Université de Poitiers
Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2024

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(Décret du 25 novembre 2016)

Présentée et soutenue publiquement
le 5 avril 2024 à Poitiers
par Madame Constance OLIVIER

Cinétique du ROX index dans les 48 premières heures d'un traumatisme thoracique : apport du modèle mixte à classes latentes
Etude RITT (ROX Index Traumatisme Thoracique)

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Denis FRASCA, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Jury :

Monsieur le Professeur Jean-Pierre FRAT, Professeur associé des Universités

Monsieur le Docteur Thomas KERFORNE, Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Quentin SAINT-GENIS, Chef de Clinique des Universités - Assistant Hospitalier

Université de Poitiers
Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2024

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(Décret du 25 novembre 2016)

Présentée et soutenue publiquement
le 5 avril 2024 à Poitiers
par Madame Constance OLIVIER

Cinétique du ROX index dans les 48 premières heures d'un traumatisme thoracique : apport du modèle mixte à classes latentes
Etude RITT (ROX Index Traumatisme thoracique)

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Denis FRASCA, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Jury :

Monsieur le Professeur Jean-Pierre FRAT, Professeur associé des Universités

Monsieur le Docteur Thomas KERFORNE, Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Quentin SAINT-GENIS, Chef de Clinique des Universités - Assistant Hospitalier

LISTE DES ENSEIGNANTS

Année universitaire 2023 – 2024

SECTION MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALBOUY Marion, santé publique – **Référente égalité-diversité**
- BINET Aurélien, chirurgie infantile
- BOISSON Matthieu, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- BOULETI Claire, cardiologie
- BOURMEYSTER Nicolas, biochimie et biologie moléculaire
- BRIDOUX Frank, néphrologie
- BURUCOA Christophe, bactériologie-virologie
- CHEZE-LE REST Catherine, biophysique et médecine nucléaire
- CHRISTIAENS Luc, cardiologie
- CORBI Pierre, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- COUDROY Rémi, médecine intensive-réanimation – **Assesseur 2nd cycle**
- DAHYOT-FIZELIER Claire, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- DONATINI Gianluca, chirurgie viscérale et digestive
- DROUOT Xavier, physiologie – **Assesseur recherche**
- DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie – **Assesseur 2nd cycle, stages hospitaliers**
- FAURE Jean-Pierre, anatomie
- FRASCA Denis, anesthésiologie-réanimation
- FRITEL Xavier, gynécologie-obstétrique
- GARCIA Rodrigue, cardiologie
- GERVAIS Elisabeth, rhumatologie
- GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
- GOMBERT Jean-Marc, immunologie
- GOUJON Jean-Michel, anatomie et cytologie pathologiques
- GUILLEVIN Rémy, radiologie et imagerie médicale
- HAUET Thierry, biochimie et biologie moléculaire
- ISAMBERT Nicolas, cancérologie
- JAAFARI Nematollah, psychiatrie d'adultes
- JABER Mohamed, cytologie et histologie
- JAYLE Christophe, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- KARAYAN-TAPON Lucie, cancérologie
- KEMOUN Gilles, médecine physique et de réadaptation *(en disponibilité)*
- LECLERE Franck, chirurgie plastique, reconstructrice
- LELEU Xavier, hématologie
- LEVEQUE Nicolas, bactériologie-virologie – **Assesseur 1er cycle**
- LEVEZIEL Nicolas, ophtalmologie
- MACCHI Laurent, hématologie
- MCHEIK Jiad, chirurgie infantile
- MEURICE Jean-Claude, pneumologie
- MILLOT Frédéric, pédiatrie, oncologie pédiatrique
- MIMOZ Olivier, médecine d'urgence
- NASR Nathalie, neurologie
- NEAU Jean-Philippe, neurologie – **Assesseur pédagogique médecine**
- ORIOT Denis, pédiatrie
- PACCALIN Marc, gériatrie – **Doyen, Directeur de la section médecine**
- PELLERIN Luc, biologie cellulaire
- PERAULT-POCHAT Marie-Christine, pharmacologie clinique
- PERDRISOT Rémy, biophysique et médecine nucléaire – **Assesseur L.AS et 1er cycle**
- PERRAUD CATEAU Estelle, parasitologie et mycologie
- PRIES Pierre, chirurgie orthopédique et traumatologique
- PUYADE Mathieu, médecine interne
- RAMMAERT-PALTRIE Blandine, maladies infectieuses
- RICHER Jean-Pierre, anatomie
- RIGOARD Philippe, neurochirurgie
- ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales
- ROBLOT Pascal, médecine interne
- SAULNIER Pierre-Jean, thérapeutique
- SCHNEIDER Fabrice, chirurgie vasculaire
- SILVAIN Christine, gastro- entérologie, hépatologie – **Assesseur 3e cycle**
- TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale
- THIERRY Antoine, néphrologie – **Assesseur 1e cycle**
- THILLE Arnaud, médecine intensive-réanimation
- TOUGERON David, gastro-entérologie
- WAGER Michel, neurochirurgie
- XAVIER Jean, pédopsychiatrie

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALLAIN Géraldine, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire *(en mission 1 an à/c 01/11/2022)*
- BEN-BRIK Eric, médecine du travail **(en détachement)**
- BILAN Frédéric, génétique
- BRUNET Kévin, parasitologie et mycologie
- CAYSSIALS Emilie, hématologie
- CREMNITER Julie, bactériologie-virologie
- DIAZ Véronique, physiologie – **Référente relations internationales**
- EGLOFF Matthieu, histologie, embryologie et cytogénétique
- EVRARD Camille, cancérologie
- GACHON Bertrand, gynécologie-obstétrique *(en dispo 2 ans à/c du 31/07/2022)*
- GARCIA Magali, bactériologie-virologie *(absente jusqu'au 29/12/2023)*
- GUENEZAN Jérémy, médecine d'urgence
- HARIKA-GERMANEAU Ghina, psychiatrie d'adultes
- JAVAUGUE Vincent, néphrologie
- JUTANT Etienne-Marie, pneumologie
- KERFORNE Thomas, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire *(en mission 1 an à/c 01/11/2022)*
- LAFAY-CHEBASSIER Claire, pharmacologie clinique
- LIUU Evelyne, gériatrie
- MARTIN Mickaël, médecine interne – **Assesseur 2nd cycle**
- MASSON REGNAULT Marie, dermato-vénéréologie
- PALAZZO Paola, neurologie (*en dispo 5 ans à/c du 01/07/2020)*
- PICHON Maxime, bactériologie-virologie
- PIZZOFERRATO Anne-Cécile, gynécologie-obstétrique
- RANDRIAN Violaine, gastro-entérologie, hépatologie
- SAPANET Michel, médecine légale

Bât. D1 - 6 rue de la Milétrie – TSA 51115 - 86073 POITIERS CEDEX 9 - France
☎05.49.45.43.43 - 🖷 05.49.45.43.05

- THUILLIER Raphaël, biochimie et biologie moléculaire
- VALLEE Maxime, urologie

Maître de Conférences des universités de médecine générale

- MIGNOT Stéphanie

Professeur associé des universités des disciplines médicales

- FRAT Jean-Pierre, médecine intensive-réanimation

Professeur associé des universités des disciplines odontologiques

- FLORENTIN Franck, réhabilitation orale

Professeurs associés de médecine générale

- ARCHAMBAULT Pierrick
- AUDIER Pascal
- BIRAULT François
- BRABANT Yann
- FRECHE Bernard

Maîtres de Conférences associés de médecine générale

- AUDIER Régis
- BONNET Christophe
- DU BREUILLAC Jean
- FORGEOT Raphaèle
- JEDAT Vincent

Professeurs émérites

- BINDER Philippe, médecine générale (08/2028)
- DEBIAIS Françoise, rhumatologie (08/2028)
- GIL Roger, neurologie (08/2026)
- GUILHOT-GAUDEFFROY François, hématologie et transfusion (08/2023) – renouvellement 3 ans demandé – en cours
- INGRAND Pierre, biostatistiques, informatique médicale (08/2025)
- LECRON Jean-Claude, biochimie et biologie moléculaire (08/2028)
- MARECHAUD Richard, médecine interne (24/11/2023**)**
- RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire (08/2024)
- ROBERT René, médecine intensive-réanimation (30/11/2024)
- SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes (08/2026)

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

- AGIUS Gérard, bactériologie-virologie
- ALCALAY Michel, rhumatologie
- ALLAL Joseph, thérapeutique (ex-émérite)
- ARIES Jacques, anesthésiologie-réanimation
- BABIN Michèle, anatomie et cytologie pathologiques
- BABIN Philippe, anatomie et cytologie pathologiques
- BARBIER Jacques, chirurgie générale (ex-émérite)
- BARRIERE Michel, biochimie et biologie moléculaire
- BECQ-GIRAUDON Bertrand, maladies infectieuses, maladies tropicales (ex-émérite)
- BEGON François, biophysique, médecine nucléaire
- BOINOTCatherine, hématologie – transfusion
- BONTOUX Daniel, rhumatologie (ex-émérite)
- BURIN Pierre, histologie
- CARRETIER Michel, chirurgie viscérale et digestive (ex-émérite)
- CASTEL Olivier, bactériologie-virologie ; hygiène
- CAVELLIER Jean-François, biophysique et médecine nucléaire
- CHANSIGAUD Jean-Pierre, biologie du développement et de la reproduction
- CLARAC Jean-Pierre, chirurgie orthopédique
- DABAN Alain, cancérologie radiothérapie (ex-émérite)
- DAGREGORIO Guy, chirurgie plastique et reconstructrice
- DEBAENE Bertrand, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- DESMAREST Marie-Cécile, hématologie
- DEMANGE Jean, cardiologie et maladies vasculaires
- DORE Bertrand, urologie (ex-émérite)
- EUGENE Michel, physiologie (ex-émérite)
- FAUCHERE Jean-Louis, bactériologie-virologie (ex-émérite)
- FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (ex-émérite)
- GILBERT-DUSSARDIER Brigitte, génétique
- GOMES DA CUNHA José, médecine générale (ex-émérite)
- GRIGNON Bernadette, bactériologie
- GUILLARD Olivier, biochimie et biologie moléculaire
- GUILLET Gérard, dermatologie
- HERPIN Daniel, cardiologie (ex-émérite)
- JACQUEMIN Jean-Louis, parasitologie et mycologie médicale
- KAMINA Pierre, anatomie (ex-émérite)
- KITZIS Alain, biologie cellulaire (ex-émérite)
- KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino-Laryngologie
- KRAIMPS Jean-Louis, chirurgie viscérale et digestive
- LAPIERRE Françoise, neurochirurgie (ex-émérite)
- LARSEN Christian-Jacques, biochimie et biologie moléculaire
- LEVARD Guillaume, chirurgie infantile
- LEVILLAIN Pierre, anatomie et cytologie pathologiques
- MAIN de BOISSIERE Alain, pédiatrie
- MARCELLI Daniel, pédopsychiatrie (ex-émérite)
- MARILLAUD Albert, physiologie
- MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire (ex-émérite)
- MENU Paul, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire (ex-émérite)
- MORICHAU-BEAUCHANT Michel, hépato-gastro-entérologie
- MORIN Michel, radiologie, imagerie médicale
- PAQUEREAU Joël, physiologie
- POINTREAU Philippe, biochimie
- POURRAT Olivier, médecine interne (ex-émérite)
- REISS Daniel, biochimie
- RIDEAU Yves, anatomie
- RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie
- SULTAN Yvette, hématologie et transfusion
- TALLINEAU Claude, biochimie et biologie moléculaire
- TANZER Joseph, hématologie et transfusion (ex-émérite)
- TOUCHARD Guy, néphrologie (ex-émérite)
- TOURANI Jean-Marc, cancérologie
- VANDERMARCQ Guy, radiologie et imagerie médicale

SECTION PHARMACIE

Professeurs des universités-praticiens hospitaliers

- DUPUIS Antoine, pharmacie clinique – **Assesseur pédagogique pharmacie**
- FOUCHER Yohann, biostatistiques
- GREGOIRE Nicolas, pharmacologie et pharmacométrie
- MARCHAND Sandrine, pharmacologie, pharmacocinétique
- RAGOT Stéphanie, santé publique

Professeurs des universités

- BODET Charles, microbiologie
- CARATO Pascal, chimie thérapeutique
- FAUCONNEAU Bernard, toxicologie
- FAVOT-LAFORGE Laure, biologie cellulaire et moléculaire
- GUILLARD Jérôme, pharmacochimie
- IMBERT Christine, parasitologie et mycologie médicale
- OLIVIER Jean-Christophe, pharmacie galénique, biopharmacie et pharmacie industrielle – **référent relations internationales**
- PAGE Guylène, biologie cellulaire, biothérapeutiques
- RABOUAN Sylvie, chimie physique, chimie analytique (**retraite au 01/12/2023**)
- SARROUILHE Denis, physiologie humaine – **Directeur de la section pharmacie**

Maîtres de conférences des universités-praticiens hospitaliers

- BARRA Anne, immuno-hématologie
- BINSON Guillaume, pharmacie clinique
- THEVENOT Sarah, hygiène, hydrologie et environnement

Maîtres de conférences

- BARRIER Laurence, biochimie générale et clinique
- BON Delphine, biophysique
- BRILLAULT Julien, pharmacocinétique, biopharmacie
- BUYCK Julien, microbiologie (HDR)
- CHAUZY Alexia, pharmacologie fondamentale et thérapeutique
- DEBORDE-DELAGE Marie, chimie analytique
- DELAGE jacques, biomathématiques, biophysique
- GIRARDOT Marion, biologie végétale et pharmacognosie
- INGRAND Sabrina, toxicologie
- MARIVINGT-MOUNIR Cécile, pharmacochimie (HDR)
- PAIN Stéphanie, toxicologie (HDR)
- PINET Caroline, physiologie, anatomie humaine
- RIOUX-BILAN Agnès, biochimie **– Référente CNAES – Responsable du dispositif COME'in – référente égalité-diversité**
- TEWES Frédéric, chimie et pharmacotechnie (HDR)
- THOREAU Vincent, biologie cellulaire et moléculaire
- WAHL Anne, phytothérapie, herborisation, aromathérapie

Maîtres de conférences associés - officine

- DELOFFRE Clément, pharmacien
- ELIOT Guillaume, pharmacien
- HOUNKANLIN Lydwin, pharmacien

A.T.E.R. (attaché temporaire d'enseignement et de recherche)

- ARANZANA-CLIMENT Vincent, pharmacologie
- KAOUAH Zahyra, bactériologie
- MOLINA PENA Rodolfo, pharmacie galénique

Professeur émérite

- COUET William, pharmacie clinique (08/2028)

CENTRE DE FORMATION UNIVERSITAIRE EN ORTHOPHONIE (C.F.U.O.)

- GICQUEL Ludovic, PU-PH, **directeur du C.F.U.O.**
- VERON-DELOR Lauriane, maître de conférences en psychologie

ENSEIGNEMENT DE L'ANGLAIS

- DEBAIL Didier, professeur certifié

CORRESPONDANTS HANDICAP

- Pr PERDRISOT Rémy, section médecine
- Dr RIOUX-BILAN Agnès, section pharmacie

Remerciements

A mon président de jury

Monsieur le Professeur Denis FRASCA

Merci de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.
Il y a maintenant 4 ans que je profite d'une formation de qualité en anesthésie-réanimation à vos côtés.
Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon directeur de thèse

Monsieur le Docteur Quentin SAINT-GENIS

Co-interne, chef puis directeur de thèse mais aussi ami ; merci de m'avoir accompagné durant mon internat et de m'avoir fait l'honneur de diriger ma thèse. Tu m'as épaulé dès mon début d'internat dans beaucoup de domaine (coucou les heures passées à poser des midlines) et tu continueras à me soutenir et à me supporter pendant quelques années.

Aux membres de mon jury

Monsieur le Maitre de Conférence Thomas KERFORNE

Pour m'avoir fait l'honneur de juger ce travail. Je tiens également à te remercier pour la rigueur et la qualité de ton enseignement, ainsi que pour ton accompagnement dans l'élaboration de ce travail.

Monsieur le Professeur Jean-Pierre FRAT

Vous me faites l'honneur de participer à ce jury et d'accepter de juger ce travail. Soyez assuré de mon profond respect.
Merci pour l'apprentissage donné pendant ce stage en médecine intensive réanimation.

A ma famille :

A mes parents, merci pour tout.

Merci pour votre soutien et vos encouragements durant toutes ces années, vous m'avez élevée au top niveau.

A Marie-Amélie et Anne-Charlotte, de m'avoir supporté toutes ces années, vous êtes des sœurs incroyables.

A Louise-Anne et Laure-Aude, mes nièces préférées qui me comblent d'amour.

A Thomas, mon grand frère

Tu as toujours été d'un grand soutien dans tout ce que j'ai entrepris, et tu m'as aidé à m'épanouir et à m'intégrer à Poitiers. Merci pour tous ces moments de complicité et ces appels téléphoniques à rallonge (pendant que tu tapais tes courriers), qui je l'espère ne s'arrêteront pas de sitôt. Je t'aime frangin, change pas.

A mes amis d'Amiens :

A Juliette, mon coin-coin. Tu m'as suivie durant toutes ces années, comme si on ne s'était jamais quittées, merci pour tout.

A Manon, à notre rencontre en PACES, à nos séances de sports et sortie en tout genre, toujours d'un grand soutien et d'une amitié infaillible.

A ma super bande de copains, alias les GHB :

Lucas et Ben, «mes gars sûrs», merci pour votre amitié sans faille.

Mathou ma co-équipière de carving, Clo, Bertille, Corentin, Amé, Domi, Antoine, Vanille, PL, PJ, Jeremy, Camille, Ninie ; à notre amitié qui dure et durera, à toutes nos soirées à venir.

Vos rires et votre amitié ont été un soutien indispensable.

A mes amis de Poitiers :

A la team du SARMPOtin

Clémentine, sans qui je ne serais pas ici, merci pour m'avoir accompagné durant cet internat et pour m'avoir montré ce que c'était de vraiment danser, comme Boris. Juliette la bordelaise, merci de me laisser être moi-même (tmtc). Océane pour ton smile et ta bonne humeur constante.

A ma famille adoptive «Who's next ? We know who's next ! We know who's next before the next !

A Raphaëlle, ma 2ème maman, pour ce coup de foudre amical, ces repas improvisés et nos we à Ré ! Merci pour ton soutien sans faille et ta bienveillance.

Anna et Boiss, Ju et DD, Alice et Clem, Babou et Antoine, Micka et Nono, Stessy et Paul

RDV à vie au Rocinante !

A la dream-team de l'anesthésie

Adrien et Pierre, mes frères d'armes : merci pour votre soutien en stage et tous les bons moments passés en trio, cœur sur vous.

Lara mon rayon de soleil toulousain, Arnaud, Louise, Victoria, Antho, Fredo : une belle brochette d'anesth !

A Quentin la plouv, toujours prêt à rire.

A Marie, coloc de rêve pendant 6 mois.
A Lucile alias ma championne, merci pour les innombrables cafés/verres partagées, hâte de débriefer !
A la relève : Manon, Loïc, Alex, Matthieu ; restez comme vous êtes !

Sans oublier les copines de LR :

A Clara, mon duo des SdSIF, incroyable, toujours motivée et parée pour redonner le sourire. Merci pour tous ces repas, gouters, spikeball et autres moments de bonheur à tes côtés !
Lisa alias Patoche, ma partenaire de surf, toi qui as su me guider sur les vagues et au bar.
Héléna, toujours à l'écoute et prête à en découdre (Love is blind but i can see you).
Margaux, pour ta bonne humeur permanente et ces fous rires incroyables.

A tous mes co-internes :
A Vincent, Marie, Théo, Matthieu, pour m'avoir charrié et chouchouté durant mon 1er semestre.
A Mélanie, Clémence, Mathilde, Dave, Manon pour ces 6 mois de réa med INCROYABLE, sans vous oublier Laura et Sylvain, à ce stage de folie ou vous m'avez beaucoup appris !

Sans oublier *les Limougeauds et les colocs du Beau Rivage*.

A tous les chefs que j'ai pu croiser, durant mon internat : à la team JFR pour m'avoir appris à m'affirmer (et beaucoup rigoler), à la réa chir pour mes premiers pas de réanimatrice, à la réa neuro-chir pour ma 1ère pose de PIC, et tous les autres chefs croisés au décours des gardes, des couloirs et du café.

Merci au chef de La Rochelle de m'avoir fait aimer l'anesthésie dès mon premier jour, et de m'avoir incité à surfer.

Je remercie également l'ensemble des équipes médicales et paramédicales que j'ai pu rencontrer au cours de l'internat.

TABLE DES MATIERES

ABBREVIATIONS……11

1. INTRODUCTION……12

1.1. Le traumatisé thoracique……12

1.2. Le ROX index..……..15

1.3. Le modèle mixte à classes latentes……...15

2. MATERIEL ET METHODE……16

2.1. Type d'étude……..16

2.2. Caractéristiques de la population……...16

2.3. Recueil de données……..16

2.4. Objectif de l'étude……17

2.5. Analyse statistique……18

2.6. Confidentialité et éthique……18

3. RESULTAT……19

3.1. Caractéristiques de la population……...19

3.2. Analyse statistique……22

3.2.1. Critère de jugement principal……...22

3.2.2. Critères de jugement secondaires……22

4. DISCUSSION……...27

5. CONCLUSION……30

BIBLIOGRAPHIE……..31

ANNEXES……..34

RESUME……36

SERMENT……..37

ABBREVIATIONS

AA : Air ambiant

ALR : Anesthésie loco-régionale

APD : Anesthésie péridurale

AVP : Accident voie publique

BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive

FiO2 : Fraction inspirée en oxygène

FR : Fréquence respiratoire

IMC : Indice de masse corporelle

OHD : Oxygénothérapie haut débit

LCMM : Modèle mixte à classes latentes

PAS : Pression artérielle systolique

PAVM : Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique

RI : ROX index

SFAR : Société française d'anesthésie-réanimation

SpO2 : Saturation pulsée en oxygène

TTSS : Thoracic Trauma Severity Score

VNI : Ventilation non-invasive

1. INTRODUCTION

Chez la population des moins de 40 ans, les traumatismes sont les premières causes de décès et d'handicap moteur dans les pays développés. Le traumatisme thoracique représente 2000 patients par an en France, dont plus de 10% des admissions pour polytraumatisme, et jusqu'à 70% lors des traumatismes graves, avec une mortalité pouvant aller jusqu'à 25% [1,2].
Les atteintes sont multiples : fracture(s) de côte, atteinte pleurale, ou encore contusion pulmonaire ; dûes à des mécanismes lésionnels différents : pénétrants ou non, effet de souffle (blast) ou compression de la cage thoracique.
Ces traumatismes se révèlent par de multiples présentations cliniques allant du traumatisme bénin avec une fracture costale simple jusqu'aux lésions sévères pouvant mener au décès [3].

1.1. Le traumatisé thoracique

Un traumatisme thoracique se définit comme une lésion de la paroi thoracique et des organes à l'intérieur de la cage thoracique à la suite d'un choc, d'un accident ou d'un effort.
Les organes potentiellement touchés sont : le poumon, la trachée, le diaphragme, le cœur et les vaisseaux attenants, l'œsophage, …

Dans la plupart des classifications et études, les traumatismes du thorax sont séparés selon leur caractère pénétrant ou non. Les traumatismes non-pénétrants ou fermés sont les plus nombreux, et résultent pour la majorité d'accident de la voie publique (AVP) ou d'accident domestique (chute d'échelle, défenestration, ...).
Les traumatismes pénétrants sont peu représentés, et concernent principalement des plaies par arme à feu, arme blanche ou AVP avec un débris transfixiant. Ces traumatismes ont une mortalité plus élevée et nécessitent une prise en charge chirurgicale dans 25% des cas [4–6].

Facteurs prédictifs et gravité **:**

Il existe plusieurs marqueurs et scores de gravité prédisposant à une morbi-mortalité augmentée lorsqu'ils sont présents à la phase initiale.

Selon la littérature [2,7], plusieurs éléments peuvent prédire la gravité du traumatisme thoracique :

- Age > 65 ans
- Antécédent de pathologie cardio-vasculaire chronique
- Antécédent de pathologie pulmonaire
- Trouble de la coagulation congénital ou acquis (incluant les traitements anticoagulant ou antiagrégant plaquettaire)
- Traumatisme à haute cinétique
- Traumatisme pénétrant

La présence d'au moins un de ces critères majore le risque de décès par trois [8].

D’autres éléments ont été étudiés et permettent d’évaluer la gravité du traumatisme :

- 2 fractures de côtes ou plus
- Détresse respiratoire clinique : FR > 25/min et/ou une hypoxémie (SpO2 < 90 % en AA ou < 95 % malgré une oxygénothérapie)
- Détresse circulatoire (chute de PAS > 30 % ou PAS < 110 mmHg).

Le score MGAP (Méchanism, Glasgow coma scale, Age, and Arterial Pressure) [9] est un score utilisé en préhospitalier, prédictif de mortalité chez le patient polytraumatisé : avec une mortalité estimée à 48% si score < 18.
Ce score n’est pas spécifique du traumatisme thoracique mais permet une évaluation simple et rapide du patient polytraumatisé, afin d’orienter au mieux les patients dans des trauma centers.

	Nombre de points
Score de Glasgow	Entre 3 et 15
PAS > 120mmHg	+ 5
120 > PAS > 60mmHg	+ 3
PAS < 60mmHg	0
Traumatisme fermé (non-pénétrant)	+ 4
Age < 60 ans	+ 5

Figure 1 *:* Score de MGAP

D’autres scores sont utilisés : Injury Severity Score (ISS), et sa version plus récente Abbreviated Injury Scale (AIS), qui décompte les lésions dans les 6 régions principales du corps (tête, face, thorax, abdomen, membres, surface externe). Le résultat est alors corrélé à la morbidité, la mortalité et la durée d’hospitalisation.

Autre score, plus spécifique du traumatisme thoracique : le Thoracic Trauma Severity Score (TTSS), utilisé pour prédire le risque de mortalité et la survenue d’un syndrome de détresse respiratoire aiguë **Figure 2.** Ce score contient les caractéristiques du bilan lésionnel thoracique, il varie de 0 à 25 points ; et ce dernier est considéré sévère si le score est supérieur à 8 [10].

PaO2/FiO2	*Fracture costale*	*Contusion pulmonaire*	*Atteinte pleurale*	*Age*	*Nombre de points*
> 400	0	Non	Non	< 30	0
300-400	1 à 3	1 lobe unilatéral	Pneumothorax	30-41	1
200-299	4 à 6 unilatérale	1 lobe bilatéral OU 2 lobes unilatéraux	Hémothorax OU Hémopneumothorax unilatéral	42-54	2
150-199	> 3 bilatérales	1 à 2 lobe(s), bilatérale	Hémothorax OU Hémopneumothorax bilatéral	55-70	3
< 150	Volet costal	≥ 2 lobes, bilatérale	Pneumothorax compressif	> 70	5

Figure 2 *:* Score TTSS.
PaO2 : Pression artérielle en oxygène

La prise en charge initiale du patient traumatisé thoracique est donc complexe et doit être globale : gestion de l'instabilité hémodynamique, gestion de l'antalgie et gestion des voies aériennes.
Sur le plan respiratoire, ces patients sont à haut risque de présenter une insuffisance respiratoire aiguë, et le taux de complication respiratoire est élevé : estimé entre 16-65% selon la littérature [1,11]. Ces complications peuvent survenir de manière précoce par altération de la mécanique ventilatoire (douleurs, décrochement du volet costal, atélectasie), ou du fait des lésions du parenchyme pulmonaire (aggravation des contusions, pneumothorax, pneumopathie).

Concernant la prise en charge respiratoire, le recours à l'intubation avec mise sous ventilation mécanique est un traitement proposé en cas de détresse respiratoire aiguë, avec un taux estimé entre 23-75%, mais qui n'est pas dénué de risques [12].
En effet, la mise sous ventilation mécanique d'un malade expose au risque de difficulté de sevrage respiratoire, de l'augmentation de la morbi-mortalité, et de pneumopathie acquise sous ventilation mécanique [4].
En 2015, les recommandations de la SFAR, portées sur la prise en charge des traumatisés thoraciques dans les 48 premières heures, préconisent le recours à la ventilation non-invasive en première intention chez le patient hypoxémique.

Il est donc nécessaire pour les praticiens de traiter les patients en insuffisance respiratoire aiguë afin de prévenir la mise sous ventilation mécanique, sans pour autant retarder l'intubation et ainsi aggraver le pronostic du malade.

1.2 Le ROX index

Le ROX index, définit par le ratio SpO2/FiO2 sur la fréquence respiratoire, décrit par O. Roca [13], est un index utilisé pour prédire l'échec d'une ventilation par oxygénothérapie à haut débit (OHD) dans les 12 premières heures chez des patients atteints de pneumopathie dans les services de réanimations/soins continus. Les patients ayant un ROX index > 4,88 à H12 seraient moins susceptibles d'être mis sous ventilation mécanique [14].

Si l'utilisation de ce score a permis de démontrer une diminution du recours à l'intubation chez les patients atteints d'une pneumopathie, la question se pose chez nos patients traumatisés thoraciques. En effet, chez les patients traumatisés thoraciques, le risque d'intubation et de mise sous ventilation mécanique n'est pas négligeable ; or il n'existe pas à ce jour de score ou de paramètres cliniques permettant de prédire les patients à risque. Le ROX index peut être intéressant chez cette population, car il prend en compte la fréquence respiratoire et l'oxygénation du patient : 2 paramètres fortement modifiés par le traumatisme thoracique.

Peu d'études portent sur ce sujet, seuls Cornillon et son équipe ont déterminé qu'un ROX index > 12,85 dans les 24 premières heures d'un traumatisme thoracique était témoin de la réussite d'une oxygénothérapie conventionnelle sans avoir recours à l'intubation [15].

1.3 Le modèle mixte à classes latentes

De nouveaux modèles statistiques, notamment le modèle mixte à classes latentes (LCMM) [16,17], permettent d'identifier des sous-groupes homogènes au sein d'une population hétérogène. Les sous-groupes sont alors nommés classes latentes car ils ne sont pas observables en dehors de cette analyse, et définissent des trajectoires de variables [18].

Depuis quelques années, le nombre d'étude utilisant ce modèle dans le domaine médical augmente considérablement ; mais à ce jour, il n'existe aucune littérature ayant analysé de manière rétrospective la présence de classes latentes dans le traumatisme thoracique.

L'objectif principal de notre étude rétrospective vise donc à déterminer la présence de classes latentes selon la cinétique du ROX index des 48 premières heures d'un traumatisme thoracique.
L'objectif secondaire est de comparer les caractéristiques cliniques et paracliniques des différentes classes latentes.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective, observationnelle et monocentrique, réalisée dans l'unité de réanimation chirurgicale du Centre Hospitalier Universitaire de Poitiers. La cohorte a été construite entre janvier 2018 et décembre 2022.

2.2. Caractéristiques de la population

Les critères d'inclusion étaient les patients âgés de plus de 18 ans, hospitalisés en réanimation chirurgicale durant la période déterminée et présentant un traumatisme thoracique.

Critères de non-inclusion
- Patient intubé avant l'admission en réanimation quelle que soit la cause (respiratoire, neurologique).
- Patient intubé en préhospitalier.

Critères d'exclusion
- Patient ne présentant pas de traumatisme thoracique.
- Patient mineur.

2.3. Recueil de données

La base de données a été réalisée à partir de la base de données annuelle de réanimation chirurgicale, existante au sein du CHU de Poitiers. Les données manquantes étaient par la suite recueillies dans les dossiers médicaux (informatisés ou papier).

Les données recueillies étaient :
- Age, sexe, IMC du patient
- Antécédents du patient :
    - Respiratoire : asthme, broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), syndrome d'apnée-obésité du sommeil, infection à Sars-Cov2, hypertension artérielle pulmonaire, antécédent de pneumothorax, tabagisme actif
    - Cardio-vasculaire : fibrillation auriculaire, hypertension artérielle, cardiomyopathie ischémique, valvulopathie, diabète, artériopathie oblitérante des membres inférieurs
    - Autres : insuffisance rénale chronique, cirrhose, reflux gastro-œsophagien
- Caractéristiques du traumatisme thoracique : nombre de côtes cassées, volet costal, atteinte pleurale, contusion pulmonaire, PaO2 à l'admission ; permettant de calculer le score TTSS
- Présence de traumatismes autres associés : crânien, périphérique, bassin, abdominal
- Nombre de défaillance à l'admission

- Score IGS II et score SOFA
- Durée et type de ventilation non-invasive et le caractère prophylactique ou curatif (était considéré curatif la nécessité de VNI chez un patient hypoxémique)
- Nécessité d'intubation et durée de ventilation invasive
- Réalisation d'une anesthésie loco-régionale (ALR)
- Nécessité d'une antibiothérapie
- Durée de séjour en réanimation
- Durée de séjour à l'hôpital
- Mortalité en réanimation

Par la suite, était recueilli le ROX index, définit comme le rapport SpO2/FiO2 sur la fréquence respiratoire. La FiO2 a été calculé selon la formule [19] :
FiO2 = 0,21 + 0,03 x Débit (L/min)

Ces valeurs étaient récupérées à l'admission et dans les 4, 12, 24 et 48 premières heures suivant l'admission, via les comptes-rendus d'hospitalisation et archives d'hospitalisation en réanimation.
L'admission étant définie par l'arrivée du patient en réanimation chirurgicale.

2.4. Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude était d'identifier la présence de classes latentes selon la cinétique du ROX index des 48 premières heures d'un traumatisme thoracique, chez les patients admis en réanimation chirurgicale.

Critère de jugement principal :

Le critère de jugement principal était l'existence de plusieurs classes latentes avec le modèle lcmm le plus pertinent statistiquement.
Le modèle lcmm était considéré statistiquement pertinent si les classes latentes avaient chacune des effectifs satisfaisants, et selon les valeurs d'AIC et BIC (qui devaient être les plus basses possibles).

Critères de jugements secondaires :

L'objectif secondaire était de comparer les caractéristiques des différentes classes latentes avec les critères ci-dessous :
- L'âge, le sexe, l'IMC, les antécédents, le tabagisme
- Le score TTSS, l'atteinte pleurale, la présence d'un volet costal
- Le score de Glasgow
- Le ROX index à l'admission, le rapport P/F à l'admission
- La durée de VNI et d'OHD, la nécessité d'intubation et la durée de ventilation mécanique
- La réalisation d'une ALR

2.5. Analyse statistique

Utilisation du modèle mixte à classes latentes et du logiciel R.

Les données ont été analysées selon le format « lcmm » sur le logiciel R pour identifier les trajectoires du ROX index au cours du temps (48 premières heures) selon un modèle mixte à classes latentes [17,18]. Ce dernier est une extension du modèle linéaire mixte classique qui affirme que ‘’toutes les personnes appartiennent à une même population et que les trajectoires individuelles sont réparties autour d'une seule trajectoire moyenne’’ [20]. Le modèle mixte à classes latentes, lui, prend en compte l'hétérogénéité de la population et classe cette dernière en sous-groupes (non-observables sans analyse) dénommées classes latentes.
Chaque sujet ne pouvant appartenir qu'à une seule classe latente.

Les résultats étaient considérés significatifs pour des valeurs de $p < 0,05$.

2.6. Confidentialité et éthique

Les données ont été recueillies et stockées localement, sur un fichier Microsoft Excel® hébergé au sein du service, protégé par un mot de passe.
Le protocole de cette étude a été approuvé par la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), nous permettant de nous affranchir du consentement éclairé des patients du fait du caractère rétrospectif et observationnel de cette étude.

Ce traitement est conforme à la méthodologie de référence : MR-004. Il est inscrit sur le registre des traitements des activités, dans le domaine : RECHERCHE, avec le numéro d'inscription : CHU86-RECH-R2024-02-03.

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques de la population

Sur les 5 dernières années, 833 patients ont été admis pour polytraumatisme en réanimation chirurgicale, 408 malades ont été exclus devant l'absence de traumatisme thoracique, et 245 patients étaient intubés et sous ventilation mécanique à leur admission en réanimation. **Figure 3**

Au total, 180 patients ont été inclus entre janvier 2018 et décembre 2022. Parmi ces 180 patients, 11 patients ont été hospitalisés initialement en USC chirurgicale puis transférés en réanimation chirurgicale. La durée moyenne de séjour en réanimation était de 9 jours, tandis que la durée moyenne d'hospitalisation (séjour en réanimation puis service autre) était de 19 jours.

Dans notre cohorte, l'âge moyen était de 50 ans, avec une prédominance du sexe masculin (81%). 88 patients étaient tabagiques (48%), et 22 patients présentaient des antécédents de maladie respiratoire (12%) (asthme, BPCO, SAOS,…).

Les traumatismes thoraciques étaient sévères (TTSS $\geq$ 8) pour la moitié de la population (55%), 70 patients ont bénéficié d'un drainage thoracique, 49 patients présentaient un volet costal : dont 15 ont été opérés pour une fixation. 39 patients (22%) ont bénéficié d'une anesthésie loco-régionale (APD, bloc du serratus, bloc de l'érecteur du rachis, bloc pectoral, bloc paravertébral) pour l'analgésie. Lors de leur hospitalisation, 45% des patients ont reçu une antibiothérapie dans les 72 premières heures (pneumopathie, plaie délabrante, …).

Sur les 180 patients, 40 patients ont été intubés puis mis sous ventilation mécanique (22%), dont 20 pour une détresse respiratoire aiguë. Concernant la ventilation mécanique, la durée médiane de ventilation était de 11 jours (IQ 25% 6j et IQ 75% 17j). D'autre part, 25 patients ont bénéficié de séances de VNI prophylactique (14%) et 36 de manière curative (20%), et 72 (40%) d'entre eux étaient sous OHD (durée moyenne de 4 jours).

Parmi les patients inclus dans la cohorte, 5 sont décédés en cours d'hospitalisation (2,7%).

Le **tableau 1** résume les caractéristiques principales de la population étudiée.

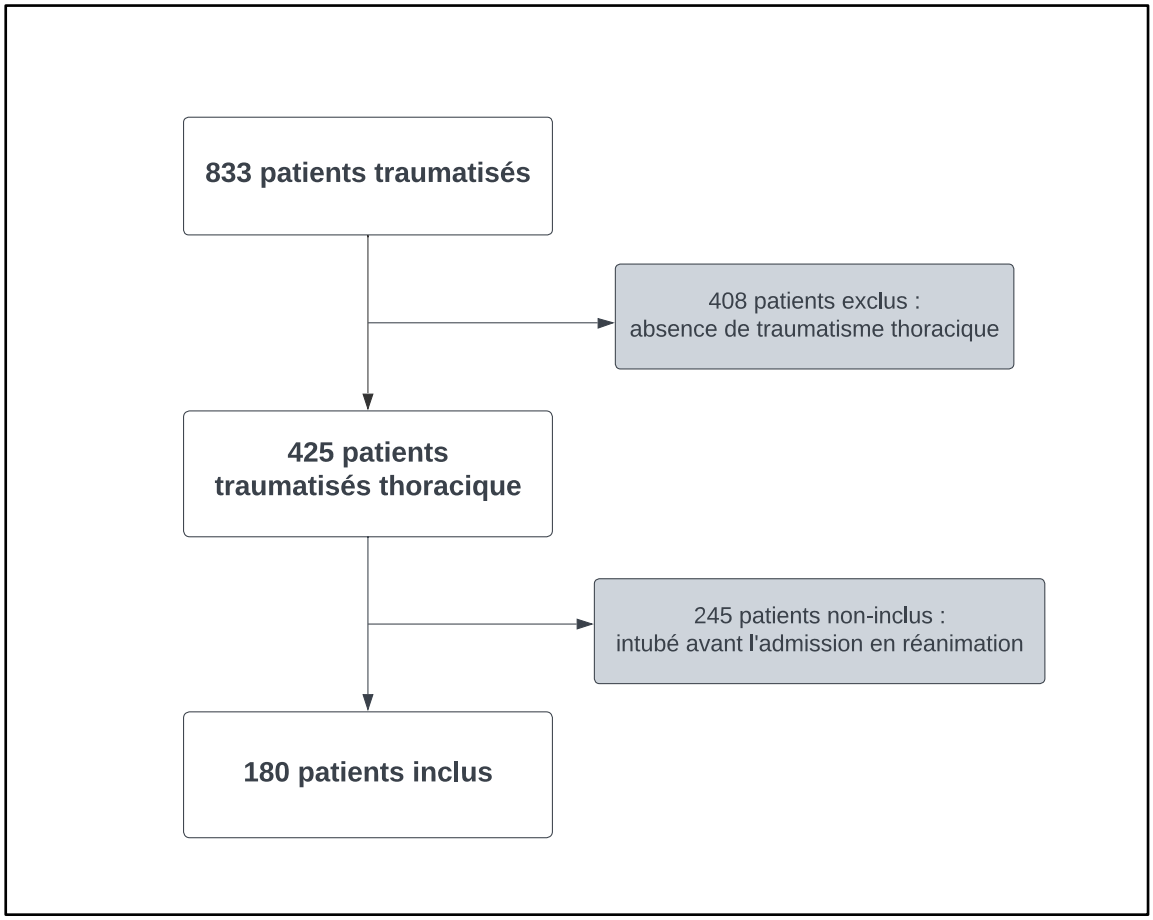


Figure 3 : Flowchart exposant la sélection des patients traumatisés thoraciques.

	Patients inclus n = 180
Age (années)	51 [32, 68]
Sexe masculin	n = 146 (81)
IMC	25.1 [23, 28.4]
Antécédents respiratoires	22 (12)
Atteintes liées au traumatisme	
Nombre de défaillances à l'admission	1
Score TTSS Score TTSS < 4 Score TTSS ≥ 4 Score TTSS ≥ 8	8 n = 31 (18) n = 149 (82) n = 99 (55)
Volet costal	n = 49
Atteinte pleurale	n = 121 (67)
Prise en charge thérapeutique	
Intubation Intubation pour DRA Intubation pour chirurgie	n = 40 (22) n = 20 n = 25
Durée de ventilation mécanique (jours) IQ 25% IQ 50% IQ 75%	 6 11.5 17
VNI prophylactique **VNI curatif** **Durée médiane VNI** (jours)	n = 25 (14) n = 36 (20) 3
OHD **Durée médiane OHD** (jours)	n = 72 (40) 4
Drain thoracique	70 (39)
Chirurgie thoracique	15 (8)
Mortalité en réanimation	5 (2,7)

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques et cliniques des patients
Les données sont exprimées en médiane [interquartile], en nombre (pourcentage) ou en moyenne.

3.2. Analyses statistiques

3.2.1. Critère de jugement principal

Grace au logiciel R et les modèles de mélange (synonyme de modèle à classes latentes), nous avons pu déterminer 3 trajectoires de ROX index (avec des effectifs par classe suffisants).

La **Figure 4** représente les trajectoires du ROX index de chaque classe.
Une représentation des trajectoires moyennes du ROX index individualisées pour chaque patient est schématisée en **Annexe 2**.

Le ROX index à l'admission semblait similaire dans les 3 classes, mais était significativement plus faible dans la classe 3 : 14.4 [10.58, 17.41], p > 0,0001.
La PaO2 était significativement plus basse dans la classe 3 avec une médiane à 94 mmHg [77, 112], p = 0,026 ; ainsi que le rapport P/F 280 [203, 365] pour p > 0,0001.

Les classes 1 et 2 présentaient des ROX index différents à l'admission mais possédaient toutes deux une pente ascendante sur les 5 premières heures.
La classe 3, regroupant la majorité des patients, semble avoir des ROX index plus faibles et une cinétique stable dans le temps.

3.2.2. Critère de jugement secondaire

Les caractéristiques des patients selon les classes sont exposées dans le **tableau 2**. Les patients ne différaient pas en termes d'âge, de tabagisme actif, ni d'antécédents médicaux (respiratoire ou cardio-vasculaire). L'IMC était similaire dans les différentes classes.

Concernant les caractéristiques en lien avec le traumatisme, les patients appartenant à la classe 3 avaient des scores de Glasgow plus faibles (16% avaient un score de Glasgow à 14). La sévérité du traumatisme thoracique (atteinte pleurale, volet costal, drain thoracique) était identique dans les 3 classes, et il n'y avait pas de différence sur le score TTSS.

L'utilisation d'ALR pour l'analgésie était similaire dans les 3 classes, respectivement 28%, 20% et 22% avec p = 0,87. 50% des patients ont nécessité une antibiothérapie durant leur séjour en réanimation, toute cause confondue.

Les patients présents dans la classe 3 présentaient un taux d'intubation pour détresse respiratoire aiguë significativement plus élevé : 19 patients intubés (14%), p = 0,007 ; associé à une durée de ventilation mécanique plus longue : 7 jours [1, 16], p 0,02. De même pour la ventilation non-invasive, plus fréquente dans la classe 3 pour un objectif curatif : 33 (27.73%) p = 0,003.

	Total (n = 180)	Classe 1 (n = 11)	Classe 2 (n = 41)	Classe 3 (n = 128)	p
Age, années	51 [32, 68]	49 [43, 60]	51 [38, 69]	51 [29, 68]	0,7
IMC	25.1 [23, 28.4]	25,1 [21.8, 29.5]	24.3 [22.9, 26.4]	25.8 [23.1, 29.4]	0,03
Tabac	88 (61)	7 (78)	24 (65)	57 (58)	0,055
Antécédents respiratoires	**22 (12)**				1
Asthme	8 (36)	1 (9)	1 (2)	6 (33)	
BPCO	5 (23)	1 (9)	1 (2)	4 (22)	
SAOS	5 (23)	0	0	5 (28)	
COVID +	2 (9)	0	0	1 (6)	
HTAP	1 (4)	0	0	1 (6)	
PNO	1 (4)	0	0	1 (6)	
Antécédents cardio-vasculaires	58 (32)	3 (27)	9 (22)	46 (36)	0,12
Durée de séjour en réanimation	6 [3, 10]	8 [6, 10]	5 [3, 7]	6 [3, 11]	0,07
Durée de séjour à l'hôpital	16 [10, 22]	16 [10, 19]	13 [9, 21]	17 [10, 24]	0,12
Mortalité	5 (3)	0 (0)	0 (0)	5 (3)	0,34

Tableau 2 : Caractéristiques des patients en fonction des classes latentes.
Les données sont exprimées en médiane [interquartile], en nombre (pourcentage) ou en moyenne.

	Total (n = 180)	Classe 1 (n = 11)	Classe 2 (n = 41)	Classe 3 (n = 128)	p
Score de Glasgow 15 14 < 14	 139 (85) 20 (13) 3	 10 (91) 1 (9) 0	 38 (97) 0 1 (2)	 101 (81) 20 (16) 1 (0,8)	0.007
Score TTSS	8 [5, 11]	9 [7, 11]	7 [4, 10]	8 [5, 11]	0 .1
Atteinte pleurale	121 (67)	8 (73)	27 (66)	86 (67)	1
Volet costal	49 (27)	5 (45)	13 (32)	31 (24)	0.41
Chirurgie thoracique	15 (9)	0 (0)	4 (10)	11 (9)	0.76
Drain thoracique	72 (40)	3 (27)	14 (34)	55 (43)	0.36
ALR	39 (22)	3 (27)	8 (20)	28 (22)	0.82
Antibiothérapie	90 (50)	6 (55)	23 (56)	61 (48)	0.37

Tableau 2 suite : Caractéristiques des patients en fonction des classes latentes

	Total (n = 180)	Classe 1 (n = 11)	Classe 2 (n = 41)	Classe 3 (n = 128)	p
Durée de ventilation invasive (jours)	11.5 [6, 17]	31 [31, 31]	0 [0, 0]	11 [6, 16]	0.28
VNI prophylactique	25 (15)	3 (33)	4 (10)	18 (15)	0.59
VNI curative	36 (22)	1 (9)	2 (5)	33 (28)	0.003
Durée VNI (jours)	3 [2, 6]	2 [1.5, 3]	2 [2, 2]	3 [2, 6]	0.215
Durée OHD (jours)	4 [2, 5]	3 [2.5, 3.5]	2 [2, 3]	4 [3, 6]	0.0046
Intubation pour DRA	20 (11)	1 (9)	0 (0)	19 (15)	0.007
ROX index à l'admission	15.69 [11.66, 20.94]	14.24 [11.28, 18.22]	23.10 [20.42, 26.46]	14.4 [10.58, 17.41]	> 0.0001
PaO2 à l'admission (mmHg)	99 [79, 122]	107 [99, 150]	103 [94, 137]	94 [77, 112]	0.026
P/F à l'admission	303 [237, 388]	335 [299, 369]	422 [352, 487]	280 [203, 365]	> 0.0001

Tableau 2 suite : Caractéristiques des patients en fonction des classes latentes

VNI : Ventilation non-invasive. OHD : Oxygénothérapie haut-débit. DRA : Détresse respiratoire aiguë. PaO2 : Pression artérielle en oxygène. P/F : Rapport PaO2/FiO

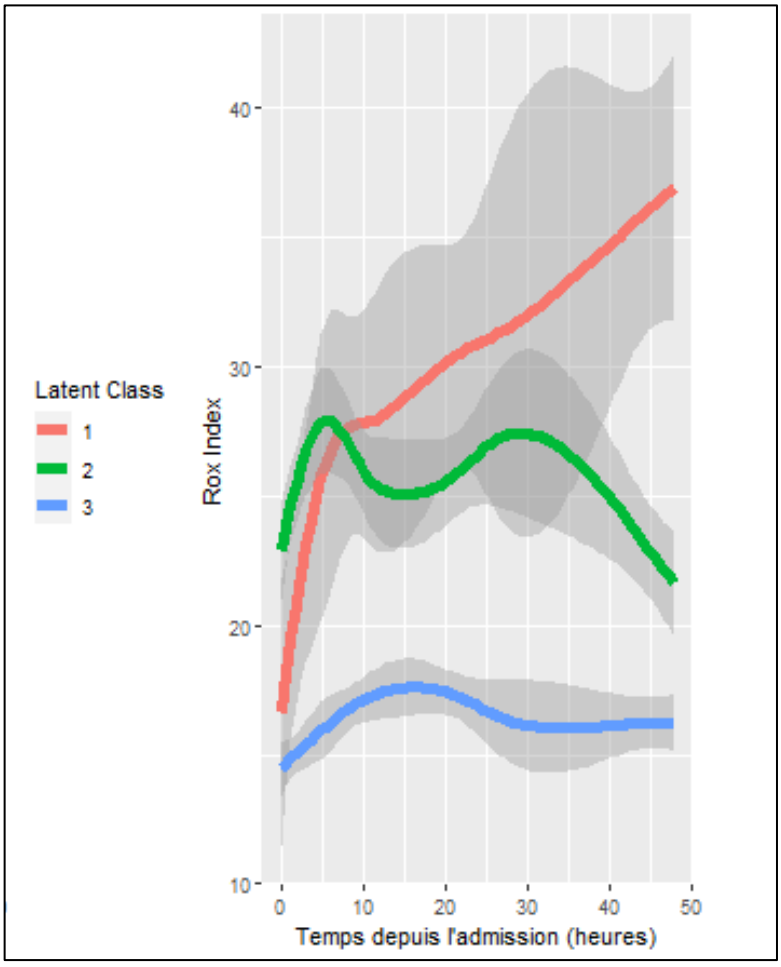


Figure 4 : Modélisation des trajectoires du ROX index au cours du temps selon le modèle mixte à classes latentes.

4. DISCUSSION

Le traumatisme thoracique est responsable d'une morbi-mortalité importante et représente la 3ème cause de décès après les traumatismes abdominaux et crâniens [21]. Il existe très peu de littérature sur l'utilisation du ROX index chez le patient traumatisé thoracique ; pourtant le ROX index allie des mesures cliniques réalisables au lit du malade et récupérables en temps réel, et pourrait devenir un critère idéal et fiable pour évaluer le risque d'intubation au cours du temps [15]. Le ROX index est actuellement utilisé chez les patients atteints de pneumopathie sous OHD en réanimation, mais les études l'évaluent également dans l'extubation du patient en réanimation [22]. Une seule étude, menée par Cornillon en 2021 [15], a utilisé cet index chez la population de traumatisé thoracique, et a démontré qu'un ROX index supérieur à 12,85 à 24h témoigne d'une réussite de l'oxygénothérapie standard et diminue le risque d'intubation.

Dans notre étude, le ROX index est significatif à l'admission avec des valeurs plus basses dans le groupe 3 : 14.4 [10.58, 17.41] p > 0.001. Ces résultats concordent avec l'étude de Cornillon (15). Cependant, la limite de cette étude est le calcul de la FiO2, qui est probablement surestimée avec sa formule FiO2 = 0,20 + 0,04 x Débit (L/min).

L'utilisation d'un modèle à classes latentes pour identifier des trajectoires dans le domaine de la médecine a suscité beaucoup d'intérêt ces dernières années [23] ; mais l'application de ce modèle n'a jamais été utilisé pour définir des trajectoires de ROX index chez les patients traumatisés thoraciques. Ce modèle est intéressant car il permet d'identifier des sous-groupes de patients tout en prenant en compte les différences de chaque trajectoire individuelle. Nos résultats valident l'existence de 3 classes de patients selon leur ROX index dans les 48 premières heures. L'intérêt de définir des classes est de cibler un phénotype de patients via leurs caractéristiques démographiques et/ou clinique, pour choisir une surveillance spécifique et donc l'orientation du patient (soins continus, réanimation, ou secteur conventionnel).

Dans notre étude, la classe 3 présente un taux d'intubation plus élevé et une durée médiane de ventilation mécanique plus prolongée. La mise en place d'une surveillance rapprochée, et/ou de thérapeutiques actives plus précoces (VNI, OHD, ALR systématique), pourrait permettre de limiter le nombre d'intubation chez ce sous-groupe de patients.

Dans notre cohorte, il n'y a pas de différence sur l'âge entre les trajectoires : facteur pourtant décrit dans le score MGAP [9] et dans l'étude récente de Lundin [24] et rentrant en compte dans le score de sévérité du traumatisme initial. De même pour l'IMC : similaire entre les classes, l'obésité n'est pas un facteur de gravité dans le traumatisme thoracique [25]. Peu de patients présentaient des antécédents respiratoires tel que l'asthme ou BPCO, reconnus comme facteurs de gravité dans le traumatisme thoracique.

Parmi les trois classes, il n'y a pas de différence concernant le score TTSS, pouvant amener à penser que la sévérité du traumatisme thoracique n'est pas un facteur prédictif de mauvais pronostic (notamment sur le plan respiratoire). Dans le score TTSS, est utilisé le nombre de côtes cassées, qui de manière indépendante est associé à la morbi-mortalité, confirmé par l'étude de Flagel : le nombre de côtes cassées est corrélé au taux de morbi-mortalité de manière linéaire [26]. De plus, un score élevé au TTSS avec des contusions pulmonaires est un facteur de risque indépendant de SDRA et donc d'une intubation [27]. Nos résultats vont à l'encontre des dernières études [21] et notamment l'étude de Fattori en 2021 [28] qui montre un lien entre la sévérité de l'atteinte thoracique (score RTS et ISS) et la nécessité d'une ventilation invasive. Le manque d'effectif dans notre étude pourrait être à l'origine de cette différence de résultats.

Les résultats influant sur les trajectoires des patients sont le score de Glasgow, le ROX index et le rapport P/F à l'admission. Dans la classe 3, 16% des patients présentent un score de Glasgow à 14, contrairement aux autres classes (9% et 0%). Cette différence initiale peut être due aux autres traumatismes associés (mais les traumatismes crâniens sont similaires entre les 3 classes), à la douleur ou à la conséquence d'administration de médicaments (Morphine ou Kétamine pour l'analgésie,..).

La méta-analyse de Duggal [4] montre un bénéfice de la ventilation non-invasive précoce chez le traumatisé thoracique en comparaison avec la ventilation mécanique, et vient renforcer les résultats de Massimo [29]. Nous retrouvons un grand nombre de patients sous VNI dans le groupe 3 (28%), mais nous ne pouvons conclure sur l'intérêt de cette technique en prévention de l'intubation. Le groupe 3 présentant un nombre significativement plus élevé de patients sous VNI curative et de patients sous ventilation mécanique dans notre cohorte. Plusieurs études ont démontré un bénéfice de la VNI pour diminuer le risque d'intubation, notamment l'étude d'Hernandez en 2010 [30].

L'OHD ne permettait pas de différencier les différentes trajectoires dans notre cohorte, mais semble être une alternative à l'oxygénothérapie standard chez les patients en détresse respiratoire [31]. La place de l'OHD reste débattue chez les patients traumatisés thoraciques, notamment l'étude Optitho [32] qui démontre que l'OHD ne fait pas mieux que l'oxygénothérapie standard. Peut-être que la place de l'OHD serait bénéfique chez un sous-groupe de patients précis, notamment dans notre classe 3.

La douleur est également un facteur important chez le traumatisé thoracique et son contrôle est une urgence thérapeutique, notamment via les techniques d'ALR.
Notre étude ne retrouve pas de différence en terme d'ALR entre les 3 classes, mais 22% des patients ont bénéficié d'une analgésie par ALR. La prise en charge des 72 premières heures semble importante pour lutter contre l'aggravation des lésions pulmonaires et notamment la gestion de la douleur [33].
Elle permet de maintenir une toux et une inspiration profonde efficace, diminuant le risque d'atélectasie et de pneumopathie chez les patients.

Le gold standard est la péridurale thoracique dans les atteintes bilatérales, ou le bloc paravertébral/érecteur du rachis dans les atteintes unilatérales, sans oublier les analgésiques intraveineux [34–36].
Dans notre étude, ce taux d'ALR était faible mais semblait s'accroitre dans le temps (plus de patients bénéficiaient d'une ALR dans les années 2021 et 2022), les pratiques du service ont probablement changé durant ces dernières années.
Cette donnée est donc sous-estimée, les patients ayant une ALR étant possiblement de plus en plus nombreux.

A notre connaissance, il s'agit de la première étude utilisant la cinétique du ROX index pour définir des trajectoires de patients traumatisés thoraciques selon le modèle lcmm.

Notre étude possède plusieurs limites. La première, il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique et de petit effectif ; qui manque de puissance et peut expliquer l'absence de significativité sur de nombreux critères (score TTSS, l'âge, …).

La deuxième limite est que nous trouvons des valeurs de ROX index plus élevées que dans les études portant sur les pneumopathies [14] (RI à l'admission : 15.69 [11.66, 20.94]) ; mais nos valeurs se rapprochent des dernières études sur le ROX index qui tendent à être plus élevées. Notamment dans l'étude de Goh KJ, où un ROX index supérieur à 6,80 à 10 heures d'une insuffisance respiratoire aiguë sous OHD est associé à un risque plus faible d'échec de l'OHD [37]. Cette différence peut être expliqué par des SpO2 plus élevées et des fréquences respiratoires variables.

La fréquence respiratoire est un paramètre important dans le ROX index, car elle est très variable : tachy-bradypnée dépendant de la douleur, de la position et des thérapeutiques instaurées. L'antalgie est donc un point déterminant de la prise en charge de ces patients.

La troisième limite concerne l'utilisation de VNI et OHD, dont la décision de mise en place était à la discrétion du praticien en charge du malade, ce qui a pu amener à un biais de sélection.

A l'avenir, une étude de plus grande ampleur pourrait permettre de définir précisément les caractéristiques des patients avec des ROX index faibles, et nous permettraient par la suite de définir une valeur de ROX index prédictive d'une intubation.
L'utilisation d'entrepôt de données de santé semble être une solution pour une étude prospective multicentrique.

5. CONCLUSION

Ce travail nous a permis de valider le modèle mixte à classes latentes chez le patient traumatisé thoracique, permettant de mettre en évidence 3 trajectoires du ROX index dans les 48 premières heures.

Cette étude pourrait aider à identifier dans un futur proche des sous-groupes de patients plus graves, qui nécessiteraient une surveillance plus rapprochée (éviter la mise sous ventilation mécanique ; ou mettre une ventilation non-invasive de manière plus précoce).

BIBLIOGRAPHIE

1. Dennis BM, Bellister SA, Guillamondegui OD. Thoracic Trauma. Surg Clin North Am. Oct 2017;97(5):1047-64.

2. Société française d'anesthésie et de réanimation, D'Urgence SFDM. Traumatisme thoracique : prise en charge des 48 premières heures. Anesth Réanimation. Jun 2015;1(3):272-87.

3. AlSulaiman RS, Al Abbas SM, Alshaikh ZA, Almoallem GS, AlOqayli FA, Alibrahim LO, et al. Causes and Pattern of Chest Trauma Among Adults: A Scoping Review of Studies From the Middle East. Cureus. Dec 2023; 15(12): e49980.

4. Duggal A, Perez P, Golan E, Tremblay L, Sinuff T. Safety and efficacy of noninvasive ventilation in patients with blunt chest trauma: a systematic review. Crit Care. 2013;17(4):R142.

5. Heus C, Mellema JJ, Giannakopoulos GF, Zuidema WP. Outcome of penetrating chest injuries in an urban level I trauma center in the Netherlands. Eur J Trauma Emerg Surg. Jun 2019;45(3):461-5.

6. Cannon RM, Smith JW, Franklin GA, Harbrecht BG, Miller FB, Richardson JD. Flail chest injury: are we making any progress? Am Surg. Apr 2012;78(4):398-402.

7. Ottochian M, Salim A, DuBose J, Teixeira PGR, Chan LS, Margulies DR. Does age matter? The relationship between age and mortality in penetrating trauma. Injury. Apr 2009;40(4):354-7.

8. Battle CE, Hutchings H, Evans PA. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: A systematic review and meta-analysis. Injury. Jan 2012;43(1):8-17.

9. Sartorius D, Le Manach Y, David JS, Rancurel E, Smail N, Thicoïpé M, et al. Mechanism, Glasgow Coma Scale, Age, and Arterial Pressure (MGAP): A new simple prehospital triage score to predict mortality in trauma patients. Crit Care Med. Mar 2010;38(3):831-7.

10. Féray S. Prise en charge des traumatismes thoraciques fermés: analyse exploratoire de l'expérience d'un centre hospitalo-universitaire médico-chirurgical thoracique. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-03192627

11. Marini CP, Petrone P, Soto-Sánchez A, García-Santos E, Stoller C, Verde J. Predictors of mortality in patients with rib fractures. Eur J Trauma Emerg Surg. Oct 2021;47(5):1527-34.

12. Bolliger CT, Van Eeden SF. Treatment of multiple rib fractures. Randomized controlled trial comparing ventilatory with nonventilatory management. Chest 1990;97:943–8. 1990;

13. Roca O, Messika J, Caralt B, García-de-Acilu M, Sztrymf B, Ricard JD, et al. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. J Crit Care. Oct 2016;35:200-5.

14. Roca O, Caralt B, Messika J, Samper M, Sztrymf B, Hernández G, et al. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. Am J Respir Crit Care Med. Jun 2019;199(11):1368-76.

15. Cornillon A, Balbo J, Coffinet J, Floch T, Bard M, Giordano-Orsini G, et al. The ROX index as a predictor of standard oxygen therapy outcomes in thoracic trauma. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. Dec 2021;29(1):81.

16. Saporta G. Les classes latentes.Modèles statistiques pour données qualitatives, Editions Technip. 2005;71-82.

17. Proust-Lima C, Philipps V, Liquet B. Estimation of Extended Mixed Models Using Latent Classes and Latent Processes: The *R* Package **lcmm**. J Stat Softw. 2017;78(2).

18. Gana K, Caumeil B, Broc G. L'analyse typologique en classes et profils latents en psychologie : principes de base et applications: L'Année Psychol. Feb 2022;Vol. 122(1):185-222.

19. Coudroy R, Frat JP, Girault C, Thille AW. Reliability of methods to estimate the fraction of inspired oxygen in patients with acute respiratory failure breathing through non-rebreather reservoir bag oxygen mask. Thorax. Sep 2020;75(9):805-7.

20. Dantan E, Proust-Lima C, Letenneur L, Jacqmin-Gadda H. Pattern Mixture Models and Latent Class Models for the Analysis of Multivariate Longitudinal Data with Informative Dropouts. Int J Biostat. Jan 2008;4(1).

21. Beshay M, Mertzlufft F, Kottkamp HW, Reymond M, Schmid RA, Branscheid D, et al. Analysis of risk factors in thoracic trauma patients with a comparison of a modern trauma centre: a mono-centre study. World J Emerg Surg. Dec 2020;15(1):45.

22. Lee YS, Chang SW, Sim JK, Kim S, Kim JH. An Integrated Model including the ROX Index to Predict the Success of High-Flow Nasal Cannula Use after Planned Extubation: A Retrospective Observational Cohort Study. J Clin Med. Aug 2021;10(16):3513.

23. Shin Y, Nam JK, Lee A, Kim Y. Latent profile analysis of post-traumatic stress and post-traumatic growth among firefighters. Eur J Psychotraumatology. Dec 2023;14(1):2159048.

24. Lundin A, Akram SK, Berg L, Göransson KE, Enocson A. Thoracic injuries in trauma patients: epidemiology and its influence on mortality. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. Dec 2022;30(1):69.

25. Hoebee S, Ron E, Alattar Z, Kang P, vanSonnenberg E. Assessing the Cushion Effect: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Role of Obesity in Motor Vehicle Injuries and Fatalities. J Intensive Care Med. Mar 2022;37(3):293-303.

26. Flagel BT, Luchette FA, Reed RL, Esposito TJ, Davis KA, Santaniello JM, et al. Half-a-dozen ribs: The breakpoint for mortality. Surgery. Oct 2005;138(4):717-25.

27. Daurat A, Millet I, Roustan JP, Maury C, Taourel P, Jaber S, et al. Thoracic Trauma Severity score on admission allows to determine the risk of delayed ARDS in trauma patients with pulmonary contusion. Injury. Jan 2016;47(1):147-53.

28. Fattori S, Reitano E, Chiara O, Cimbanassi S. Predictive Factors of Ventilatory Support in Chest Trauma. Life. Oct 2021;11(11):1154.

29. Massimo A, Giorgio C, Monica R, Maurizio B, Alberto DBR, Gabriella V, et al. A Comparison of Noninvasive Positive-Pressure Ventilation and Conventional Mechanical Ventilation in Patients with Acute Respiratory Failure. N Engl J Med. 1998;339(7):429-435.

30. Hernandez G, Fernandez R, Lopez-Reina P, Cuena R, Pedrosa A, Ortiz R, et al. Noninvasive Ventilation Reduces Intubation in Chest Trauma-Related Hypoxemia. Chest. Jan 2010;137(1):74-80.

31. Rodriguez M, Thille AW, Boissier F, Veinstein A, Chatellier D, Robert R, et al. Predictors of successful separation from high-flow nasal oxygen therapy in patients with acute respiratory failure: a retrospective monocenter study. Ann Intensive Care. Dec 2019;9(1):101.

32. Carrié C, Rieu B, Benard A, Trin K, Petit L, Massri A, et al. Early non-invasive ventilation and high-flow nasal oxygen therapy for preventing endotracheal intubation in hypoxemic blunt chest trauma patients: the OptiTHO randomized trial. Crit Care. Apr 2023;27(1):163.

33. Cohn SM, DuBose JJ. Pulmonary Contusion: An Update on Recent Advances in Clinical Management. World J Surg. Aug 2010;34(8):1959-70.

34. Kieninger AN, Bair HA, Bendick PJ, Howells GA. Epidural versus intravenous pain control in elderly patients with rib fractures. Am J Surg. Mar 2005;189(3):327-30.

35. Ding X, Jin S, Niu X, Ren H, Fu S, Li Q. A Comparison of the Analgesia Efficacy and Side Effects of Paravertebral Compared with Epidural Blockade for Thoracotomy: An Updated Meta-Analysis. Landoni G, éditeur. PLoS ONE. May 2014;9(5):e96233.

36. Bulger EM, Edwards T, Klotz P, Jurkovich GJ. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. Surgery. Aug 2004;136(2):426-30.

37. Goh KJ, Chai HZ, Ong TH, Sewa DW, Phua GC, Tan QL. Early prediction of high flow nasal cannula therapy outcomes using a modified ROX index incorporating heart rate. J Intensive Care. Dec 2020;8(1):41.

ANNEXES

	Nombre de points
Score de Glasgow	Entre 3 et 15
PAS > 120mmHg	+ 5
120 > PAS > 60mmHg	+ 3
PAS < 60mmHg	0
Traumatisme fermé (non-pénétrant)	+ 4
Age < 60 ans	+ 5

Figure 1 *:* Score de MGAP

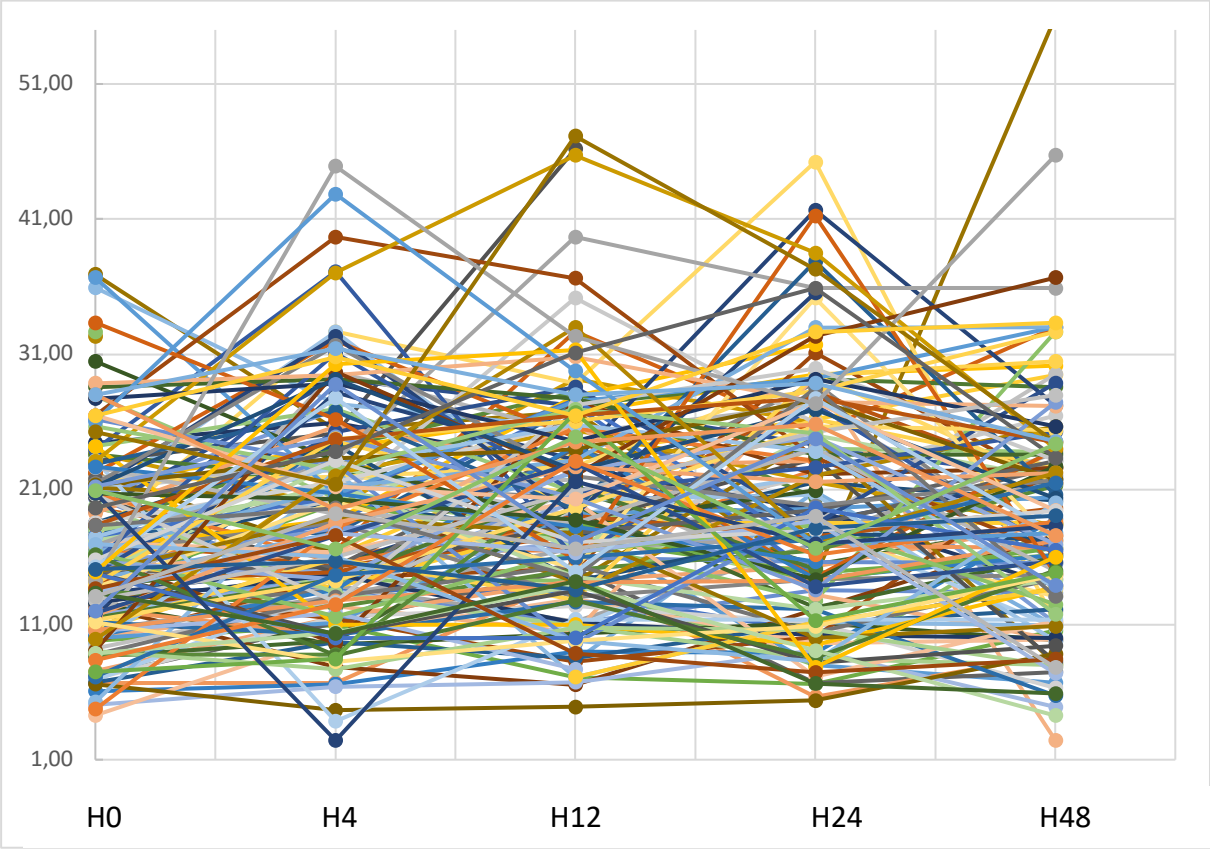
PaO2/FiO2	***Fracture costale***	***Contusion pulmonaire***	***Atteinte pleurale***	***Age***	***Nombre de points***
> 400	0	Non	Non	< 30	0
300-400	1 à 3	1 lobe unilatéral	Pneumothorax	30-41	1
200-299	4 à 6 unilatérale	1 lobe bilatéral OU 2 lobes unilatéraux	Hémothorax OU Hémopneumothorax unilatéral	42-54	2
150-199	> 3 bilatérales	1 à 2 lobe(s), bilatérale	Hémothorax OU Hémopneumothorax bilatéral	55-70	3
< 150	Volet costal	≥ 2 lobes, bilatérale	Pneumothorax compressif	> 70	5

Figure 2 : Score TTSS. Score variant de 0 à 25.
Traumatisme sévère si score > 8

Atteinte traumatique :	
Tête et cou	
Face	
Thorax	
Abdomen, pelvis	
Membres, bassin	
Surface corporelle (peau, tissus sous-cutané	

Atteinte :
Aucune : 0
Mineure : 1
Modérée : 2
Sérieuse : 3
Sévère : 4
Critique : 5
Maximale : 6

Annexe 1 : Score ISS
Le score ISS prend en compte les 3 lésions les plus graves



Annexe 2 : Représentation des trajectoires moyennes du ROX index individualisées pour chaque patient.

RESUME

Introduction : Les polytraumatismes sont des causes de décès et d'handicap dans les pays développés, dont les traumatismes thoraciques représentent entre 10 et 70% des admissions, avec une mortalité élevée. Ces patients sont complexes et nécessitent une prise en charge multifactorielle (gestion des voies aériennes, analgésie, instabilité hémodynamique). Le ROX index a été décrit et validé pour prédire le risque d'intubation chez les patients atteints d'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique causée par une pneumonie et traités par OHD.
L'objectif de notre étude vise donc à évaluer la capacité du LCMM à identifier des sous-groupes de trajectoires de ROX index les 48h premières heures d'un traumatisme thoracique.

Matériel/méthode : Il s'agit d'une étude observationnelle, rétrospective et monocentrique, réalisée au CHU de Poitiers entre janvier 2018 et décembre 2022, qui s'intéresse aux patients traumatisés thoraciques admis en réanimation chirurgicale (exclusion des patients intubés et ventilés à l'admission). Le Rox index décrit comme le ratio SpO2/FiO2 sur FR, était récupéré à H0, 4, 12, 24 et 48 de l'admission, puis une analyse via le modèle mixte à classes latentes a été utilisé pour définir des trajectoires de ROX index.

Résultats : Nous avons pu déterminer 3 trajectoires de ROX index, avec des RI significativement plus faibles dans la classe 3 (14.4 [10.58, 17.41], p > 0,0001). Concernant les critères de jugements secondaires, il n'y avait pas de différence sur l'atteinte thoracique, ni sur le score TTSS. On retrouvait un taux d'intubation plus élevée dans la classe 3 ainsi que des scores de Glasgow plus faible à l'admission dans cette même classe.

Conclusion : Notre étude met en évidence une hétérogénéité d'évolution du ROX index dans les suites d'une admission pour traumatisme thoracique, avec 3 trajectoires différentes ; nous permettant d'identifier des sous-groupes de patients selon certains facteurs.

Mots clé : ROX index, Traumatisme thoracique, TTSS, LCMM, ICU

SERMENT

UNIVERSITE DE POITIERS

Faculté de Médecine et de Pharmacie

SERMENT

En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans 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 le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !

RESUME

Introduction : Les polytraumatismes sont des causes de décès et d'handicap dans les pays développés, dont les traumatismes thoraciques représentent entre 10 et 70% des admissions, avec une mortalité élevée. Ces patients sont complexes et nécessitent une prise en charge multifactorielle (gestion des voies aériennes, analgésie, instabilité hémodynamique). Le ROX index a été décrit et validé pour prédire le risque d'intubation chez les patients atteints d'insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique causée par une pneumonie et traités par OHD.
L'objectif de notre étude vise donc à évaluer la capacité du LCMM à identifier des sous-groupes de trajectoires de ROX index les 48h premières heures d'un traumatisme thoracique.

Matériel/méthode : Il s'agit d'une étude observationnelle, rétrospective et monocentrique, réalisée au CHU de Poitiers entre janvier 2018 et décembre 2022, qui s'intéresse aux patients traumatisés thoraciques admis en réanimation chirurgicale (exclusion des patients intubés et ventilés à l'admission). Le ROX index décrit comme le ratio SpO2/FiO2 sur FR, était récupéré à H0, 4, 12, 24 et 48 de l'admission, puis une analyse via le modèle mixte à classes latentes a été utilisé pour définir des trajectoires de ROX index.

Résultats : Nous avons pu déterminer 3 trajectoires de ROX index, avec des RI significativement plus faibles dans la classe 3 (14.4 [10.58, 17.41], p > 0,0001). Concernant les critères de jugements secondaires, il n'y avait pas de différence sur l'atteinte thoracique, ni sur le score TTSS. On retrouvait un taux d'intubation plus élevée dans la classe 3 ainsi que des scores de Glasgow plus faible à l'admission dans cette même classe.

Conclusion : Notre étude met en évidence une hétérogénéité d'évolution du ROX index dans les suites d'une admission pour traumatisme thoracique, avec 3 trajectoires différentes ; nous permettant d'identifier des sous-groupes de patients selon certains facteurs.

Mots clé : ROX index, Traumatisme thoracique, TTSS, LCMM, ICU