et si la fermeture de la plèvre pariétale et de la paroi était étanche [6].

Dans le chapitre de *L'Encyclopédie Médico-Chirurgicale* sur le drainage thoracique et la technique de pneumonectomie, les Professeurs Marcel Dahan en 2002 [75] puis en 2013 [66] et Jacques Jougon en 2005 [48] exposaient ceci : « certains chirurgiens ne drainent

jamais redoutant le risque infectieux, d'autres drainent systématiquement pour éviter les ponctions itératives et leur risque infectieux, d'autres enfin ne drainent que les pneumonectomies à risque : décortication, pariéctomie associée, hémorragie importante, contexte infectieux... », drain qu'ils retirent au deuxième ou au troisième jour postopératoire, une fois que le médiastin est « fixé ». Il précise « qu'en cas de ventilation mécanique en pression positive, il convient de clamper ce drain pour éviter le balancement médiastinal ».

En 2003, une équipe australienne analysait rétrospectivement l'incidence d'œdème pulmonaire post-pneumonectomie (OPPP) dans leur centre en fonction de la technique de management de la cavité pleurale résiduelle [76]. Les 28 patients du groupe 1, opérés entre 1993 et 1996, bénéficiaient d'un drainage pleural postopératoire avec un drain clampé. Celui-ci était déclampé toutes les heures pendant 10 secondes pour laisser sortir l'air, puis retiré à 48 heures. Les 29 patients du groupe 2, opérés entre 1996 et 2000, ont bénéficié d'un drainage relié au système à équilibrage des pressions pendant 48 heures. Ce changement dans la méthode de gestion de la cavité pleurale était motivé par l'hypothèse que la diminution de la pression dans l'hémithorax opéré secondaire à la toux et à l'air expulsé par la thoracotomie entraînait une hyperinflation du poumon restant, qui est, avec la surcharge volémique, un facteur classiquement incriminé dans la genèse des OPPP. Quatre patients avaient développé un OPPP dans le groupe 1 (drain clampé) contre aucun avec le système à 3 bouches ($p=0.001$), confirmant les données rapportées par Jean Deslauriers en 1998. En revanche, on ne retrouvait aucune différence en termes de morbidité totale (10,8% vs 10,5%) et de mortalité (7,1% vs 6,9%). Les auteurs précisait qu'un emphysème sous cutané marqué était présent chez les 4 patients ayant développé un OPPP, suggérant la sortie d'air de la cavité vers les parties molles de la paroi potentiellement responsable d'une trop forte baisse de la pression [76].

En 2006, Thomson et al. rapportaient une étude rétrospective comparative portant sur 46 pneumonectomies réalisées pour cancer, tuberculose ou bronchectasie, réparties en 2 groupes : un groupe drainage et un groupe sans drainage [77]. Le chirurgien avait choisi de drainer ou de ne pas drainer, les modalités de drainage utilisées n'étaient pas décrites. Le suivi à J7 était rapporté. Dans le groupe sans drainage on notait 8 cas d'emphysème sous-cutané (8/21) contre 4 cas dans le groupe des patients avec drainage (4/25). Deux cas de déviation médiastinale sans retentissement hémodynamique étaient notés dans le groupe sans drainage, traités par aspiration à l'aiguille. On relevait un cas de reprise pour décaillotage dans le groupe drainage. Les auteurs relativisaient leurs résultats et considéraient que leur étude était un travail préliminaire à d'autres études plus larges [77].

En 2007, une équipe anglaise basée à Londres rapportait une petite série de pneumonectomies réalisées selon 2 techniques : 15 cas avec un drain clampé relié à un scellé sous eau et déclampé 1 minute toutes les heures pendant 4 heures puis retiré à 24-48 heures, et 5 cas avec un drain en siphonage relié à un scellé sous eau retiré à 24-48 heures [62]. Le système à équilibrage des pressions n'était pas utilisé au sein de ce service. Les 2 critères comparés étaient la mesure du déplacement du médiastin et une estimation semi-quantitative de l'emphysème sous-cutané à la radiographie thoracique. Aucune différence en terme de position médiastinale n'était observée entre les 2 groupes. L'emphysème sous-

cutané était plus important avec la technique du drain clampé mais sans différence statistiquement significative. Bien que leur étude ne concernaient qu'un petit nombre de cas, les auteurs concluaient en expliquant que désormais, le protocole du service serait d'utiliser un drain non clampé relié à un scellé sous eau, car c'est pour eux une technique sûre et la plus simple dans sa réalisation [62].

En 2007 également, Alvarez et al. rapportaient la seule étude récente sur le sujet réalisée chez l'animal, avec 47 pneumonectomies droites réalisées chez la brebis, réparties selon la méthode de gestion de la cavité résiduelle [78]. L'hypothèse était que le système à 3 chambres à équilibrage des pressions prévenait l'apparition d'œdème pulmonaire post-pneumonectomie (OPPP). Neuf brebis opérées seulement d'une thoracotomie « blanche » constituaient le groupe contrôle. Chez les 10 brebis du groupe « aspiration active continue de la cavité », on retrouvait une déviation du médiastin à l'autopsie avec 6 cas d'OPPP contre 3 cas sur 9 dans le groupe sans drainage, 3 cas sur 9 dans le groupe drainage en siphonage, et 0 cas sur 9 dans le groupe système à équilibrage des pressions. Les auteurs concluaient que l'hyperinflation du poumon restant était responsable d'OPPP et que le système à équilibrage des pressions permettait d'en prévenir l'apparition [78]. Cette conclusion était à préciser sur le fait que l'hyperinflation pulmonaire n'était peut-être pas le seul facteur responsable dans la genèse de l'OPPP, la distorsion des vaisseaux médiastinaux pourrait avoir des effets similaires pour des raisons hémodynamiques.

En 2007 toujours, une équipe israélienne rapportait 6 cas de déviation médiastinale symptomatique à type de dyspnée invalidante et de fatigabilité diagnostiqués entre 1 et 2 semaines après pneumonectomie réalisée avec un drainage en siphonage de 24 heures [79]. Un bilan exhaustif était réalisé pour éliminer une autre cause qui se révélait négatif et la déviation du médiastin vers le poumon restant était alors considérée comme la cause de cette dyspnée tardive associée à une hypoxémie, une tachycardie sinusale, une oligurie et une pression veineuse centrale supérieure à 12 mmHg. Un drainage pleural était réalisé avec une évacuation de 900 ml de liquide en moyenne. L'amélioration clinique était immédiate avec un retour du médiastin en position médiane à la radiographie du thorax. La description de ce phénomène à cette période postopératoire (1-2 semaines) était jusque là peu rapportée dans la littérature. Les auteurs concluaient alors que ce diagnostic ne devait pas être oublié, et que les facteurs responsables étaient : un management inadéquat de la cavité pleurale post-pneumonectomie, une hémorragie, l'apparition d'une fistule broncho-pleurale, ou une maladie micro-métastatique de la plèvre non vue durant la chirurgie et responsable d'une sécrétion pleurale massive [79].

En 2010, Wolf et al. rapportaient une étude rétrospective sur l'intérêt d'une vidange intermittente et d'un monitoring de la pression intra-cavitaire post pleuro-pneumonectomie réalisée pour mésothéliome chez 45 patients [80]. Classiquement, les chirurgiens ne monitorent pas les pressions intra-thoraciques après pneumonectomie sans pleurectomie car cela est classiquement considéré comme inutile. La gestion de la cavité résiduelle après pneumonectomie extra-pleurale associant une résection de la plèvre pariétale, du diaphragme et du péricarde, constitue un challenge car même en l'absence de saignement, la paroi thoracique a tendance à sécréter beaucoup de liquide en postopératoire.

L'hypothèse était que détecter précocement une augmentation de la pression intra-thoracique permettait de prévenir son retentissement cardio-respiratoire. Avant la fermeture de la thoracotomie, un drain de 14 French était connecté à un robinet à 3 voies et à une ligne de pression pour monitoring en continu de la pression de la cavité thoracique résiduelle. Après avoir placé le patient en décubitus dorsal, une quantité définie d'air était aspirée de la cavité thoracique : 500 ml pour une résection du côté gauche chez la femme, 750 ml en cas de résection du côté droit chez la femme ou du côté gauche chez l'homme, 1000 ml en cas de résection du côté droit chez un homme. Une vidange de la cavité de 150 ml était réalisée de façon intermittente quand on constatait une augmentation de la pression thoracique, une hypotension artérielle réfractaire ou une déviation médiastinale à la radiographie thoracique. Un volume plus important (jusqu'à 750 ml) pouvait être drainé si nécessaire (notamment en cas de saignement). Cette technique a permis le maintien du médiastin en position médiane pour 69 % des patients durant les 48 premières heures postopératoires, un retour du médiastin après déviation pour 13% des patient et n'a pas été efficace chez 18% des patients. Les auteurs concluaient à l'intérêt de leur technique unique pour le management de la cavité résiduelle post pleuro-pneumonectomie [80].

En 2011, l'ouvrage *Difficult Decisions in Thoracic Surgery* consacrait un chapitre sur le sujet [63]. Pour les auteurs, aucune recommandation ne pouvait être faite en faveur d'une méthode par rapport à une autre mais recommandaient, sans réels arguments, l'utilisation du système à équilibrage des pressions pour toute équipe chirurgicale désireuse de rédiger un protocole commun de service de gestion postopératoire après pneumonectomie [63]. Le premier auteur de ce chapitre, Rammohan KS, avait exposait au congrès 2009 de l'ESTS (European Society of Thoracic Surgeons) une étude rétrospective portant sur 86 pneumonectomies : 62 avec drainage en siphonage où l'aspiration par gravité était supprimée toutes les heures en ouvrant le drain à l'air et 24 pneumonectomies sans drain. Il existait plus d'emphysème sous-cutané sur les radiographies du groupe sans drainage, sans conséquences ni corrélation cliniques [63].

En 2014, Morcos et al. se posaient la question de savoir si les données de la littérature étaient en faveur de la sûreté de la technique sans drainage [81]. Sans répondre directement à la question, ils concluaient que les taux des complications pouvant être prévenues et monitorées par un drainage de la cavité résiduelle étaient très faibles et que la technique avec drainage n'avait pas montrée de supériorité par rapport à la technique sans drainage. Ils citaient en exemple qu'un patient sous antiagrégant plaquettaire était un bon candidat pour bénéficier d'un drainage postopératoire, sans pour autant s'appuyer sur des données objectives [81].

La dernière édition du *Textbook of Thoracic Surgery* de la Société Européenne de Chirurgie Thoracique (ESTS) parue en 2014 ne consacrait pas de chapitre sur le drainage post-pneumonectomie et précisait seulement : « Un drain pleural est mis en place pendant 48 heures pour surveiller le saignement et équilibrer la position du médiastin ».



Au total :

Les arguments retrouvés en faveur du drainage sont :

- gérer la décompression de la cavité thoracique après arrêt de la ventilation assistée sur le poumon controlatéral. En l'absence de drainage, la nécessité d'un ajustement des pressions pour recentrer le médiastin imposerait la réalisation d'un acte invasif (ponction de la cavité) et potentiellement à risque septique ;
- le maintien en continu du médiastin en position optimale en cas d'utilisation du système à équilibrage des pressions ;
- le drainage éventuel des fluides en cas de contamination (contexte de sepsis pulmonaire chronique notamment), ou en cas d'accumulation rapide de liquide responsable d'une déviation médiastinale vers le côté opposé (pneumectomie de totalisation, pleuro-pneumectomie) ;
- la surveillance précoce du saignement postopératoire, avec l'absence de tout retard diagnostique en cas d'hémorragie massive avec la technique du drain non clampé, et constatée après déclampage en cas de clampage du drain ;
- la prévention du rarissime pneumothorax compressif par déhiscence de la suture bronchique.

Les arguments retrouvés contre le drainage sont :

- il n'est pas obligatoire ;
- le risque infectieux lié à la présence d'un corps étranger à travers la paroi ;
- le risque de décès par collapsus cardiovasculaire en cas de mise en aspiration accidentelle ;
- le risque de déviation du médiastin avec ses conséquences hémodynamiques et de fistule broncho-pleurale en cas de mauvaise gestion de drainage (oubli prolongé de clampage du drain relié à un scellé sous eau aboutissant à une pression de plus en plus négative) ;
- l'inconfort et la douleur dus au drain ;
- la limitation de mobilité des patients et la gêne à la déambulation précoce ;
- la baisse d'efficacité de la toux et du drainage bronchique par la fuite de l'hyperpression dans le drain si non clampé ;
- l'absence de matériel de drainage facilite la prise en charge des patients pour la réalisation en urgence d'un scanner ou d'une coronarographie en cas de suspicion d'accident vasculaire cérébral, d'embolie pulmonaire ou de syndrome coronarien aigu postopératoires notamment.

Le développement d'emphysème sous-cutané extensif à la toux semble plus important avec la technique sans drainage par fuite d'air via la thoracotomie (d'autant plus que la fermeture est non totalement étanche) et en cas d'utilisation du système à équilibrage des pressions car de l'air supplémentaire venant de l'extérieur est disponible via le système. Il pourrait être moins fréquent avec la technique du drain clampé, les périodes de déclampage autorisant la sortie de l'air en excès. Certains auteurs expliquent que la technique du drain en siphonage prévient la formation d'emphysème, d'autres estiment que le balancement médiastinal

associé à un défaut d'étanchéité de la fermeture de la plèvre pariétale est responsable de la formation d'emphysème et que le drain doit alors être clampé.

Ainsi, les arguments retrouvés dans la littérature pour expliquer l'option du drainage quand il est réalisé ou l'absence de drainage varient d'un auteur à l'autre. Considérées individuellement, les attitudes adoptées sont sensées mais d'une façon globale, il ne ressort pas de conduite à tenir unanime après ce tour du monde concernant la gestion de la cavité pleurale résiduelle après pneumonectomie. Les habitudes chirurgicales restent très hétérogènes entre les équipes et parfois entre les membres d'un même centre.

Il n'existe aucun essai contrôlé randomisé dans la littérature sur le sujet, uniquement des séries rétrospectives et avis d'experts de faible niveau de preuve (grade 3 des recommandations) et donc aucun consensus ni recommandations de bonnes pratiques unanimes n'a pu être rédigé.

III.5. Introduction à notre étude

Nous présentons une étude comparative entre 2 séries de pneumonectomies réalisées selon 2 méthodes de gestion de la cavité pleurale résiduelle. Seules les pneumonectomies pour pathologie pulmonaire maligne ont été étudiées.

Les services de chirurgie thoracique du CHU de Rennes et du CHU de Limoges n'ayant pas ou très peu d'expérience dans le domaine de la pleuro-pneumonectomie réalisée pour mésothéliome pleural, aucune pneumonectomie pour cette indication n'a été étudiée.

Les pneumonectomies pour étiologies infectieuses ou bronchéctasies potentiellement infectées n'ont pas été relevées. En effet, un drainage de la cavité résiduelle demeure à notre sens potentiellement recommandé en cas de pathologie pulmonaire infectieuse (abcès pulmonaire, tuberculose, bronchectasies avec sepsis pulmonaire chronique, empyème). Les pneumonectomies réalisées dans cette indication concernant souvent le sujet jeune, nous avons l'expérience au CHU de Limoges de la mise en place d'une prothèse gonflable en silicone dans la cavité de pneumonectomie (8 cas), afin de ne pas laisser vide une cavité potentiellement septique et de limiter l'hyper-expansion du poumon restant qui pourrait à long terme évoluer vers une maladie emphysémateuse délétère sur le plan cardiorespiratoire.

Pour les pneumonectomies réalisées pour tuberculose, l'équipe de l'Hôpital Européen Georges Pompidou à Paris a présenté leur technique dans le chapitre de *l'Encyclopédie Médico-chirurgicale* sur le sujet [36] : les auteurs mettent en place un drain placé en déclive, permettant la vidange de la cavité à la seringue et la réalisation de prélèvements bactériologiques à 24 et 48 heures et systématiquement retiré au bout de 48 heures [36].

Ainsi, nous présentons ci-après un travail portant sur des pneumonectomies aux risques infectieux faibles où un drainage de la cavité de pneumonectomie n'était alors pas motivé par le drainage d'un liquide pleural contaminé.

IV. ETUDE COMPARATIVE

IV.1. OBJECTIF

L'objectif de cette étude était de comparer les suites opératoires précoces et la survie à court et moyen termes d'une série de pneumonectomies pour pathologie pulmonaire maligne réalisées sans drainage de la cavité thoracique au CHU de Limoges à une série réalisée avec un drainage postopératoire au CHU de Rennes.

IV.2. PATIENTS ET METHODES

IV.2.1. Recueil des données

Il s'agit d'une étude observationnelle rétrospective à propos de la cohorte de tous les patients consécutifs qui ont bénéficié d'une pneumonectomie programmée pour pathologie pulmonaire maligne sans drainage de la cavité thoracique entre août 2001 et octobre 2016 dans le service de chirurgie thoracique et cardio-vasculaire du CHU Dupuytren de Limoges ainsi que de la cohorte de tous les patients consécutifs qui ont bénéficié d'une pneumonectomie programmée pour pathologie pulmonaire maligne avec drainage de la cavité thoracique entre décembre 2004 et décembre 2014 dans le service de chirurgie thoracique cardiaque et vasculaire du CHU Pontchaillou de Rennes. Les pneumonectomies pour étiologie bénigne et celles réalisées en urgence n'ont pas été incluses.

Le début du recueil concernant les patients opérés à Limoges correspondait à la période où l'équipe médicale a été totalement familiarisée avec la technique sans drainage thoracique, la fin d'étude correspondait à un délai de 3 mois avant la rédaction de ce travail. Le début du recueil concernant les patients opérés à Rennes correspondait à la période d'effet du codage des pneumonectomies par les actes CCAM (ex : GFFA024, Pneumonectomie, par thoracotomie), afin de faciliter le recensement électif par le service *d'Information médicale et dossiers médicaux* de toutes les interventions réalisées. Une période d'étude de 10 ans a été arbitrairement fixée.

A Limoges, 79 patients ont été inclus opérés par 4 chirurgiens. Une seule pneumonectomie pour cancer a été réalisée avec drainage postopératoire, pratiquée par un 5^{ème} chirurgien, non familiarisé avec la technique sans drainage. Le recueil des données a été réalisé par la consultation des dossiers médicaux de tous les patients, à partir du logiciel d'informatisation des dossiers médicaux CrossWay Hôpital® (McKesson), du logiciel de recueil des données opératoire Ameli-bloc et par l'appel téléphonique des médecins traitants et des pneumologues.

A Rennes, 91 patients ont été inclus opérés par 7 chirurgiens. Une seule pneumonectomie pour cancer a été réalisée sans drainage, pratiquée par un 8^{ème} chirurgien. Le recueil des



donnés a été réalisé par la consultation des dossiers médicaux de tous les patients, à partir du logiciel d'informatisation des dossiers médicaux DxCare® (Medasys) et par l'appel téléphonique des médecins traitants et des pneumologues.

IV.2.2. Technique opératoire

Les interventions ont été réalisées par thoracotomie postéro-latérale dans le 5^{ème} espace intercostal épargnant le muscle dentelé antérieur ou par sternotomie médiane totale. A Limoges, les sutures vasculaires et bronchiques étaient préférentiellement réalisées avec une pince d'agrafage automatique. A Rennes, les sutures vasculaires étaient préférentiellement réalisées avec une pince d'agrafage automatique, les sutures bronchiques étaient réalisées avec une pince d'agrafage automatique ou par points séparés de PDS (P-Dioxanone) 3/0.

A Limoges, une couverture du moignon bronchique par les tissus pleuraux et graisseux de voisinage était réalisée, exceptionnellement par le nerf phrénique, un patch péricardique ou la veine azygos. A Rennes, pour les pneumonectomies droites, le moignon bronchique était couvert par les tissus pleuraux et graisseux de voisinage, la veine azygos ou un patch péricardique et exceptionnellement par un lambeau musculaire intercostal. Pour les pneumonectomies gauches, le moignon bronchique était couvert par les tissus pleuraux et graisseux de voisinage ou non couvert.

Un examen extemporané de la pièce opératoire était réalisé pour s'assurer que la section bronchique était saine. Un curage ganglionnaire systématique était effectué, tout en prenant soin de dévasculariser le moins possible le moignon bronchique. Un lavage de la cavité pleurale au sérum physiologique chaud était réalisé avec test de bullage du moignon bronchique.

A Limoges, dans le but d'équilibrer les pressions de part et d'autre du médiastin, une aspiration d'un litre d'air après fermeture de la thoracotomie, via un trocart, était effectuée à l'aide d'une seringue et d'un robinet à 3 voies (pour aspirer un litre d'air on aspire 16 volumes de seringue de 60 ml). Aucun drainage de la cavité résiduelle n'était réalisé de principe.

A Rennes, un drainage par un drain inséré le plus souvent au 3^{ème} espace intercostal (ou au 7^{ème}) et positionné de manière déclive dans la cavité pleurale résiduelle était réalisé. Le drain était clampé pour éviter le balancement médiastinal induit par les mouvements respiratoires.

IV.2.3. Management péri-opératoire

Dans les 2 centres, les patients bénéficiaient d'un programme de kinésithérapie respiratoire en préopératoire dans la mesure du possible. Les patients étaient extubés si possible en salle de surveillance post interventionnelle ou en service de réanimation ou soins intensifs. Le remplissage vasculaire était réduit au minimum et les transfusions sanguines étaient limitées au patient présentant un taux d'hémoglobine inférieur à 9,0 g/dL durant la période périopératoire. Une kinésithérapie respiratoire était entreprise en postopératoire.

A Rennes, le drain était déclampé toutes les 12 à 24 heures pendant 2 minutes environ puis reclampé. Le retrait du drain s'effectuait dans la grande majorité des cas à J2, exceptionnellement à J1 et plus tard uniquement en cas de saignement significatif. En cas de déviation médiastinale avec retentissement clinique, le drain était déclampé puis reclampé après stabilisation clinique et retour du médiastin en position médiane sur la radiographie thoracique de contrôle. L'ablation du drain était réalisée avec des précautions strictes d'asepsie.

A Limoges, 2 radiographies thoraciques étaient réalisées à J0 au début de l'expérience de la technique de pneumonectomie sans drainage, afin de s'assurer de la bonne position médiane du médiastin et qu'il n'existait pas d'hémithorax majeur en comparant les niveaux hydro-aériques sur les 2 clichés. Par la suite, une seule radiographie était réalisée à J0 puis quotidiennement jusqu'à la sortie du patient, comme au CHU de Rennes.

Au CHU de Limoges, certains patients étaient transférés dans le service de pneumologie avant leur retour à domicile ou leur départ en centre de rééducation respiratoire. Dans les 2 centres, les patients étaient revus par leur chirurgien un mois après l'intervention et plus tôt en cas de complications.

IV.2.4. Caractéristiques des patients

Les caractéristiques démographiques et variables cliniques recueillies étaient :

- le sexe,
- l'âge,
- le côté opéré,
- la prévalence du tabagisme, sa quantification en année-paquets et son caractère actif défini par la consommation de tabac dans les 8 semaines précédant l'intervention,
- le diabète,
- l'indice de masse corporel (IMC) et la notion d'obésité (définie comme un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m²),
- l'insuffisance coronarienne (définie par un antécédent de syndrome coronaire aigu (SCA) ou d'angor d'effort),
- l'insuffisance cardiaque (définie par une fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) \leq 35%),
- le score ASA (American Society of Anesthesiology),
- le volume maximal expiré en une seconde (VEMS) aux épreuves fonctionnelles respiratoires,
- l'histologie de la maladie,
- le traitement néoadjuvant éventuel,
- le type de résection (totalisation de lobectomie ou bilobectomie, résection pulmonaire étendue aux éléments du médiastin ou à la paroi thoracique),
- le recours à une circulation extra-corporelle (CEC) ou à une ECMO (Extra Corporeal Membrane Oxygenation),
- la réalisation d'une analgésie locorégionale par périurale ou par bloc para-vertébral,
- l'admission en postopératoire immédiat en réanimation ou soins intensifs.

IV.2.5. Suites opératoires

La mortalité à 30 jours postopératoire (\leq J30), la mortalité intra-hospitalière (décès survenant au CHU au cours de la même hospitalisation que la chirurgie) et la mortalité à 90 jours (\leq J90) étaient relevées.

La durée d'hospitalisation en réanimation ou aux soins intensifs, dans le service de chirurgie thoracique (incluant le séjour éventuel en réanimation ou aux soins intensifs) et la durée totale d'hospitalisation au CHU étaient relevées.

Les reprises chirurgicales et drainages thoraciques secondaires dans les 30 jours postopératoires étaient étudiés.

L'analyse des suites opératoires prenait en compte rétrospectivement les complications hémodynamiques, respiratoires et infectieuses potentiellement en rapport avec l'absence ou la présence d'un drainage thoracique en postopératoire, et survenant dans les 30 premiers jours postopératoires:

- insuffisance cardiaque aigue gauche et/ou droite (ICA),
- fibrillation/flutter atriale (FA),
- échec d'extubation dans les 24 heures après l'intervention,
- syndrome de détresse respiratoire aigue (SDRA) (définis comme un rapport PaO₂/fraction d'O₂ inspiré \leq 200, associé à une infiltration pulmonaire diffuse à la radiographie thoracique sans signe d'ICA à l'échographie cardiaque). Les œdèmes pulmonaires postpneumonectomie (OPPP) ont été considérés comme SDRA devant la fréquente difficulté de différenciation de ces 2 entités.
- réintubation en urgence sur critères respiratoires,
- mise sous ventilation non invasive (VNI),
- bronchoscopie souple pour encombrement bronchique et/ou atélectasie,
- pneumopathie (définie comme un sepsis associé à une opacité pulmonaire évocatrice à la radiographie thoracique),
- empyème (défini comme une infection de la cavité pleurale résiduelle sans fistule broncho-pleurale documentée à la fibroscopie),
- et fistule broncho-pleurale (FBP) à J30, J90 et à 6 mois.

IV.2.6. Méthode statistique

Chacune des variables recueillies étaient comparées entre le groupe des patients opérés à Limoges et le groupe des patients opérés à Rennes. L'analyse statistique était faite par le logiciel JMP 9 (SAS Institute, Cary, États- Unis). Les variables continues étaient exprimées en moyenne \pm écart type ou en médiane. Les variables catégorielles qualitatives étaient exprimées en pourcentage. La comparaison entre les variables continues était faite par le test t de Student ou par le test non paramétrique de Mann-Whitney en cas d'asymétrie. Le test de Chi 2 ou le test exact de Fisher (quand des effectifs attendus étaient inférieurs à 5) étaient utilisés pour les paramètres qualitatifs. Une valeur de $p < 0,05$ était retenue comme seuil de significativité.

IV.3. RESULTATS

Les données préopératoires des patients étaient comparables entre les 2 groupes (tableau 1). Il existait une part plus importante de pneumonectomies gauches et de tabagisme actif dans le groupe des patients opérés à Limoges sans atteindre le seuil de significativité statistique ($p=0,074$ et $p=0,051$ respectivement).

Les données per-opératoires sont présentées dans le tableau 2. Celles-ci étaient comparables sur le plan statistique entre les deux groupes, excepté en termes de voie d'abord, avec 7 sternotomies réalisées à Rennes contre aucune à Limoges et de devenir en postopératoire immédiat : moins de la moitié des malades étaient admis en soins intensifs à Limoges contre plus des $\frac{3}{4}$ à Rennes.

Les patients opérés à Limoges et ceux opérés à Rennes présentaient une survie similaire à 30 et 90 jours postopératoires (tableau 3). Aucun patient des 2 groupes n'était décédé au bloc opératoire ou en salle de réveil.

La durée d'hospitalisation en service de chirurgie thoracique était plus courte dans le groupe des patients opérés à Limoges ($p=0,0054$; IC95%[-6,0922;-1,0757]) mais sans conséquence significative sur la durée totale d'hospitalisation par rapport au groupe des patients opérés à Rennes, avec 1 jour en médiane de moins à Limoges (tableau 3).

Les éléments du suivi à 30 jours postopératoires sont présentés dans le tableau 4. Les taux de complications à J30 étaient comparables entre les 2 groupes sauf pour la FA et le recours à la VNI, plus fréquentes chez les patients opérés à Rennes.

Les 3 patients pris en charge à Limoges réintubés en urgence sur critères respiratoires sont décédés au cours de leur l'hospitalisation, contre 6 des 9 patients dans ce cas pris en charge à Rennes.

Deux patients opérés à Rennes ont présenté une insuffisance cardiaque aiguë décrite dans les comptes rendus médicaux comme liée à une déviation du médiastin :

- un patient après pneumonectomie gauche présentait une défaillance hémodynamique avec déviation médiastinale (le déclampage éventuel du drain n'était pas mentionnée), traitée par décubitus latéral droit et position demi assise. L'évolution était favorable avec une sortie des soins intensifs à J4.
- un patient après pneumonectomie droite a présenté un syndrome d'orthodéoxie-platypnée (foramen ovale perméable à l'échographie cardiaque) avec déviation médiastinale post ablation du drain nécessitant une réintubation en urgence à J3. Le patient était extubé quelques heures plus tard après retour du médiastin en position médiane (sans mentionner par quels moyens) et quittait les soins intensifs à J7.



Un seul patient à Rennes n'a pu être sevré de la ventilation mécanique à J0. L'évolution était marquée par un SDRA, une FBP reprise au bloc opératoire avec thoracostomie à J17 puis par le décès précoce du patient.

Deux patients ont présenté une FBP dans les 30 premiers jours postopératoires dans le groupe des patients opérés à Limoges contre 4 dans le groupe des patients opérés à Rennes. Ces chiffres restaient comparables à 90 jours (4/79 soit 5,1% versus 7/91 soit 7,7%) et à 6 mois (6/77 soit 7,8% versus 8/91 soit 8,8%).

Les causes de reprises chirurgicales, de drainage thoracique et de décès survenus dans les 30 jours postopératoires sont présentées dans le [tableau 5](#). On retrouvait plus de reprises chirurgicales à J30 à Rennes sans atteindre le seuil de significativité statistique ($p=0,074$). A Limoges, aucune ponction de la cavité pleurale résiduelle secondaire à une déviation médiastinale ou pour vidange de la cavité n'était réalisée (excepté en contexte d'empyème ou de FBP).



Tableau 1: Caractéristiques préopératoires des patients

	LIMOGES (n=79)	RENNES (n=91)	
Age	62 +/- 11 [23-82]	61 +/- 9 [37-78]	NS
Sexe masculin	81% (64)	82% (75)	NS
Coté droit	32% (25)	45% (41)	NS
Tabagisme (paquets-années)	38 +/- 20 [0-100]	33 +/- 22 [0-100]	NS
Tabagisme actif	39% (31)	25% (23)	NS
Diabète de type 2	13% (10)	7% (6)	NS
IMC	24,2 +/-3,6 [16,9-36,8]	24,6 +/- 3,8 [18,3-42]	NS
Obésité	6% (5)	8% (7)	NS
Coronaropathie	8% (6)	13% (12)	NS
Insuffisance cardiaque	1% (1)	3% (3)	NS
Score ASA 3-4	44% (34)	42% (38)	NS
VEMS (% de la théorique)	84% +/- 16 [60-136]	84% +/- 16 [38-130]	NS
Histologie :			NS
- Adénocarcinome	34% (27)	33% (30)	
- Carcinome épidermoïde	58% (46)	52% (47)	
- autre	8% (6) ^a	14% (14) ^b	
Traitement néoadjuvant :	20 % (16)	18% (16)	NS
- Chimiothérapie	20% (16)	18% (16)	
- Radiothérapie	6% (5)	2 % (2)	

Les variables continues sont exprimées en moyenne+/-écart type [valeurs extrêmes].

NS : non statistiquement significatif ; IMC : indice de masse corporelle ; ASA : American Society of Anesthesiology ; VEMS : volume maximal expiré en une seconde.

^a 2 carcinomes indifférenciés, 1 carcinome à grandes cellules, 1 tumeur carcinoïde, une métastase de léiomyosarcome et une métastase de synovialsarcome.

^b 5 carcinomes à grandes cellules, 3 tumeurs carcinoïdes, un carcinome indifférencié, une métastase de cancer du colon, une métastase de cancer de l'ovaire, 2 synovialsarcomes et un thymome.



Tableau 2: Caractéristiques per-opératoires des patients

	LIMOGES (n=79)	RENNES (n=91)	
Analgésie locorégionale :	54 % (43)	62 % (56)	NS
- péridurale	(43)	(49)	
- bloc paravertébral	0	(7)	
Voie d'abord			
- Thoracotomie postéro-latérale	100% (79)	92% (84)	p=0,015
- Sternotomie	0	8% (7) ^a	
Totalisation de (bi)-lobectomie	1% (1)	3% (3)	NS
Résection étendue :	11,4% (9)	16,5% (15)	NS
- résection/patch péricardique	(7)	(4)	
- résection oreillette gauche	(2)	(1)	
- résection/anastomose de la VCS	(2)	0	
- plastie du tronc de l'artère pulmonaire	0	(1)	
- résection/anastomose de la carène	0	(3)	
- pariéctomie	0	(5)	
- résection diaphragmatique +	0	(1)	
splénectomie	0	(1)	
- thymectomie			
CEC/ECMO veino-veineuse	0	5,5 % (5) ^b	NS
Réa/Soins intensifs en postopératoire	46% (36)	78% (71)	p<0.0001

CEC : circulation extra-corporelle ; ECMO : extracorporeal membrane oxygenation ; VCS : veine cave supérieure.

^a résection du massif cardiaque sous CEC pour 2 cas, thymectomie pour un cas, section au ras de la carène sous ECMO veino-veineuse pour un cas et pneumonectomie isolée dans 3 cas.

^b résection du massif cardiaque pour 2 cas, geste sur la carène pour 3 cas.

Tableau 3: Mortalité et durées d'hospitalisation

	LIMOGES (n = 79)	RENNES (n=91)	
Mortalité à 30 jours	6,3% (5)	6,6% (6)	NS
Mortalité intra-hospitalière	7,6 % (6)	7,7 % (7)	NS
Mortalité à 90 jours	11,4% (9)	12,1% (11)	NS
Durée Réa/SI (jours)			NS
- moyenne	1,7 +/- 2,3	2,4 +/- 4,1	
- médiane	1 [1-14]	1 [1-24]	
Hospitalisation CTCV (jours)			p=0,0054
- moyenne	7,4 +/- 5,7	11 +/- 10,6	
- médiane	7 [1-52]	9 [2-93]	
Hospitalisation CHU (jours)			NS
- moyenne	11,6 +/-15,7	12,1 +/-11,8	
- médiane	8 [4-135]	9 [2-93]	

Les variables continues sont exprimées en moyenne+/-écart type et en médiane [valeurs extrêmes]

NS : non statistiquement significatif ; Réa/SI : réanimation ou soins intensifs.



Tableau 4: Complications à 30 jours postopératoires

	LIMOGES (n=79)	RENNES (n=91)	
Transfusions postopératoires	13,9% (11)	21,4% (19)	NS
Nombre culots (médiane)	2 [2-9]	3 [2-8]	
Réintubation sur critères respiratoire	3,8% (3)	9,9% (9)	NS
FA	11,4% (9)	29% (26)	p=0.0057
Insuffisance cardiaque aigue	1,3% (1)	4,4% (4)	NS
Extubation à J0	100% (79)	99% (90)	NS
SDRA	3,4% (3)	7,7% (7)	NS
VNI	2,5% (2)	11% (10)	p=0.037
Fibroaspiration/atélectasies	2,5% (2)	6,6% (6)	NS
Pneumopathie	6,3% (5)	6,6% (6)	NS
Empyème	1,3% (1)	4,4% (4)	NS
FBP	2,5% (2)	4,4% (4)	NS

Les variables continues sont exprimées en médiane [valeurs extrêmes].

NS : non statistiquement significatif ; FA : fibrillation atriale ; SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigue ; VNI : ventilation non invasive ; FBP : fistule broncho-pleurale.



Tableau 5: Reprises chirurgicales/drainages thoraciques secondaires et causes de décès à J30

	LIMOGES	RENNES	
Reprise chirurgicale/drainage thoracique <J30	5,1 % (4)	13,2% (12) ^a	NS
-FBP	2 ^b	3 ^c	
-Empyème pleural ^d	1	4	
-Hématome pariétal/désunion cicatrice	1	4	
-Hémostase	0	3	
-Lâchage postopératoire immédiat du moignon bronchique	0	1	
-Pose d'ECMO veino-veineuse	0	1	
Décès à J30	6,3% (5)	6,6% (6)	NS
-SDRA (hors FBP)	3	3	
-Complications post-FBP	1	2	
-Ischémie mésentérique	0	1	
-Cholécystite aigue ^e	1	0	

NS : non significatif ; FBP : fistule broncho-pleurale ; SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigue

^a un patient a été repris à J1 pour hémostase en urgence (hémithorax sur saignement d'une artère bronchique) puis à J22 pour empyème. Deux patients ont été repris pour désunion de cicatrice associée à un empyème. Un patient a été repris pour empyème à J14 et décaillotage à J19 (artère intercostale). Un patient a été repris pour hémithorax sans cause de saignement authentifiée.

^b Un patient a été repris au bloc opératoire à J18 et J21 pour fermeture de la fistule et était vivant à J30. Un autre a été repris au bloc opératoire pour FBP associée à une recoupe bronchique non saine pour résection trachéale par sternotomie, il était décédé à J30.

^c Un patient a été repris 2 fois pour FBP, dont une thoracostomie à J17 puis décès par SDRA. Un patient a été repris à J22 puis à J40 pour thoracostomie. Un patient a été repris pour thoracostomie à J14 avec décès à J41.

^d Lavage/drainage de la cavité pleurale, pas de fistule authentifiée.

^e Cholécystectomie refusée par le patient, décès par choc septique à J5.

IV.4. DISCUSSION

IV.4.1. Schéma d'étude et variables recueillies

Nous avons choisi de relever uniquement les complications dont la survenue pouvait être en lien avec la présence ou l'absence d'un drainage thoracique. La déviation du médiastin peut entraîner un retentissement hémodynamique par compression ou striction des cavités cardiaques et des vaisseaux pulmonaires à l'origine d'insuffisances cardiaques aiguës, de troubles du rythme, et pouvant favoriser un OPPP par hyperinflation aiguë. De plus, la compression du poumon restant peut altérer la mécanique ventilatoire responsable d'insuffisance respiratoire aiguë et de rétention des sécrétions bronchiques avec risques d'atélectasies et de pneumopathie. Enfin, les FBP ont été relevées car potentiellement influencées par la pression exercée sur le moignon bronchique ainsi que les empyèmes pleuraux, car favorisés par la présence de sécrétions postopératoire potentiellement contaminées dans un espace clos. Les causes de reprises chirurgicales étaient également relevées telle que drainage et ponction secondaire de la cavité, geste d'hémostase... La réalisation d'une analgésie péridurale était relevée, son absence constituant un facteur de risque indépendant de complications respiratoires [82].

La présence ou l'absence d'un drainage thoracique n'ayant potentiellement d'influence que durant la période postopératoire précoce, seules les complications survenant dans les 30 premiers jours postopératoires ont été relevées. La seule exception concerne les fistules broncho-pleurales, relevées jusqu'à 6 mois après l'intervention. En effet, des empyèmes évoluant à bas bruit et potentiellement secondaires à une contamination per-opératoire et donc influencés par l'existence ou non d'un drainage thoracique peuvent se révéler tardivement par une FBP par un mécanisme de dedans en dehors (l'infection atteint et fragilise la zone de faiblesse constituée par le moignon bronchique).

La série des pneumonectomies réalisées à Rennes comprend 7 interventions par sternotomie. Cette voie d'abord implique classiquement la réalisation d'un drainage médiastinal rétrosternal, ainsi une technique sans drainage semblait non compatible par sternotomie. Nous avons choisie de tout de même conserver ces patients afin d'obtenir la série consécutive des pneumonectomies pour néoplasie du CHU de Rennes durant notre période d'étude, cette voie d'abord n'étant de plus pas associée à une morbidité plus importante dans notre étude.

IV.4.2. Caractéristiques des patients et données opératoires

Les patients pris en charge à Limoges et à Rennes apparaissaient comparables sur le plan statistique sur les variables préopératoires recueillies. En revanche, la série de Limoges ne comptait que 32 % de pneumonectomies droites contre 45 % à Rennes. De nombreuses séries dans la littérature objectivent un taux de fistule broncho-pleurale plus important en cas de pneumonectomie droite [83-89], d'autres non [82]. La réalisation d'un traitement néoadjuvant semble accentuer ce risque pour beaucoup d'auteurs [90-95] mais parfois non [89]. Le côté droit est également retrouvé comme facteur de risque de mortalité à 30 jours

[65], notamment par la base de données EPITHOR (10,8% vs 5,8%, $p < 0.001$) [55]. Cependant, la latéralité n'influence pas la mortalité précoce pour quelques séries de la littérature [82].

Ainsi, le groupe des patients opérés à Rennes était plus à risque de FBP voire de mortalité par FBP, ceci étant nuancé par la présence d'un taux de traitement néoadjuvant comparable entre la série de Limoges et celle de Rennes (20% et 18 % respectivement). Ceci ne s'est pas vérifié avec des taux discrètement plus élevés de FBP à 30, 90 jours et à 6 mois à Rennes et 2 cas de décès précoces dans les suites d'une FBP contre un cas à Limoges.

Le groupe des patients pris en charge à Rennes comportait des interventions sur la paroi et la trachée. On notait 3 gestes sur la carène et 5 pariéctomies : un patient a été réintubé en urgence pour pneumopathie mais aucun décès intra-hospitalier ni FBP n'était noté chez ces 8 patients. Deux patients opérés à Limoges ont bénéficié d'une résection/anastomose de la veine cave supérieure sans complication postopératoire. A Rennes, 7 patients ont été opérés par sternotomie et aucun n'a présenté de complication liée à cette voie d'abord (médiastinite notamment) ; 5 patients ont été opérés avec le recours à une CEC ou une ECMO : on notait 1 décès secondaire à une FBP avec inondation du poumon controlatéral et aucune autre complication. Ainsi, le groupe des patients opérés à Rennes comprenait plus d'intervention avec geste associé (sans atteindre de significativité statistique), mais ces patients n'ont en majorité pas présenté des suites postopératoires compliquées.

La préservation du nerf phrénique au cours des pneumonectomies demeure encore controversée aujourd'hui bien qu'une paralysie diaphragmatique semble compromettre significativement la fonction ventilatoire dans la période postopératoire immédiate [96,97]. Ce retentissement n'est pas aussi clair à moyen et long-terme [98]. L'utilisation du nerf phrénique comme tissu de couverture du moignon bronchique n'a été utilisé qu'à 2 reprises à Limoges au début de notre expérience et jamais à Rennes.

IV.4.3. Mortalité

La présence ou non d'un drainage n'influait pas la mortalité précoce et à 90 jours dans notre étude. Aucun décès à 30 jours chez les patients opérés à Limoges ne semblait liés directement à l'absence de drainage thoracique : trois patients ont présenté un SDRA fatal dans les suites d'une pneumopathie à J9, J10 et J14, un patient est décédé des suites opératoires d'une reprise chirurgicale à J22 par sternotomie médiane pour FBP et recoupe bronchique non saine à l'analyse anatomopathologique définitive et un patient est décédé d'un choc septique à J5 sur cholécystite avec refus d'intervention chirurgicale. De même, la présence d'un drainage n'était probablement pas impliqué dans la genèse des décès précoces des patients opérés à Rennes : un SDRA dans les suites précoces d'une thoracostomie à J17 pour FBP, une ischémie mésentérique (décès à J6), un SDRA dans les suites d'une reprise pour empyème à J3 et J7 avec nécrose du lambeau intercostal de couverture du moignon bronchique, un SDRA dans les suites d'une pneumopathie avec mise en place d'une ECMO veino-veineuse (décès à J22), un SDRA à J16 dans un contexte de section bronchique non saine et enfin, un SDRA sur inondation du poumon controlatéral par une FBP à J2. Pour ce dernier patient, un drainage non clampé (relié à une valise à équilibrage des pressions ou en siphonage) aurait potentiellement pu être salvateur. Le

liquide pleural étant drainé, celui-ci n'aurait pu inonder massivement le poumon controlatéral via une FBP qui, survenant dans les 48 premières heures, est plus probablement liée à une déhiscence mécanique brutale. Néanmoins, les FBP surviennent le plus souvent entre J7 et J20 et le drain thoracique a alors été classiquement retiré.

IV.4.4. Complications postopératoires et reprises chirurgicales

Dans le groupe des patients opérés à Limoges, aucune des réintubations en urgence et défaillance cardiaque aigüe ne semblait liée à l'absence de drain : 2 patients réintubés pour SDRA sur pneumopathie, un patient réintubé pour détresse respiratoire associée à une FBP, un patient avec un œdème aigüe du poumon sur passage en fluter atrial résolutif sous traitements médicamenteux. On ne retrouvait pas la notion de malposition du médiastin à la radiographie thoracique dans aucun des dossiers médicaux. Dans le groupe des patients opérés à Rennes, 2 patients ont présenté des défaillances cardiaques aigües associées à une déviation médiastinale à la radiographie thoracique, comme mentionné dans la partie *Résultats*. Cependant, le manque de données complètes et précises lié au caractère rétrospectif de l'étude, notamment sur la part jouée par la déviation du médiastin sur les symptômes et la gestion du drainage dans ces 2 cas ne permet pas d'incriminer formellement la technique de monitoring de la cavité résiduelle comme la cause principale des défaillances hémodynamiques observées.

Dans les 2 centres, les patients sans comorbidité lourde, extubés sans difficulté et n'ayant présenté aucune complication en salle de surveillance post-interventionnelle et cela combiné au manque de place disponible dans les unités de soins intensif ou de réanimation, étaient admis en secteur de soins conventionnel en postopératoire. Les patients de Rennes étaient admis dans une unité de soins intensifs dans 78 % des cas contre 46 % à Limoges ($p < 0.001$). Le taux significativement plus élevé de FA dans le groupe des patients pris en charge à Rennes (29% contre 11,4%) est en grande partie expliqué par un diagnostic plus sensible des troubles du rythme chez des patients scopés avec une surveillance médicale et para-médicale plus soutenue en secteur de soins intensifs. Il en est de même pour le recours à la VNI (11% contre 2,5%), pratiquée plus volontiers en secteur de soins intensifs sous la responsabilité d'un réanimateur et sous surveillance paramédicale continue.

Un seul patient du groupe des patients pris en charge à Limoges (1/79) opéré sans drainage de la cavité pleurale résiduelle a présenté un empyème sans FBP associée contre 4 patients dans le groupe des patients pris en charge à Rennes (4/91). Deux d'entre eux présentaient une porte d'entrée potentielle car associés à une infection de la cicatrice opératoire et 1 patient présentait un risque d'infection du site opératoire accru car repris en urgence à J1 pour hémostase. Ainsi, la présence d'un drain ne semblait pas augmenter significativement le risque d'empyème dans notre étude.

Au total, les patients des 2 groupes semblaient présenter des taux de morbidité similaires. Quatre patients opérés à Limoges étaient repris au bloc opératoire dans les 30 jours postopératoires dont 1 repris pour hémostase au deuxième jour postopératoire pour hématome de paroi, sans que les niveaux comparés sur les deux premières radiographies thoraciques à J0 aient pu faire porter l'indication de reprise (pas d'hémothorax). Un patient a

été repris pour un empyème pleural sans FBP à J18, sans notion de tumeur surinfectée et avec lavage de la cavité pleurale au sérum physiologique chaud avant la fermeture de l'intervention initiale, cette contamination pleurale ne semblait donc pas favorisée par l'absence de drainage postopératoire. Au total, aucune reprise chirurgicale ou drainage thoracique ne semblait lié directement à l'absence de drainage postopératoire dans notre série.

IV.4.5. Durée de séjour

La présence ou non d'un drainage n'influçait pas la durée de séjour en soins intensifs (durée médiane de 1 jour dans les 2 centres). A Limoges, l'absence de drainage postopératoire semblait diminuer la durée d'hospitalisation en service de chirurgie, avec une durée médiane de 7 jours contre 9 jours à Rennes ($p < 0.05$). En revanche, cette différence n'était plus significative sur la durée totale d'hospitalisation. En effet, au CHU de Limoges, une majorité de patients avait pu être transférée dans le service de pneumologie du CHU avant leur sortie de l'hôpital. Cette pratique n'était pas retrouvée au CHU de Rennes. De plus, l'ablation du drain étant protocolisé à J2 à Rennes (sauf complication), ce dernier ne semblait pas au final retentir sur la sortie du patient de l'hôpital.

IV.4.6. Comparaison avec la littérature

Une recherche bibliographique sur le site PubMed a été effectuée : si l'on considère les articles parus à partir des années 2000, présentant le suivi à 30 jours postopératoires de séries de pneumonectomies pour pathologie maligne mono ou bi-centriques où l'utilisation d'un drainage thoracique était mentionnée, en excluant les séries limitées à un sous groupe de pneumonectomies (selon le stade TNM par exemple, le type de traitement néoadjuvant...), on identifiait 6 articles :

- Bernard et al. rapportaient en 2001 une série de 639 pneumonectomies de la Mayo Clinic de Rochester, Minnesota. Un drainage thoracique était réalisé chez 628 des patients, avec ablation du drain en salle opératoire dans près de 80% des cas, ce qui pouvait être considéré comme une technique sans drainage, à J1 dans près de 20% des cas et exceptionnellement à J2 ou J3 [99].
- Licker et al. présentaient en 2002 une série bi-centrique de 193 pneumonectomies réalisées à Genève en Suisse, pour laquelle le recours à un drainage thoracique était mentionné [82].
- Ludwig et al. rapportaient en 2005 une série de 194 pneumonectomies réalisées à Fribourg en Allemagne. Un drainage était réalisé pendant 12 à 24 heures [100].



- Gudbjartsson et al. présentaient en 2008 une série de 130 pneumonectomies réalisées à Lund, en Suède. Un drain thoracique était mis en place, en siphonage ou avec une aspiration de -5 cmH₂O, et retiré dans les 12 heures en l'absence de saignement important [89].
- Mansour et al. rapportaient en 2009 une série de 323 pneumonectomies réalisées au CHU de Strasbourg. Un drainage connecté à une valise d'équilibrage des pressions était systématiquement réalisé pendant 48 heures en postopératoire [65].
- En 2016, Petrella et al. présentaient l'expérience d'une équipe de Milan sur 250 cas. Le drain était retiré à J3 (sauf complications) [64].

En 2017, Dong et al. rapportaient l'expérience d'un centre chinois sur 35 patients [101]. Bien qu'inclus pour la moitié dans un programme de fast-track (récupération accélérée après chirurgie), les patients bénéficiaient d'un drainage thoracique maintenu clampé sauf si un ajustement des pressions était nécessaire. Le drain était retiré à J1. Seuls des patients très bien sélectionnés et donc à faible risque étant inclus, nous ne rapportons pas leurs résultats.

Le taux de mortalité à 30 jours de notre série (6,3%) était similaire à celui rapporté dans les séries de Bernard et al. (7,0%) [99], Mansour et al. (5,6%) [65], Licker et al. (9,3%) [82], Petrella et al. (5,6%) [64] et Ludwig et al. (4,6%) [100].

En revanche, Gudbjartsson et al. rapportaient un taux de mortalité inférieur à 1%, en partie seulement expliqué par une proportion faible de patients ASA 3 et 4 (moins de 25%) [89].

Si on se réfère à la mortalité intra-hospitalière après pneumonectomie réalisée pour pathologie maligne présentée par les volumineuses bases de données nationales sans que la réalisation ou non d'un drainage ne soit connue, on retrouve dans le registre français EPITHOR (base de données de la Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire [55]), le registre britannique (United Kingdom's second National Thoracic Surgery Activity and Outcomes Report [102]) et les registres américains (Society of Thoracic Surgeons (STS) General Thoracic Surgery Database [103] et American College of Surgeons [104]), des taux de mortalité similaires à celui de notre série, de 5,6% à 8,5%.

La durée d'hospitalisation était similaire entre notre série (médiane de 8 jours) et celles rapportées de la littérature (médiane de 7 à 9 jours) [64, 82, 89, 99]. Ainsi, l'absence de drainage thoracique pour les patients opérés au CHU de Limoges n'était pas associée à une durée d'hospitalisation plus courte par rapport aux séries de la littérature réalisées avec drainage. En revanche, Thomson et al. dans une étude comparative incluant 46 pneumonectomies (pour cancer, tuberculose et bronchectasies) réparties en 2 groupes, avec et sans drainage, retrouvaient une durée d'hospitalisation moyenne plus importante en cas de drainage (10,2 jours versus 6,5 jours), mais cette différence n'était pas significative, probablement du fait du faible effectif [77].

Les patients de notre série ne présentaient pas un taux de complications hémodynamiques, rythmiques, respiratoires et infectieuses plus important que les patients des séries rapportées de la littérature avec drainage thoracique (tableau 6). Deux patients de notre série opérés à Limoges développaient une FBP dans les 30 jours postopératoires, soit 2,5%

des patients. C'est moins que les autres séries rapportées (jusqu'à 6,2% pour Gudbjartsson et al. mais avec dans notre série une plus faible proportion de pneumonectomie droite (33% versus 49%), la couverture quasi-systématique du moignon bronchique et une proportion plus faible de patients ayant reçu un traitement néoadjuvant (19% contre 27 %) [89]).

La proportion de patients ayant développé un empyème de la cavité thoracique résiduelle sans FBP authentifiée était comparable entre notre série réalisée sans drainage et les séries de la littérature (de 1,7% à 2,7%). L'absence de drain ne semblait donc pas augmenter le risque d'empyème potentiellement secondaire à l'absence de drainage des fluides postopératoires en chirurgie carcinologique.

Petrella et al. présentaient leur taux de complications cardiaques et pulmonaires sans détailler le type d'événements [64]. Le taux de reprise chirurgicale précoce était de 9,6%, les causes de reprise n'étaient pas mentionner [64]. C'est un peu plus que notre série de pneumonectomie sans drainage, avec un taux de reprise chirurgicale ou drainage secondaire de la cavité de 5,1%, et plus proche du taux de reprise observée chez les patients opérés à Rennes (13,2%).

Une équipe coréenne rapportait en 2010 une série de 164 pneumonectomies pour cancer pulmonaire primitif réalisées sans drainage de la cavité thoracique [105]. Une technique similaire à la notre était rapportée : une fois que la paroi thoracique était refermée, l'air de la cavité résiduelle était évacué progressivement jusqu'à obtenir une sensation de résistance. Environ un litre était aspiré pour permettre le retour du médiastin en position médiane. Cette série rapportait un taux d'OPPP de 1,8%, de FBP de 4,3% et d'empyème sans FBP de 1,8%, soit des résultats similaires à ceux de notre série. En revanche, le taux de mortalité, de SDRA et de pneumopathie étaient plus élevés: 12,8% contre 6,8%, 10,4% contre 2,7% et 9,8% contre 4,1% respectivement [105]. Ces résultats s'expliquaient par le fait que les patients avaient tous bénéficié d'un scanner thoracique injecté préopératoire pour évaluer la perfusion pulmonaire, indiqué par des résultats subnormaux aux épreuves fonctionnelles respiratoires ou aux gaz du sang. Ainsi, cette série concernait des patients à haut risque de développer des complications respiratoires et de décès postopératoire. Les patients opérés dans leur institution n'ayant pas bénéficié d'un scanner thoracique injecté préopératoire, et donc à plus faible risque chirurgical, présentait un taux de mortalité de 6,5% et de SDRA de 5,7% [105], soit des taux similaires à notre série.



Tableau 6: Suivi postopératoire de la série de Limoges réalisée sans drainage et des séries de la littérature de pneumonectomies réalisées avec drainage thoracique

	LIMOGES n = 79	Bernard n = 639	Mansour n = 323	Licker n = 193	Gudbjartsson n = 130	Ludwig n=194	Petrella n =250
Mortalité J30	6,3%	7,0%	5,6%	9,3%	0,7%	4,6%	5,6%
Hospitalisation (j)							
- Moyenne	11,8	X	X	13,5	11,5	X	7,9
- Médiane	8	7	X	X	9	X	7
ICA	1,3%	3,0%	X	0,5%	6,2%	3,6%	X
FA	11,4%	21,4%	9,9%	24,9%	11,5%	X	
SDRA	3,4%	X	3,1%	2,1%	2,3%	3,1%	
VNI	2,5%	X	X	X	X	X	
Fibro-aspiration	2,5%	13,5%	X	2,6%	X	X	
Pneumopathie	6,3%	10,2%	X	7,8%	3,8 %	1,5%	
Empyème	1,3%	1,7%	2,2%	X	2,3%	1%	
FBP	2,5%	3,9%	4,3%	4,7%	6,2%	3,6%	

X : données non rapportées ou dont la définition n'était pas similaire à celle utilisée pour notre étude.

j : jours ; ICA : insuffisance cardiaque aigue ; FA : fibrillation atriale ; SDRA : syndrome de détresse respiratoire aigue ; VNI : ventilation non invasive ; FBP : fistule broncho-pleurale.



IV.4.7. Limites de notre étude

Notre étude a plusieurs limites :

- Son caractère rétrospectif.
- La relative faible taille de notre échantillon de patients.
- La comparaison de 2 méthodes de management de la cavité post-pneumonectomie au sein de 2 centres différents, avec des chirurgiens, anesthésistes et réanimateurs aux techniques et pratiques logistiques hétérogènes selon le centre et constituant de possibles facteurs confondants.
- L'emphysème sous-cutané, donnée trop subjective et difficilement quantifiable, n'a pu être relevé et estimé dans cette étude rétrospective. Bien que le plus souvent non grave, cette complication est directement influencée par le drainage ou non de la cavité pleurale et le mode de drainage.
- L'absence d'analyse de la position du médiastin sur les radiographies postopératoires, devant la difficulté d'analyse objective, sur des radiographies parfois faites au lit du patient de qualité moindre et une incidence des rayons X pas toujours perpendiculaire au médiastin.
- Certains facteurs de mortalité et morbidité post-pneumonectomie n'ont pas été relevés : le statut nutritionnel [106], faute de disponibilité pour tous les patients des valeurs de l'albuminémie, de la CRP préopératoire, du pourcentage de perte de poids préopératoire... et l'existence d'une broncho-pneumopathie chronique obstructive [65,99] car la valeur du VEMS préopératoire était retrouvé pour tous les patients mais la valeur de la capacité vitale lente et forcée et le résultat au test de réversibilité aux bronchodilatateurs étaient manquants pour certains patients des 2 groupes. Seul le VEMS a alors été relevé.



Conclusion

La technique de gestion de la cavité résiduelle après pneumonectomie pour pathologie pulmonaire maligne sans drainage postopératoire et la technique avec mise en place d'un drain maintenu clampé entre les périodes d'évacuation de la cavité pleurale sont sûres lorsqu'elles sont utilisées par des équipes rodées à ces méthodes de management post-pneumonectomie et apportent des résultats comparables en terme de morbi-mortalité précoce dans notre étude.

La supériorité d'une technique sur une autre ne pourrait être affirmée que par une étude prospective comparative et randomisée, qui semble cependant difficile à mettre en place. En effet, la gestion et la surveillance des premières heures postopératoires après pneumonectomie sont capitales et doivent être menées par des équipes parfaitement habituées à la méthode de management des pressions intra-thoraciques et du positionnement du médiastin. Un protocole de service semble donc indispensable pour le personnel médical et para-médical afin de limiter les risques de complications potentiellement fatales. Le *New England Journal of Medicine* révélait en 2002 et 2003 que le taux de mortalité précoce après pneumonectomie, de 14% aux États-Unis, était fortement impacté par le volume d'activité du chirurgien et celui du centre chirurgical [107, 108]. Une variation dans les pratiques pourrait alors influencer le taux de survie et de complications.

De plus, il semble peu probable de pouvoir monter une étude avec la puissance suffisante pour prouver la supériorité d'une technique sur une autre. En effet, les techniques d'épargne parenchymateuse étant à préférer, les interventions de pneumonectomie sont moins fréquentes et de plus, les taux de complications alors à comparer sont faibles.

En revanche, éviter les complications graves est toujours plus important que de prouver de petites différences en termes de bénéfices. Une analyse des accidents et décès directement en lien avec la méthode de gestion de la cavité pleurale post-pneumonectomie reste capitale.

Ainsi, l'évaluation des diverses techniques de gestion de la cavité résiduelle post-pneumonectomie par des données objectives demeure un élément important pour la pratique de tout chirurgien thoracique car chaque méthode a ses risques qui doivent être parfaitement connus par l'ensemble de l'équipe qui prend en charge les patients.

Il est intéressant de constater qu'une question aussi fondamentale n'ait toujours pas de réponse. En ce sens, nous projetons d'analyser le suivi postopératoire précoce de la série de pneumonectomie du service de Chirurgie Thoracique et Cervicale et Transplantation Pulmonaire du Professeur Jacques Jougon au CHU de Bordeaux, réalisées avec un drainage de la cavité en siphonage puis avec le système à 3 bouches. De plus, nous rapporterons également les données des pneumonectomies réalisées à l'Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec, où plusieurs techniques sont utilisées. L'objectif est d'augmenter le nombre de cas observés et d'étudier le devenir postopératoire des patients et les complications en lien avec toutes les techniques de gestion de la cavité résiduelle afin de réaliser une étude exhaustive.



Références bibliographiques

- [1] Préfaut C. *L'essentiel en physiologie respiratoire*. 2^{ème} éd., Montpellier :Sauramps Médical, 1986, 131p.
- [2] Miserocchi G, Beretta E. Anatomy and Physiology of the pleura. In: Kuzdzal J, *ESTS Text book of Thoracic Surgery*. Vol 1, 1st ed. Krakow: medycyna praktyczna; 2014: 183-190.
- [3] Dane DM, Yilmaz C, Gyawali D et al. Preventing mediastinal shift after pneumonectomy does not abolish physiological compensation. *J Appl Physiol* 2000;89: 182-91.
- [4] Ceron J, Peñalver JC, Escriva J, Padilla J. Unusual evolution of a pneumonectomy cavity. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;32: 796.
- [5] Deslauriers J, Gregoire J. Techniques of Pneumonectomy: Drainage After Pneumonectomy. *Chest Surg Clin N Am* 1999;9: 437-48.
- [6] Wolfe WG, Lewis CW Jr. Control of the pleural space after pneumonectomy. *Chest Surg Clin N Am* 2002;12: 565-70.
- [7] Kanakis MA, Misthos PA, Tsimpinos MD, Rapti NG, Chatzis AC, Lioulias AG. Benign emptying of the post-pneumonectomy space: recognizing this rare complication retrospectively. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2015;21: 685-7.
- [8] Merritt RE, Reznik SI, DaSilva MC et al. Benign emptying of the postpneumonectomy space. *Ann Thorac Surg* 2011;92: 1076-81.
- [9] Christiansen KH, Morgan SW, Karich AF et al. Pleural space following pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 1956;1: 298-304.
- [10] Jayle C, Corbi P. Les complications de résections pulmonaires. *Rev Mal Respir* 2007;24: 967-82.
- [11] Suarez J, Clagett OJ, Brown AL. The postpneumonectomy space: factors influencing its obliteration. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1969;57: 539-42.
- [12] Naef AP. *Chirurgie thoracique, ses pionniers et tournants décisifs*. Genève: Médecine et Hygiène, 1988, 79p.
- [13] Naef AP. The mid-century revolution in thoracic and cardio-vascular: Part 3. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2004, 3, 1, 3-10.
- [14] Fuentes P.A. Pneumonectomy: historical perspective and prospective insight. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23: 439-445.
- [15] Graham EA, Singer JJ. Successful removal of an entire lung for carcinoma of the bronchus. *JAMA* 1933;101: 1371-4.

- [16] Fell SC. A history of pneumonectomy. *Chest Surg Clin N Am* 1999;9: 267-90.
- [17] Overholt RH. Pneumonectomy for malignant and suppurative disease of the lung with a report of 8 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1935;5:54-75.
- [18] Reinhoff Jr WF. Pneumonectomy: a preliminary report on the operative technique in two successful cases. *Bull Hopkins Hosp* 1933;53: 390-3.
- [19] Naef AP. The mid-century revolution in thoracic and cardio-vascular: Part 2. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2003, 2, 4, 431-49.
- [20] Storey CF, Laforet EG. The surgical management of bronchiectasis: a review based on the analysis of 100 consecutive resections. *US Armed Forces Med J* 1953;4: 469.
- [21] Laforet E, Boyd T. Balanced drainage of the pneumonectomy space. *Surg Gynecol Obst* 1964: 1051-4.
- [22] Le Brigand H. *Nouveau Traité de Technique Chirurgicale*. Tome 3 : Appareil Respiratoire Médiastin Paroi Thoracique. Paris : Masson & Ci, 1973.
- [23] Bhattacharya SK, Polk JW. Management of postpneumonectomy space. Appraisal of a technique used in 408 consecutive cases. *Chest* 1973;63: 233.
- [24] Miller JI, Fleming WH, Hatcher CR. Balanced drainage of the contaminated pneumonectomy space. *Ann Thorac Surg* 1975;19: 585-8.
- [25] Ramenofsky ML. The effects of intrapleural pressure on respiratory insufficiency. *J Pediatr Surg* 1979;14: 750-756.
- [26] Raffensperger JG, Luck SR, Inwood RJ, Gora P, Hunt CE. The effect of overdistention of the lung on pulmonary function in beagle puppies. *J Pediatr Surg* 1979;14: 757-760.
- [27] Waters PF. Surgical Techniques/Pneumonectomy. In: Griffith Pearson F, Cooper JD, Deslauriers J et al. *Thoracic Surgery*. New York: Churchill Livingstone, 2002, 1942p (2nd edition), p975.
- [28] James TW, Faber LP. Indications for pneumonectomy. Pneumonectomy for malignant disease. *Chest Surg Clin N Am* 1999;9: 291-309.
- [29] Pomerantz BJ, Cleveland JC, Olson H.K, Pomerantz M. Pulmonary resection for multi-drug resistant tuberculosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121: 448-453.
- [30] Shiraishi Y, Nakajima Y, Katsuragi N, Kurai M, Takahashi N. Resectional surgery combined with chemotherapy remains the treatment of choice for multidrug-resistant tuberculosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128: 523-528.
- [31] Kir A, Inci I, Torun T, Atasalihi A, Tahaoglu K. Adjuvant resectional surgery improves cure rates in multidrug-resistant tuberculosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;131: 693-696.

- [32] Wang H, Lin H, Jiang G. Pulmonary resection in the treatment of multidrug-resistant tuberculosis: a retrospective study of 56 cases. *Ann Thorac Surg* 2008;86: 1640-1645.
- [33] Kang MW, Kim HK, Choi YS et al. Surgical treatment for multidrug-resistant and extensive drug-resistant tuberculosis. *Ann Thorac Surg* 2010;89: 1597-1602.
- [34] Takeda S, Maeda H, Hayakawa M, Sawabata N, Maekura R. Current surgical intervention for pulmonary tuberculosis. *Ann Thorac Surg* 2005;79: 959-963.
- [35] Lejay A, Falcoz PE, Santelmo N et al. Surgery for aspergilloma: time trend towards improved results? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2011;13: 392-395.
- [36] Mordant P, Pagès PB, Grand B, Le Pimpec-Barthes F, Riquet M. Aspects chirurgicaux de la tuberculose pulmonaire et des mycobactéries atypiques. *EMC - Techniques chirurgicales - Thorax* 2013;8: 1-12.
- [37] Bernard A, Pages PB, AbouHanna H, Caillot D. Chirurgie de l'aspergillose : techniques et indications. *EMC - Techniques chirurgicales - Thorax* 2013;8: 1-8.
- [38] Caidi M, Kabiri H, Al Aziz S, El Maslout A, Benosman A. Surgical treatment of pulmonary aspergilloma. 278 cases. *Presse Med* 2006;35(12Pt1): 1819-1824.
- [39] Bai L, Hong Z, Gong C, Yan D, Liang Z. Surgical treatment efficacy in 172 cases of tuberculosis-destroyed lungs. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41: 335-340.
- [40] Conlan AA, Kopec SE. Indications for pneumonectomy. Pneumonectomy for benign disease. *Chest Surg Clin N Am* 1999;9: 311-326.
- [41] Bowling R, Mavroudis C, Richardson JD et al. Emergency pneumonectomy for penetrating and blunt trauma. *Am Surg* 1985;51: 136-9.
- [42] Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery : cardiovascular assessment and management. *Eur Heart J* 2014;35: 2383-2431.
- [43] Reed CE. Physiologic Consequences of Pneumonectomy: Consequences on the Cardiac Function. *Chest Surg Clin N Am* 1999;9: 449-458.
- [44] Brunelli A, Charloux A, Bolliger CT. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). *Eur Respir J* 2009;34: 17-41.
- [45] Lim E, Baldwin D, Beckles et al. Guidelines on the radical management of patients with lung cancer. *Thorax* 2010;65: iii1-iii27.
- [46] Brunelli A, Kim AW, Berger KI, Addrizzo-Harris DJ. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2013;143: e166S-90S.



- [47] Roviario G, Varoli F, Vergani C, Maciocco M. Techniques of Pneumonectomy: Video-Assisted Thoracic Surgery Pneumonectomy. *Chest Surg Clin N Am* 1999;9: 419-436.
- [48] Jougon J, Dubois G, Velly JF. Techniques de pneumonectomie. *EMC - Techniques chirurgicales - Thorax* 2005: 1-22.
- [49] Rice TW. Anatomy of the lung. In: Griffith Pearson F, Cooper JD, Deslauriers J and al. *Thoracic Surgery*. New York: Churchill Livingstone, 2002, 1942p (2nd edition), 427-41.
- [50] Rice TW. Techniques of pneumonectomy. Standard pneumonectomy. *Chest Surg Clin N Am*. 1999;9: 353-68.
- [51] Waters PF. Surgical Techniques/Pneumonectomy. In: Griffith Pearson F, Cooper JD, Deslauriers J and al. *Thoracic Surgery*. New York: Churchill Livingstone, 2002, 1942p (2nd edition), 974-8.
- [52] Mountain CF, Dresler CM. Regional lymph node classification for lung cancer staging. *Chest* 1997;111: 1718-23.
- [53] Maury JM, Pasquer A, Koffel C, Tronc F. Cardiac luxation in ICU after coughing effort following right pneumonectomy. *Intensive Care Med* 2016;42: 1071-1072.
- [54] Haissaguerre M, Sanders P, Hocini M, Jais P, Clementy J. Pulmonary veins in the substrate for atrial fibrillation: the "venous wave" hypothesis. *J Am Coll Cardiol* 2004;43: 2290-2292.
- [55] Thomas PA, Berbis J, Baste JM et al. Pneumonectomy for lung cancer: Contemporary national early morbidity and mortality outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;149: 73-83.
- [56] Pforr A, Pagès PB, Baste JM et al. A Predictive Score for Bronchopleural Fistula Established Using the French Database Epithor. *Ann Thorac Surg* 2016;101: 287-93.
- [57] Fuentes PA. Pneumonectomy: historical perspective and prospective insight *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2003; 23 : 439-445.
- [58] Seguin A, Martinod E, Kostache V et al. Influence de la longueur du moignon bronchique dans la survenue d'une fistule bronchopleurale après pneumonectomie *J Chir Thorac Cardiovasc* 2004;8: 21-27.
- [59] Schweiger T, Hoetzenecker K, Bacher A, Aigner C, Klepetko W. Reversible Compression of the Left Lower Lobe Vein After Right Pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 2015;99: 1067–9.
- [60] Deslauriers J, Aucoin A, Grégoire J. Postpneumonectomy pulmonary edema. *Chest Surg Clin North Am* 1998;8: 611-631.
- [61] Deslauriers J, Mehran R. *Hanbook of Perioperative care in General Thoracic Surgery*, 1st edition, Mobile Medicine, Elsevier Masson, 2005.

- [62] Pai V, Gangoli S, Tan C et al. How Best to Manage the Space after Pneumonectomy? Theory and Experience but no Evidence. *Heart, Lung and Circulation* 2007;16: 103–106.
- [63] Rammohan KS, Pai VB, Treasure T. Management of the Pleural Space Early After Pneumonectomy. *Difficult Decisions in Thoracic Surgery*, 2nd edition, Springer, 2011; 161-164.
- [64] Petrella F, Radice D, Casiraghi et al. Glasgow Prognostic Score Class 2 Predicts Prolonged Intensive Care Unit Stay in Patients Undergoing Pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 2016;102: 1898-1904.
- [65] Mansour Z, Kochetkova EA, Santelmo N et al. Risk factors for early mortality and morbidity after pneumonectomy:a reappraisal. *Ann Thorac Surg* 2009;88: 1737– 44.
- [66] G. Galvaing, M. Riquet, M. Dahan. Principes du drainage thoracique. *EMC - Techniques chirurgicales - Thorax* 2013;8: 1-11.
- [67] Khan IH, Vaughan R. A national survey of thoracic surgical practice in the UK. *Int J Clin Pract* 1999;53:252–256.
- [68] Mattioli S, Berrisford RG, Lugaresi ML, Aramini B. Survey on chest drainage systems adopted in Europe. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7: 1155–1159.
- [69] Nazari S. Cardiac hernation and torsion after partial pericardiectomy during right pneumonectomy. *Tex Heart Inst J*. 2001 ;28(1) : 73.
- [70] Walker WE. Hazards of chest tubes after pneumonectomy [letter]. *Tex Heart Inst J* 2002;29: 72.
- [71] Nazari S. Hazards of chest tubes after pneumonectomy [reply]. *Tex Heart Inst J* 2002;29: 72.
- [72] Cooley DA. Hazards of chest tubes after pneumonectomy [editorial commentary]. *Tex Heart Inst J* 2002;29: 73.
- [73] Weissberg D. Post-pneumonectomy chest-tube [letter]. *Tex Heart Inst J* 2002;29: 155.
- [74] Shah T, Sharma R, Mehta H et al. Another indication for chest tube after pneumonectomy. *Tex Heart Inst J* 2002;29: 232.
- [75] Dahan M, Berjaud J, Brouchet L, Pons F. Principes du drainage thoracique. *Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales – Thorax*, 42-200, 2002, 10 p.
- [76] Alvarez JM, Panda RK, Newman MA, Slinger P, Deslauriers J, Ferguson M. Postpneumonectomy pulmonary edema. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17: 388–395.
- [77] Thomson JC, Ferreira Filho OF. Post-pneumonectomy thoracic drainage: to drain or not to drain? A retrospective study. *J Bras Pneumol* 2006;32: 290–3.

- [78] Alvarez JM, Tan J, Kejriwal N et al. Idiopathic postpneumonectomy pulmonary edema: hyperinflation of the remaining lung is a potential etiologic factor, but the condition can be averted by balanced pleural drainage. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133: 1439–1447.
- [79] Bar I, Papiashvili M, Zuckermann B. Mediastinal Shift toward the Remaining Lung: A Report of Six Cases. *IMAJ* 2007;9: 885–886.
- [80] Wolf AS, Jacobson FL, Tilleman TR, Colson Y, Richards WG, Sugarbaker DJ. Managing the pneumonectomy space after extrapleural pneumonectomy: postoperative intrathoracic pressure monitoring. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010;37: 770-5.
- [81] Morcos K, Shaikhrezai K, Kirk AJB. Is it safe not to drain the pneumonectomy space? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014;18: 671–675.
- [82] Licker M, Spiliopoulos A, Frey J et al. Risk factors for early mortality and major complications following pneumonectomy for non-small cell carcinoma of the lung. *Chest* 2002;121: 1890–7.
- [83] Harpole DH, Liptay MJ, DeCamp MM Jr, Mentzer SJ, Swanson SJ, Sugarbaker DJ. Prospective analysis of pneumonectomy: risk factors for major morbidity and cardiac dysrhythmias. *Ann Thorac Surg* 1996;61: 977– 82.
- [84] Wahi R, McMurtrey MJ, DeCaro LF et al. Determinants of perioperative morbidity and mortality after pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 1989;48: 33–7.
- [85] Deschamps C, Bernard A, Nichols FC et al. Empyema and bronchopleural fistula after pneumonectomy: factors affecting incidence *Ann Thorac Surg* 2001;72: 243-247.
- [86] Yena S, Doddoli C, Doumbia S et al. Fistules bronchiques postpneumonectomies: facteurs prédictifs. *Ann Chir* 2006;131: 22-26.
- [87] Hollaus PH, Lax F, el-Nashef BB, Hauck HH, Lucciarini P, Pridun NS. Natural history of bronchopleural fistula after pneumonectomy: a review of 96 cases *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 1391-1396.
- [88] Algar FJ, Alvarez A, Aranda JL, Salvatierra A, Baamonde C, López-Pujol FJ. Prediction of early bronchopleural fistula after pneumonectomy: a multivariate analysis. *Ann Thorac Surg* 2001;72: 1662-1667.
- [89] Gudbjartsson T, Gyllstedt E, Pikwer A, Jönsson P. Early surgical results after pneumonectomy for non-small cell lung cancer are not affected by preoperative radiotherapy and chemotherapy. *Ann Thorac Surg* 2008;86: 376-82.
- [90] Doddoli C, Barlesi F, Trousse D et al. One hundred consecutive pneumonectomies after induction therapy for nonsmall nonsmall cell lung cancer: an uncertain balance between risks and benefits. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;130: 416.



- [91] Roberts JR, Eustis C, Devore R, Carbone D, Choy H, Johnson D. Induction chemotherapy increases perioperative complications in patients undergoing resection for non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2001;72: 885–8.
- [92] Sonett JR, Suntharalingam M, Edelman MJ et al. Pulmonary resection after curative intent radiotherapy (59 Gy) and concurrent chemotherapy in non-small-cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2004;78: 1200–5; discussion 1206.
- [93] Deutsch M, Crawford J, Leopold K et al. Phase II study of neoadjuvant chemotherapy and radiation therapy with thoracotomy in the treatment of clinically staged IIIA non-small cell lung cancer. *Cancer* 1994;74: 1243–52.
- [94] Fowler WC, Langer CJ, Curran WJ Jr, Keller SM. Postoperative complications after combined neoadjuvant treatment of lung cancer. *Ann Thorac Surg* 1993;55: 986–9.
- [95] Matsubara Y, Takeda S, Mashimo T. Risk stratification for lung cancer surgery: impact of induction therapy and extended resection. *Chest* 2005;128: 3519–25.
- [96] Kocher GJ, Mauss K, Carboni GL et al. Effect of phrenic nerve palsy on early postoperative lung function after pneumonectomy: a prospective study. *Ann Thorac Surg* 2013;96: 2015-20.
- [97] Burns J, Dunning J. Is the preservation of the phrenic nerve important after pneumonectomy? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011;12: 47-50.
- [98] Kocher GJ, Poulson JL, Blichfeldt-Eckhardt MR, Elle B, Schmid RA, Licht PB. The importance of phrenic nerve preservation and its effect on long-term postoperative lung function after pneumonectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;49: 1059-62.
- [99] Bernard A, Deschamps C, Allen MS et al. Pneumonectomy for malignant disease: factors affecting early morbidity and mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121: 1076–82.
- [100] Ludwig C, Stoelben E, Olschewski M, Hasse J. Comparison of morbidity, 30-day mortality, and long-term survival after pneumonectomy and sleeve lobectomy for non-small cell lung carcinoma. *Ann Thorac Surg* 2005;79: 968-73.
- [101] Dong Q, Zhang K, Cao S, Cui J. Fast-track surgery versus conventional perioperative management of lung cancer-associated pneumonectomy: a randomized controlled clinical trial. *World J Surg Oncol* 2017;15: 20.
- [102] The Society for Cardiothoracic Surgery in Great Britain and Ireland. Second National Thoracic Surgery Activity and Outcomes Report 2011. Available at: http://www.scts.org/_userfiles/resources/634558869917493937_Thoracic_2011_FINAL.pdf. Accessed March 09, 2014.
- [103] Shapiro M, Swanson SJ, Wright CD et al. Predictors of major morbidity and mortality after pneumonectomy utilizing the Society for Thoracic Surgeons General Thoracic Surgery Database. *Ann Thorac Surg* 2010;90: 927-35.

[104] Little AG, Rusch VW, Bonner JA et al. Patterns of surgical care of lung cancer patients. *Ann Thorac Surg* 2005;80: 2051–6.

[105] Kim, JB, Lee SW, Park SI et al. Risk factor analysis for postoperative acute respiratory distress syndrome and early mortality after pneumonectomy: the predictive value of preoperative lung perfusion distribution. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140: 26–31.

[106] Bagan P, Berna P, De Dominincis F et al. Nutritional status and postoperative outcome after pneumonectomy for lung cancer. *Ann Thor Surg* 2013;95: 392-6.

[107] Birkmeyer JD, Stukel TA, Siewers AE, Goodney PP, Wennberg DE, Lucas FL. Surgeon volume and operative mortality in the United States. *N Engl J Med* 2003;349: 2117–27.

[108] Birkmeyer JD, Siewers AE, Finlayson EV et al. Hospital volume and surgical mortality in the United States. *N Engl J Med* 2002;346: 1128–37.

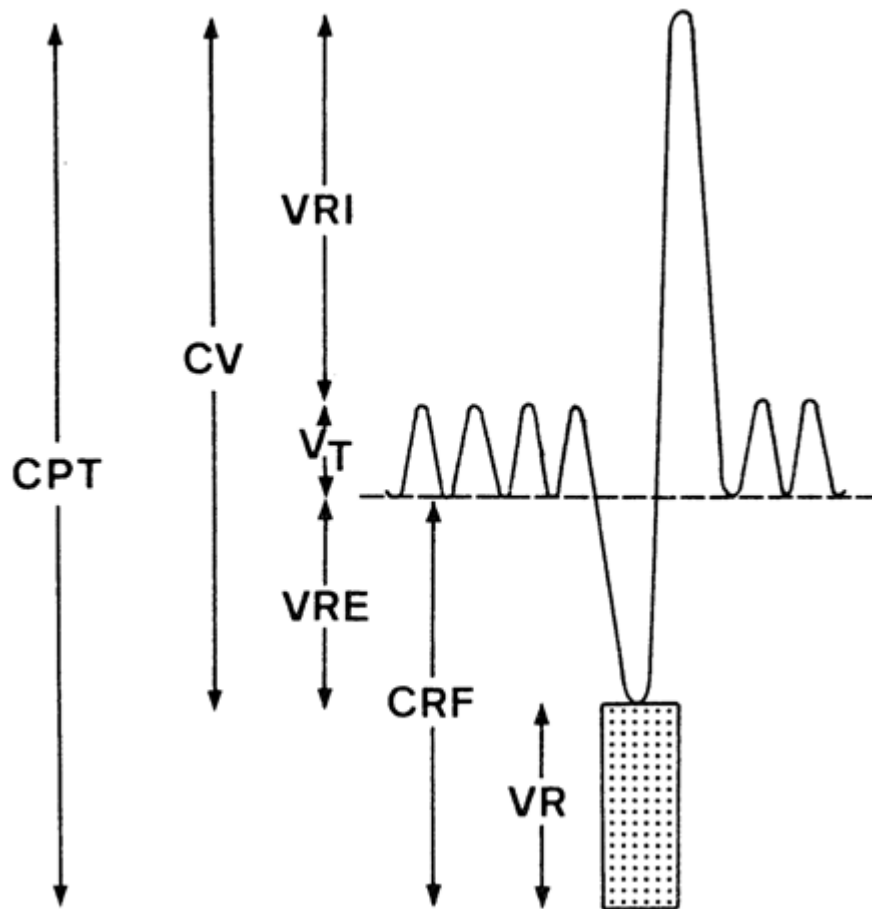


Annexes

Annexe 1. Volumes pulmonaires.....	86
Annexe 2. Classification topographique des ganglions médiastinaux et pulmonaires.....	87
Annexe 3. Classification TNM du cancer bronchique, 7 ^{ème} édition, 2009.....	88
Annexe 4. Classification TNM en cours de validation, 8 ^{ème} édition, 2016	89
Annexe 5. Feuille de recueil des données.....	90



Annexe 1. Volumes pulmonaires



La ligne horizontale en pointillée représente le niveau ventilatoire de repos.

Les volumes pulmonaires mobilisables sont déterminés par spirométrie.

Le volume courant (V_T) est le volume d'air inhalé à chaque inspiration au cours d'un cycle respiratoire normal.

Le volume de réserve inspiratoire (VRI) est le volume d'air mobilisable par une inspiration forcée.

Le volume de réserve expiratoire (VRE) est le volume d'air mobilisable par une expiration forcée maximale.

La somme de ces trois volumes correspond à la capacité vitale (CV) : $CV = VRE + V_T + VRI$

Le volume pulmonaire non mobilisable, quant à lui, est déterminé par une méthode indirecte (pléthysmographie ou dilution).

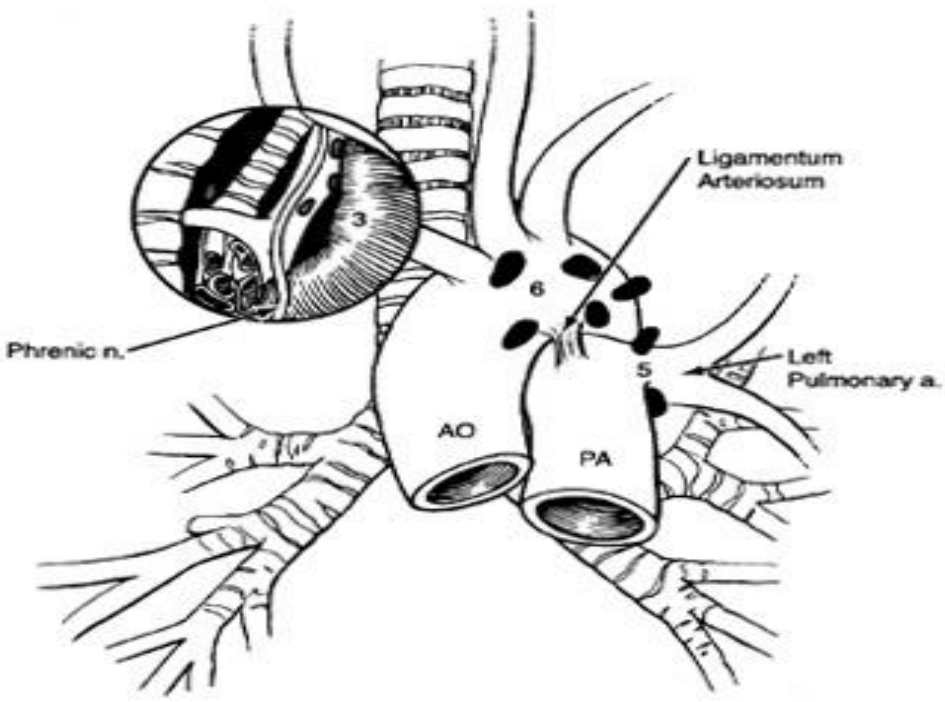
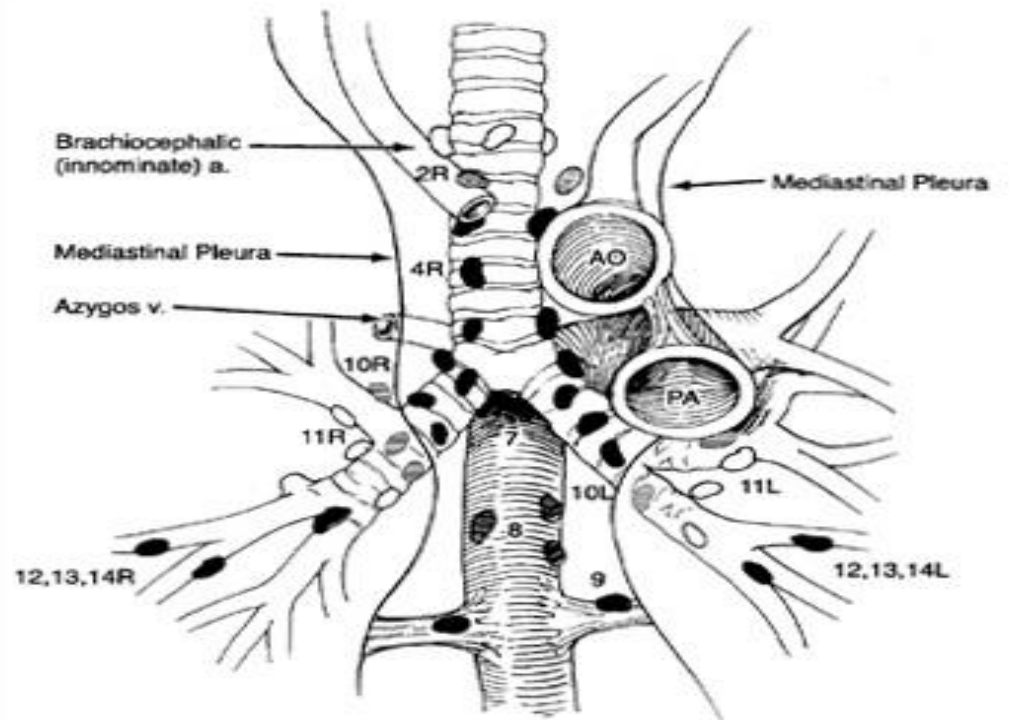
Il s'agit du volume résiduel (VR), qui correspond au volume d'air demeurant dans les poumons à la fin d'une expiration forcée.

Ce volume permet de calculer la capacité pulmonaire totale (CPT) : $CPT = CV + VR$

Enfin, le volume résiduel additionné au VRE indique la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) : $CRF = VRE + VR$



Annexe 2. Classification topographique des ganglions médiastinaux et pulmonaires proposée par Mountain/Dressler et Naruk en 1997 [Chest 1997;111: 1718-23] et précisée par Goldstraw en 2013 [Trans Lung Cancer Res 2013;2 :264-272].



Annexe 3. Classification TNM du cancer bronchique, 7^{ème} édition, 2009, proposée par l'IASLC staging project (International Association for the Study of Lung Cancer).

T-Tumeur primitive :

TX : Tumeur ne peut être évaluée ou est démontrée par la présence de cellules malignes dans les expectorations ou un lavage bronchique sans visualisation de la tumeur par des examens endoscopiques ou d'imagerie

T0 : Pas d'évidence de tumeur primitive

Tis : Carcinome in situ

T1 : Tumeur de 3 cm ou moins dans sa plus grande dimension, entourée par le poumon ou la plèvre viscérale, sans évidence bronchoscopique d'invasion plus proximale que la bronchique lobaire (pas la bronche souche

T1a : Tumeur de 2 cm ou moins dans sa plus grande dimension

T1b : Tumeur de plus de 2 cm sans dépasser 3 cm dans sa plus grande dimension

T2 : Tumeur de plus de 3 cm sans dépasser 7 cm dans sa plus grande dimension ou présentant une des caractéristiques suivantes * :

- atteinte de la bronche de la bronche souche à 2 cm ou plus de la carène
- invasion de la plèvre viscérale
- présence d'une atélectasie ou d'une pneumopathie obstructive s'étendant à la région hilare sans atteindre l'ensemble du poumon.

T2a : Tumeur de plus de 3 cm sans dépasser 5 cm dans sa plus grande dimension

T2b : Tumeur de plus de 5 cm sans dépasser 7 cm dans sa plus grande dimension

* les tumeurs avec ces caractéristiques sont classées T2a si leur dimension est de 5 cm ou moins

T3 : Tumeur de plus de 7 cm ; ou envahissant directement une des structures suivantes : la paroi thoracique (y compris la tumeur de Pancoast), le diaphragme, le nerf phrénique, la plèvre médiastinale, pleural ou pariétal ou le péricarde ; ou une tumeur dans la bronche souche à moins de 2 cm de la carène sans l'envahir ; ou associée à une atélectasie ou d'une pneumopathie obstructive du poumon entier ; ou présence d'un nodule tumoral distinct dans le même lobe

T4 : Tumeur de tout taille envahissant directement une des structures suivantes : médiastin, cœur, grands vaisseaux, trachée, nerf laryngé récurrent, œsophage, corps vertébral, carène; ou présence d'un nodule tumoral distinct dans un autre lobe du poumon atteint

N- Ganglions lymphatiques régionaux :

NX : les ganglions ne peuvent pas être évalués

N0 : pas de métastase ganglionnaire lymphatique régionale

N1 : métastase dans les ganglions lymphatiques intrapulmonaires, péribronchiques et/ou hilaires ipsilatéraux, y compris par envahissement direct

N2 : métastase dans les ganglions lymphatiques médiastinaux ipsilatéraux et/ou sous-carinaux

N3 : métastase dans les ganglions lymphatiques médiastinaux controlatéraux, hilaires controlatéraux, scalènes ou sous-claviculaires ipsilatéraux ou controlatéraux

M- Métastase à distance :

MX : les métastases à distance n'ont pas pu être évaluées

M0 : absence de métastase à distance

M1 : métastase à distance

M1a : Nodule(s) tumoral distinct dans un lobe controlatéral ; tumeur avec nodules pleuraux ou épanchement pleural (ou péricardique) malin

M1b : métastase à distance



Annexe 4. Classification TNM en cours de validation, 8^{ème} édition (2016) et stadification du cancer bronchique selon le TNM de la 7^{ème} et 8^{ème} édition.

Table 1. Proposed T, N, and M descriptors for the eighth edition of TNM classification for lung cancer

T: Primary tumor	
Tx	Primary tumor cannot be assessed or tumor proven by presence of malignant cells in sputum or bronchial washings but not visualized by imaging or bronchoscopy
T0	No evidence of primary tumor
Tis	Carcinoma in situ
T1	Tumor ≤3 cm in greatest dimension surrounded by lung or visceral pleura without bronchoscopic evidence of invasion more proximal than the lobar bronchus (i.e., not in the main bronchus) ^a
T1a(mi)	Minimally invasive adenocarcinoma^b
T1a	Tumor ≤1 cm in greatest dimension ^a
T1b	Tumor >1 cm but ≤2 cm in greatest dimension ^a
T1c	Tumor >2 cm but ≤3 cm in greatest dimension ^a
T2	Tumor >3 cm but ≤5 cm or tumor with any of the following features ^c : - Involves main bronchus regardless of distance from the carina but without involvement of the carina - Invades visceral pleura - Associated with atelectasis or obstructive pneumonitis that extends to the hilar region, involving part or all of the lung
T2a	Tumor >3 cm but ≤4 cm in greatest dimension
T2b	Tumor >4 cm but ≤5 cm in greatest dimension
T3	Tumor >5 cm but ≤7 cm in greatest dimension or associated with separate tumor nodule(s) in the same lobe as the primary tumor or directly invades any of the following structures: chest wall (including the parietal pleura and superior sulcus tumors), phrenic nerve, parietal pericardium
T4	Tumor >7 cm in greatest dimension or associated with separate tumor nodule(s) in a different ipsilateral lobe than that of the primary tumor or invades any of the following structures: diaphragm, mediastinum, heart, great vessels, trachea, recurrent laryngeal nerve, esophagus, vertebral body, and carina
N: Regional lymph node involvement	
Nx	Regional lymph nodes cannot be assessed
N0	No regional lymph node metastasis
N1	Metastasis in ipsilateral peribronchial and/or ipsilateral hilar lymph nodes and intrapulmonary nodes, including involvement by direct extension
N2	Metastasis in ipsilateral mediastinal and/or subcarinal lymph node(s)
N3	Metastasis in contralateral mediastinal, contralateral hilar, ipsilateral or contralateral scalene, or supraclavicular lymph node(s)
M: Distant metastasis	
M0	No distant metastasis
M1	Distant metastasis present
M1a	Separate tumor nodule(s) in a contralateral lobe; tumor with pleural or pericardial nodule(s) or malignant pleural or pericardial effusion ^d
M1b	Single extrathoracic metastasis^e
M1c	Multiple extrathoracic metastases in one or more organs

Table 5. Descriptors and T and M categories in the seventh edition and as proposed for the eighth edition^a

Descriptor in 7th edition	Proposed T/M	N categories			
		Overall stage			
		N0	N1	N2	N3
T1 < 1 cm	T1a	IA1 (IA)	IIB (IIA)	IIIA	IIIB
T1 > 1-2 cm	T1b	IA2 (IA)	IIB (IIA)	IIIA	IIIB
T1 > 2-3 cm	T1c	IA3 (IA)	IIB (IIA)	IIIA	IIIB
T2 > 3-4 cm	T2a	IB	IIB (IIA)	IIIA	IIIB
T2 > 4-5 cm	T2b	IIA (IB)	IIB (IIA)	IIIA	IIIB
T2 > 5-7 cm	T3	IIB (IIA)	IIIA (IIB)	IIIB (IIIA)	IIIC (IIIB)
T3 structures	T3	IIIB	IIIA	IIIB (IIIA)	IIIC (IIIB)
T3 > 7 cm	T4	IIIA (IIB)	IIIA	IIIB (IIIA)	IIIC (IIIB)
T3 diaphragm	T4	IIIA (IIB)	IIIA	IIIB (IIIA)	IIIC (IIIB)
T3 endobronchial: location/atelectasis 3-4 cm	T2a	IB (IIB)	IIB (IIIA)	IIIA	IIIB
T3 endobronchial: location/atelectasis 4-5 cm	T2b	IIA (IIB)	IIB (IIIA)	IIIA	IIIB
T4	T4	IIIA	IIIA	IIIB	IIIC (IIIB)
M1a	M1a	IVA (IV)	IVA (IV)	IVA (IV)	IVA (IV)
M1b single lesion	M1b	IVA (IV)	IVA (IV)	IVA (IV)	IVA (IV)
M1c multiple lesions	M1c	IVB (IV)	IVB (IV)	IVB (IV)	IVB (IV)

^aWhere there is a change, the resultant stage groupings proposed for the eighth edition are in bold, and the stage in the seventh edition is given in parenthesis.
T, tumor; M, metastasis.

Annexe 5. Feuille de recueil des données

Centre : ____

Patient n° : ____

Date intervention : ____

Sexe	H / F		
Age	____ ans		
Côté	D / G		
Tabac AP	____ AP		
Tabac actif	O / N		
Diabète	O / N		
IMC	____ kg/m ²		
Obésité	O / N		
Coronarien	O / N		
Insuf. Cardiaque	O / N		
ASA ≥3	O / N		
VEMS	____%		
Histologie			
Traitement néoadjuvant	O / N	Chimio : O / N	Radioth : O / N
Résection étendue	O / N		
Type de résection			
Totalisation	O / N		
CEC/ECMO	O / N		
ALR	O / N	Péri	KT para
Réa/SI	O / N		

Décès J30	O / N
Cause	
Décès intra-hopsi	O / N
Décès J90	O / N
Hopsi Réa/SI	____ jours
Hopsi Chir Thoracique	____ jours
Hopsi totale	____ jours
Reprise chir J30	O / N
Indication reprise	

ICA	O / N
FA	O / N
Echec extubation	O / N
SDRA	O / N
Réintubation	O / N
VNI	O / N
Fibro	O / N
Pneumopathie	O / N
Empyème	O / N
FBP J30	O / N
FBP J90	O / N
FBP 6 mois	O / N

Remarques :



Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Gestion de la cavité pleurale résiduelle post-pneumonectomie avec ou sans drainage thoracique. Une étude comparative.

Le maintien du médiastin en position médiane et l'équilibrage des pressions intra-thoraciques sont des challenges capitaux en postopératoire précoce après pneumonectomie car une déviation du médiastin expose à des complications hémodynamiques et respiratoires potentiellement fatales. Pour prévenir cela, il existe plusieurs méthodes de gestion de la cavité résiduelle avec une grande hétérogénéité dans leur management : ne pas drainer et aspirer de l'air de la cavité en postopératoire immédiat ou drainer la cavité. Ce drainage peut être en siphonage, avec un drain clampé entre des périodes d'évacuation ou relié à un système d'équilibrage des pressions. Chaque technique possède ses avantages et risques, mais il n'existe aucune donnée avec un haut niveau de preuve dans la littérature sur la supériorité d'une technique sur une autre.

L'objectif de notre étude était de comparer de manière rétrospective les suites opératoires précoces et la survie à court et moyen termes d'une série de pneumonectomies pour pathologie pulmonaire maligne réalisées sans drainage thoracique au CHU de Limoges à une série réalisée avec un drainage clampé postopératoire au CHU de Rennes. Les 2 groupes présentaient des taux de complications comparables et une survie similaire à J30 et J90 (6,3% vs 6,6% et 11,4% vs 12,1%).

Les techniques sans drainage et avec mise en place d'un drain clampé sont sûres lorsqu'elles sont utilisées par des équipes rodées et apportent des résultats comparables en terme de morbi-mortalité précoce dans notre étude. La connaissance des complications directement en lien avec la méthode de gestion de la cavité post-pneumonectomie reste capitale pour tout chirurgien thoracique.

Mots-clés : pneumonectomie, cavité pleurale, drainage, médiastin

Management of the pleural space after pneumonectomy with or without thoracic drainage. A comparative study.

Proper positioning of the mediastinum and balancing intra-thoracic pressures are critical in the immediate postoperative period after pneumonectomy. Mediastinal shift may contribute to devastating hemodynamic and respiratory complications. These considerations are accommodated in different ways to manage postpneumonectomy space with a large heterogeneity within them: no drainage method with intra-pleural aspiration at the end of the intervention or chest drainage method. The chest tube is left open or clamped and opened for a short period or connected to a balanced drainage system. Each technique has pros and hazards but no inferiority are observed in either method and recommendations have remained at the level of expert opinion. The aim of our retrospective study was to compare early postoperative outcomes and short and medium-term mortality between two series of pneumonectomies for cancer performed without drainage in the Hospital Center of Limoges and with a clamped drainage in the Hospital Center of Rennes. Complications rates and survey at D30 and D90 were similar between the 2 groups (6,3% vs 6,6% and 11,4% vs 12,1%). No drainage and clamped drainage methods are safe if the medical and paramedical teams are used to that techniques with comparable results in our study. Each method has its hazards and these should be well understood by all thoracic surgeon.

Keywords: pneumonectomy, pleural cavity, drainage, mediastinum

