

Année 2024/2025

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

Diplôme d'État

par

Marine BOITEL

Née le 17 septembre 1997 à Boulogne-sur-Mer (62)

Évaluation des performances de l'Hypotension Prediction Index dans les hépatectomies majeures

Présentée et soutenue publiquement le **23 octobre 2025** devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Éric LEVESQUE, Anesthésiologie et Réanimation,
CHU Tours

Membres du Jury :

Professeur Ephrem SALAMÉ, Chirurgie digestive, CHU Tours

Docteure Isaure BRETEAU, Anesthésiologie et Réanimation, PH – CHU Tours

Docteur Benoit GILLE, Anesthésiologie et Réanimation, PH – CHU Tours

**Directeur de thèse : Docteur Raphaël DENHAUT, Anesthésiologie et
Réanimation, PH – CHU Tours**

**Évaluation des performances de l'Hypotension Prediction
Index dans les hépatectomies majeures**

RESUMÉ

Introduction :

Les hypotensions artérielles au cours des hépatectomies majeures sont le plus souvent dues aux pertes sanguines et/ou à une vasoplégie périphérique induite par les déclampages pédiculaires. Le temps total d'hypotension est directement corrélé aux complications post opératoires. Nous proposons d'évaluer les performances de l'index HPI (Hypotension Prediction Index – HemoSphere - Edwards®) pour prédire la survenue d'épisodes hypotensifs lors d'hépatectomies majeures.

Matériel et méthodes :

Il s'agit d'une étude prospective, observationnelle menée au CHU de Tours de juin 2024 à mars 2025, incluant des patients programmés pour une hépatectomie majeure. La valeur de HPI était enregistrée toutes les 20 secondes durant toute la durée opératoire. Un premier groupe de mesures étudiait les événements hypotensifs liés exclusivement aux pertes sanguines (avant tout déclampage), et un deuxième groupe de mesures étudiait les événements hypotensifs pendant les 15 minutes suivant un déclampage pédiculaire correspondant aux événements liés à un certain degré de vasoplégie. La performance de HPI pour prédire un événement hypotensif (défini par PAM < 65 mmHg > 1 minute) était évaluée à t-180s, t-120s et t-60s en amont d'un épisode hypotensif au moyen de courbes ROC. Un test de Delong était utilisé pour l'analyse comparative des performances des deux groupes.

Résultats :

21 patients ont été inclus. Au total, 3384 valeurs HPI ont été analysées. 66 épisodes hypotensifs ont été relevés dans groupe 1, 25 dans le groupe 2. Dans le groupe 1, à t-60s l'aire sous la courbe (AUC) était de 0,93, à t-120s l'AUC était de 0.85, à t-180s l'AUC était de 0.77. Dans le groupe 2, à t-60s l'aire sous la courbe (AUC) était de 0,90, à t-120s l'AUC était de 0.84, à t-180s l'AUC était de 0.80. Aucune différence significative entre les 2 groupes n'a été observée (p=0.95,0.98,0.99 respectivement pour t-60s, t-120s, t-180s).

Conclusion :

Le HPI permet de prédire de manière fiable les hypotensions à t-60s, t-120s et t-180s dans les hépatectomies majeures quel que soit le mécanisme de l'hypotension (hypovolémie vraie ou vasoplégie).

Mots-clés : Hépatectomie majeure – Hypotension Prediction Index - HPI

**Evaluation of the Hypotension Prediction Index
performances in the major hepatectomies**

ABSTRACT

Introduction:

Arterial hypotension during major hepatectomies is most often related to blood loss and/or peripheral vasoplegia induced by pedicle unclamping. The total duration of hypotension is directly correlated with postoperative complications. We aimed to evaluate the performance of the Hypotension Prediction Index (HPI, HemoSphere – Edwards®) in predicting hypotensive episodes during major hepatectomies.

Methods:

This was a prospective, observational study conducted at Tours University Hospital between June 2024 and March 2025, including patients scheduled for major hepatectomy. HPI values were recorded every 20 seconds throughout the procedure. Two groups of events were analyzed: Group 1 included hypotensive episodes occurring before any pedicle unclamping (predominantly blood loss-related), and Group 2 included episodes occurring within 15 minutes after pedicle unclamping (corresponding to vasoplegia-related events). HPI performance for predicting hypotension (defined as mean arterial pressure [MAP] < 65 mmHg lasting > 1 minute) was assessed at t–180 s, t–120 s, and t–60 s before each event using ROC curves. The DeLong test was used for comparative analysis between groups.

Results:

Twenty-one patients were included. A total of 3384 HPI values were analyzed. Sixty-six hypotensive episodes were identified in Group 1, and 25 in Group 2. In Group 1, AUC values were 0.93 at t–60 s, 0.85 at t–120 s, and 0.77 at t–180 s. In Group 2, AUC values were 0.90 at t–60 s, 0.84 at t–120 s, and 0.80 at t–180 s. No significant differences were observed between the two groups ($p = 0.95, 0.98, 0.99$ at t–60 s, t–120 s, and t–180 s, respectively).

Conclusion:

HPI reliably predicts hypotension at t–60 s, t–120 s, and t–180 s during major hepatectomies, regardless of the underlying mechanism (true hypovolemia or vasoplegia).

Keywords: Major hepatectomy – Hypotension Prediction Index – HPI

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ARA2: antagonistes des récepteurs de l'angiotensine 2

AUC : area under cover

DC : débit cardiaque

dP/dt : pente systolique

Ea_{dyn} : élastance artérielle dynamique

EHT : épisode d'hypotension artérielle

HPI : Hypotension Prediction Index

IC : index cardiaque

IEC : inhibiteurs de l'enzyme de conversion

PAD : pression artérielle diastolique

PAM : pression artérielle moyenne

PAS : pression artérielle systolique

PVC : pression veineuse centrale

RVS : résistances vasculaires systémiques

RVSI : résistances vasculaires systémiques indexées

VES : volume d'éjection systolique

VESI : volume d'éjection indexé

VVE : variation du volume d'éjection

VPP : variation de la pression pulsée

UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr Denis ANGOULVANT

VICE-DOYEN

Pr David BAKHOS

ASSESSEURS

Pr Philippe GATAULT, *Pédagogie*
Pr Alexandra AUDEMARD-VERGER, *Relations internationales*
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*
Pr Pierre-Henri DUCLUZEAU, *Formation Médicale Continue*
Pr Hélène BLASCO, *Recherche*
Pr Pauline SAINT-MARTIN, *Vie étudiante*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Carole ACCOLAS

DOYENS HONORAIRES

Pr Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (†) – 1966-1972
Pr André GOUAZE (†) – 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014
Pr Patrice DIOT – 2014-2024

PROFESSEURS EMERITES

Pr Gilles BODY
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Patrice DIOT
Pr Luc FAVARD
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Gilles PAINAUD
Pr Frédéric PATAT
Pr Loïc VAILLANT

PROFESSEURS HONORAIRES

D.ALISON – P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – M. AUPART – A. AUTRET – D. BABUTY – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – G. CALAIS – L. CASTELLANI – J. CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – P. DUMONT – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – G. LORETTE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAIN – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – D. PERROTIN – L. POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – P. ROSSET – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AMELOT Aymeric	Neurochirurgie
ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUDEMARD-VERGER Alexandra.....	Médecine interne
BACLE Guillaume.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora.....	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne	Cardiologie
BISSON Arnaud	Cardiologie
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène.....	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique.....	Physiologie
BOULOUIS Grégoire	Radiologie et imagerie médicale
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRUNAUT Paul.....	Psychiatrie d'adultes, addictologie
BRUNEREAU Laurent.....	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CAILLE Agnès	Biostat., informatique médical et technologies de communication
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo.....	Rhumatologie
CHAUMIER François.....	Médecine palliative
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
DE LUCA Arnaud.....	Nutrition
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESMIDT Thomas.....	Psychiatrie
DESOUBEUX Guillaume	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DI GUISTO Caroline.....	Gynécologie obstétrique
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EHRMANN Stephan	Médecine intensive – réanimation
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
ELKRIEF Laure	Hépatologie – gastroentérologie
ESPITALIER Fabien.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FOUGERE Bertrand	Gériatrie et biologie du vieillissement
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
GATAULT Philippe	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GUERIF Fabrice	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLON Antoine	Médecine intensive – réanimation
GUILLON-GRAMMATICO Leslie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel.....	Thérapeutique
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
JOUAN Youenn.....	Médecine intensive-réanimation
KERVARREC Thibault.....	Anatomie et cytologie pathologiques
LABARTHE François	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd.....	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique.....	Bactériologie-virologie

LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LE NAIL Louis-Romée	Cancérologie, radiothérapie
LECOMTE Thierry	Gastroentérologie, hépatologie
LEDUCQ Sophie	Dermatologie
LEFORT Bruno.....	Pédiatrie
LEGRAS Antoine	Chirurgie thoracique
LEMAIGNEN Adrien	Maladies infectieuses
LESCANNE Emmanuel	Oto-rhino-laryngologie
LEVESQUE Éric	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain	Pneumologie
MARRET Henri	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine	Pédiatrie
MOREL Baptiste.....	Radiologie pédiatrique
MORINIERE Sylvain	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis.....	Rhumatologie
ODENT Thierry	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna	Gynécologie-obstétrique
PARE Arnaud	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PASI Marco.....	Neurologie
PERROTIN Franck.....	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean.....	Ophtalmologie
PLANTIER Laurent	Physiologie
REMERAND Francis.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe.....	Biologie cellulaire
RUSCH Emmanuel	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem.....	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab	Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET-BIGOT Bénédicte.....	Thérapeutique
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
VOURC'H Patrick.....	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre
PAUTRAT Maxime

PROFESSEURS ASSOCIES

BARBEAU Ludivine Médecine Générale || LIMA MALDONADO Igor..... | Anatomie |
MALLET Donatien.....	Soins palliatifs
SAMKO Boris.....	Médecine générale
RUIZ Christophe	Médecine générale

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

CANCEL Mathilde	Cancérologie, radiothérapie
CHESNAY Adélaïde	Parasitologie et mycologie
DE FREMINVILLE Jean-Baptiste	Cardiologie
DOMELIER Anne-Sophie	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane	Biophysique et médecine nucléaire
EYMIEUX Sébastien	Biologie cellulaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie	Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas	Pédopsychiatrie
GOUILLEUX Valérie	Immunologie
HOARAU Cyrille	Immunologie
KHANNA Raoul Kanav	Ophtalmologie
LE GUELLEC Chantal	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LE TILLY Olivier	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEJEUNE Julien	Hématologie, transfusion
LEROY Victoire	Médecine interne
MORICE Anne	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MOUMNEH Thomas	Médecine d'urgence
PASTUSZKA Adeline	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
PIVER Éric	Biochimie et biologie moléculaire
RAVALET Noémie	Hématologie, transfusion
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl	Bactériologie
TERNANT David	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VALLET Nicolas	Hématologie, transfusion
VAYNE Caroline	Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia	Neurosciences
AUBRY Jean-Denis	Sciences infirmières
BLANC Romuald	Orthophonie
EL AKIKI Carole	Orthophonie
NICOGLLOU Antonine	Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

AUMARECHAL Alain	Médecine Générale
BALAND Thierry	Médecine Générale
CHALEIX Lysiane	Médecine Générale
CHAMANT Christelle	Médecine Générale
DUMAS Adrien	Médecine Générale
ETTORI Isabelle	Médecine Générale
MOLINA Valérie	Médecine Générale
PHILIPPE Laurence	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BLOCH Solal	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUTIN Hervé.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoit.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
DE ROCQUIGNY Hugues.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe	Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOMOT Marie	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GOUILLEUX Fabrice	Directeur de Recherche CNRS – UMR Inserm 1100
GUEGUINOU Maxime	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HAASE Georg.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
HENRI Sandrine	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LABOUTE Thibaut.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LATINUS Marianne	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LE MERRER Julie	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
SECHER Thomas.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SI TAHAR Mustapha.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille	Directeur de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
TANTI Arnaud	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
WARDAK Claire	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'éthique médicale

BIRMELE Béatrice.....	Praticien Hospitalier
LEONARD Thomas.....	Praticien Hospitalier

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc	Praticien Hospitalier
--------------------	-----------------------

Pour l'orthophonie

BATAILLE Magalie.....	Orthophoniste
CABANNE-Hardy Marie-Charlotte	Orthophoniste
CLOUTOUR Nathalie	Orthophoniste
CORBINEAU Mathilde	Orthophoniste
GLAIE Axelle	Orthophoniste
HARIVEL OUALLI Ingrid	Orthophoniste
IMBERT Mélanie.....	Orthophoniste
MORIN Eléonore.....	Orthophoniste
NAL Emmanuel.....	Praticien Hospitalier
PILLER Anne-Gaëlle.....	Orthophoniste
PUJOLE Dorine.....	Orthophoniste
ROUVRE Olivier	Orthophoniste
SIZARET Eva	Orthophoniste
TAMIATTO Zinaida	Orthophoniste

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....	Orthoptiste
SALAME Najwa.....	Orthoptiste

Pour la santé au travail

MONMOUSSEAU Fanny	Praticien Hospitalier
NGUYEN Duc Qui	Dirigeant d'entreprise

Pour la Médecine Générale

LOISON Clotilde.....	Médecin Généraliste
----------------------	---------------------

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des enseignants et enseignantes
de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition 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 aux indigents,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis(e) 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(euse) et reconnaissant(e) envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs parents.

Que les hommes et les femmes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert(e) d'opprobre
et méprisé(e) de mes confrères et consœurs
si j'y manque.

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury,

Au président du jury, **Monsieur le Professeur Éric LEVESQUE,**

Je vous remercie d'avoir accepté de présider ce jury. Je suis profondément reconnaissante pour vos enseignements, la richesse de vos remarques et l'accompagnement bienveillant dont vous m'avez fait bénéficier tout au long de mon internat. Vous m'avez transmis non seulement vos connaissances, mais aussi votre passion pour l'anesthésie-réanimation en chirurgie hépatique, et cela restera pour moi une source d'inspiration. J'ai eu un réel plaisir à apprendre à travers votre regard à la fois exigeant, critique et empreint d'humour.

A mon directeur de thèse, **Monsieur le Docteur Raphaël DENHAUT,**

Je te remercie de la confiance que tu m'as accordé pour la réalisation de ce travail de thèse. J'ai pris plaisir à mener ce projet de recherche sous ta supervision. Merci pour ta disponibilité, ton aide précieuse et tes encouragements tout au long de cette préparation. Je tiens aussi à te remercier pour les enseignements transmis durant mon stage en anesthésie au bloc de chirurgie digestive, où j'ai hâte de revenir travailler.

A Monsieur le Professeur Ephrem SALAMÉ,

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant d'évaluer ce travail et d'y apporter votre regard de chirurgien. Je suis également très reconnaissante pour vos explications et vos enseignements lors des blocs de chirurgie hépatique, qui ont été particulièrement précieux et enrichissants pour la réalisation de cette thèse.

A Madame la Docteure Isaure BRETEAU,

Je te remercie de l'honneur que tu me fais en acceptant d'évaluer ce travail. Je tiens aussi à te remercier pour ton premier appel, rassurant et bienveillant, alors que nous ne nous connaissions pas encore. Merci pour tes enseignements, ton écoute et ta gentillesse. Je garde le souvenir précieux de nos gardes ensemble, riches en apprentissages, et qui se terminaient par le calcul de notre fameux « biliscore ».

A Monsieur le Docteur Benoit GILLE,

Merci de me faire l'honneur de juger ce travail. Merci pour toutes ces « interros surprises » au bloc sur l'hémodynamique et sur l'anesthésie digestive, qui ont éveillé chez moi l'envie d'en apprendre davantage. J'avoue avoir presque hâte de découvrir les questions que tu me réserveras à propos de cette thèse. Enfin, merci pour la confiance que tu m'as témoigné tout au long de mon stage d'anesthésie.

Aux différentes équipes qui m'ont guidée et soutenue avec bienveillance,

Aux équipes du CHU d'Angers,

Aux médecins et internes qui m'ont encadrée durant mon externat à Angers. Un merci spécial aux **Docteur JULIEN** et **Docteur KOUATCHET**, qui m'ont fait découvrir la réanimation et m'ont transmis leur passion pour cette spécialité. Un merci particulier à **Ali, Sarah, Alice** et **Clémence**, pour vos enseignements et la transmission de votre plaisir à apprendre aux plus jeunes.

A l'équipe du service de Médecine Intensive Réanimation du CHU de Tours,

Aux **Professeurs DEQUIN, GUILLON**, et **EHRMANN** et aux **Docteurs GARROT, LEGRAS, LARRAT, MERCIER, SALMON, BODET-CONTENTIN, CIBRON, JACQUIER**. Vous m'avez vu faire mes premiers pas en tant qu'interne et vous m'avez très rapidement accordé votre confiance. Ce fut un plaisir d'apprendre à vos côtés. Merci au **Professeur GUILLON** de m'avoir accompagnée dans mon changement de spécialité.

A l'équipe paramédicale, merci pour votre patience, votre bonne humeur et votre aide constante au cours de la dure période de pandémie COVID.

A l'équipe d'anesthésie de Blois,

Aux **Docteurs DARMON, LEMASLE, CAMOZZI, GUILLEM, VECTEN, AKACHAT, TEUTSCH, AUBERT, ROCHON**. Merci pour vos apprentissages théoriques et pratiques. Grâce à vous, j'ai pu découvrir au cours de mon deuxième semestre une magnifique spécialité qu'est l'anesthésie. Votre soutien et votre confiance m'ont accompagnée dans ma décision de changement de spécialité pour l'anesthésie-réanimation. Je suis heureuse de vous avoir rencontrés car je ne serai pas là sans vous.

A l'équipe paramédicale, merci pour votre patience lors de mes premières tentatives de perfusion ou d'intubation. Merci pour vos précieux conseils. **Hervé**, tu as été un vrai papa de l'anesthésie pour moi. **Karine**, ma mère du bloc, merci pour tous nos fous rires pendant les gardes et pour toutes tes attentions. **Constance** et **Marie**, merci, une véritable amitié s'est créée entre nous, nous avons grandi ensemble et j'ai hâte de vous retrouver à Trousseau.

A l'équipe du service d'infectiologie du CHU de Tours,

Au **Professeur LEMAIGNEN** et aux **Docteurs JAMARD, LACASSE, PETIT, BOUCAUD, BASTIDES, CARVALHO**. L'infectiologie était une spécialité étrangère pour moi mais vous m'avez énormément appris pendant ces 6 mois avec beaucoup de patience et de bienveillance. Merci au Docteur **JAMARD** pour ta pédagogie, pour ta gentillesse et pour tous les petits déjeuners « au standard d'infectio ».

A l'équipe paramédicale, merci pour votre accompagnement. Merci de m'avoir incitée à rentrer chez moi quand il était trop tard.

A l'équipe du service d'anesthésie d'Orthopédie-Vasculaire-Thoracique du CHU de Tours,

Au **Professeur REMERAND**, **Docteurs TRICOCHÉ, LUCAS, POISSON, NORMAND, GAROIS, CHOPIN, CHATEAUNEUF**. Merci pour votre accueil et votre bienveillance. Ce fut mon premier stage d'anesthésie en tant qu'interne d'anesthésie officiellement. Vous m'avez transmis vos connaissances avec beaucoup de patience et vous m'avez aidée à prendre confiance en moi pour les gestes techniques. J'ai hâte de travailler à nouveau avec vous quand je serai docteure junior.

A l'équipe du service d'anesthésie de la Maternité du CHU de Tours,

Au **Professeur LAFFON** et aux **Docteurs APARASCHIVEI, ANDRIANASOLO, ABIDI, PENVEN, KHEDHRI**. Merci pour vos enseignements et votre confiance au cours de ces trois mois. J'ai toujours plaisir à revenir vous retrouver au cours des gardes à la maternité.

Merci à l'équipe paramédicale pour votre aide et pour vos attentions.

A l'équipe du service de Réanimation chirurgicale du CHU de Tours,

Au **Professeur LEVESQUE** et aux **Docteurs BRETEAU, BARBAZ, TELLIER, CAILLOCE, CALLES, GUENDIL, MERIENNE, HAOUACH**. Merci pour votre accompagnement. Ces six mois furent riches en apprentissages et furent un tournant dans mon évolution d'interne de réanimation.

Merci à l'équipe paramédicale pour votre jovialité et vos attentions. Une pensée particulière pour l'équipe de nuit avec qui j'avais plaisir à discuter au lieu d'aller me reposer.

A l'équipe du service d'anesthésie de Chirurgie digestive et Maxillo-Faciale du CHU de Tours,

Au **Professeur LEVESQUE** et aux **Docteurs DENHAUT, GILLE, LAROUSSE, LE PAGE, PUJOL, PAVIE, VILLEGER, RAVAU, HAFSI, GALATAUD, DUBOST**. Merci pour vos enseignements et pour l'autonomie que vous m'avez accordé progressivement. Merci également de m'avoir fait confiance et de m'avoir permis de mettre le dispositif Acumen IQ lors des hépatectomies majeures.

Aux IADE du bloc 3^e que j'avais rencontrés lors de mon stage en orthopédie et que j'ai pu recroiser au cours de ces six mois, un grand merci. Ce fut un réel plaisir d'apprendre à vos côtés. **Marie-Pierre** et **Françoise** merci pour tous vos précieux conseils, et ce, toujours dans la bonne humeur, j'ai de super souvenirs de nos gardes passées ensemble. **François** et **Patricia**, merci pour vos enseignements et pour tous nos fous rires en PMF.

A l'équipe du service de Réanimation traumatologique et Brûlés du CHU de Tours,

Aux **Docteurs COHEN, CHASSIER, MIGUEL-MONTANES, ABBACK, RAVAU, FERMIER, DUPUTIE, RABAU, OUHAMMOU**. Merci pour ces 6 mois intenses. Merci pour tous vos enseignements. **Claire**, tu m'as aidée à prendre confiance en moi et tu as su me consoler quand j'en avais besoin. **Hugues**, merci pour tes enseignements et pour ton écoute. **Inès, Germain** et **Sonia** merci pour vos enseignements, votre confiance et votre gentillesse.

Merci à l'équipe paramédicale, ce fut un plaisir de travailler avec vous pendant ces 6 mois.

A l'équipe du service d'anesthésie pédiatrique du CHU de Tours,

Aux **Docteurs ZEBOUCHI, BENARDEAU, SOULIER, MAROT, LEBRIN, MICHAUD, JABO-KAKO, CARIMALO, LAUDE**. Merci pour votre accompagnement et votre compréhension au cours de ce semestre riche en pressions : la découverte de l'anesthésie pédiatrique, l'examen de DES et la préparation de la thèse.

Merci à l'équipe paramédicale pour votre encadrement.

Au laboratoire Edwards,

Merci à **Madame PLAN** et **Monsieur VANDER-CRUYSSSEN** pour vos explications précises sur le dispositif HPI et pour votre accompagnement au cours de ce travail de thèse.

Aux patients,

Je souhaite vous adresser un merci tout particulier. Merci pour votre confiance, votre gentillesse et votre patience, qui rendent chaque rencontre précieuse. Prendre soin de vous et partager ces moments d'échange a été pour moi une source d'inspiration et de motivation tout au long de mon parcours. Vous êtes véritablement la raison qui m'a guidée vers ce métier, et je garde en mémoire nombreux de ces instants partagés.

Au Docteur BOURGES,

Un grand merci de m'avoir aidée à y voir plus clair quand tout me paraissait impossible. Vous avez su me mettre dans la bonne direction et je vous en suis infiniment reconnaissante.

A mes cointernes et externes, maintenant amis,

A ma promotion d'anesthésie-réanimation

Merci pour votre accueil au sein de votre grande famille. J'ai eu plaisir à apprendre à vos côtés. **Mathieu** et **Matthieu**, mes 2 co-M de la réa chir ; votre présence fut un véritable soutien au cours de ce semestre chargé. **Baptiste**, depuis notre rencontre en socle à Blois, on se suit quasiment partout et ça n'est pas près de s'arrêter ! J'ai hâte franchir l'étape du docteur junior à tes côtés. **Chloé** et **Agathe**, merci pour toutes ces restos et soirées ayant ponctué nos journées de stage. **Audric** et **Raphaël**, merci pour toutes nos discussions scientifiques et parfois moins scientifiques autour de Menthe pastille (grâce à vous j'ai étoffé mon registre d'expressions). **Louise**, **Lucie** et **Paul**, vous avez été de belles rencontres au cours du semestre de pédiatrie, merci pour ces afterworks et ces sessions révisions ; ce semestre n'aurait pas eu le même goût sans vous. **LouSa**, ce fut un plaisir de retrouver une autre angevine au sein de la promo, merci pour ta gentillesse. **Alexandra**, merci pour ta bienveillance et ton humour. **Clément**, **Julien**, **Sébastien** et **Alexis**, nous n'avons pas fait de stage ensemble, mais ce fut un plaisir de vous rencontrer et d'apprendre à vos côtés.

A mes cointernes aînés d'anesthésie-réanimation, maintenant docteurs

Merci à tous ceux que j'ai pu croiser au cours des stages. **Germain** et **Gatien**, merci beaucoup pour votre accompagnement lors de mon premier semestre, vous avez été comme des grands frères pour moi. **Elodie**, merci beaucoup pour ta gentillesse, ton écoute et tous ces fous rires au cours de nos covoiturages richois : tu as été un modèle pour moi. **Clément**, merci pour ta bonne humeur et ton aide pour le recueil des hépatectomies majeures. **Anne**, un grand merci pour le stage en URTC qui fut exceptionnel grâce à l'ambiance que tu y as mise ; tu as été un superbe exemple de docteur junior.

A mes cointernes cadets d'anesthésie-réanimation

Merci à vous pour tous ces moments en stage passés ensemble. **Camille** et **Quentin**, merci pour ces trois mois à la maternité ensemble. **Yoan**, **Anatole** et **Capucine**, merci pour le stage à Trousseau passés ensemble. **Riwanon**, merci pour ta gentillesse et ta pétillance, ce fut un plaisir d'être cointerne avec toi. **Achille**, merci pour toutes nos riches discussions dans le bureau après les journées de blocs. **Mathilde**, merci pour ta gentillesse et ta douceur. **Adrian**, merci beaucoup pour ta gentillesse et tes attentions, les deux stages de réa passés avec toi sont pour moi de supers souvenirs gravés dans ma mémoire. **Emma**, on ne se connaissait

pas avant l'URTC, et pourtant dès le premier jour j'ai eu l'impression de te connaître depuis toujours ; merci pour tous les fous rires et tous les tunnels.

A ma promotion de MIR

Albanne, Julien, Timothée et Benjamin. Merci pour nos moments partagés.

A mes cointernes de spécialités médicales ou chirurgicales croisés lors des stages,

Areti, merci de m'avoir si bien épaulée au cours de mon premier semestre et merci pour ta douceur.

Wiame, merci pour ce semestre à Blois dans notre super EHPAD. Je garde un très bon souvenir de nos lendemains de garde au lac à manger les meilleurs burgers de la ville.

Clara, merci pour tous nos moments passés ensemble à Blois et à Tours.

Alexia, merci pour ta gentillesse, ta bonne humeur et toutes nos soirées.

Leslie, PE, Adrien, Kim et Claire, merci beaucoup pour le semestre d'infectio. On aura bien rigolé au « standard ».

Robin, merci pour ta bonne humeur en toutes circonstances en URTC et toutes nos longues discussions sur le parking de Trousseau. Ce fut un réel plaisir d'être cointernes ensemble. Je trouve que c'est une belle symbolique que nous soutenions notre thèse le même jour, je te souhaite beaucoup de réussite et j'espère qu'on se retrouvera pour fêter ça ensemble.

A mes externes,

A tous les externes que j'ai pu croiser au cours de mon internat et qui m'ont aidée dans mes missions quotidiennes. Sans vous, ça n'aurait pas été si simple. J'ai pris plaisir à vous transmettre mes connaissances. **Romane, Gatien, Liséa, Gabriel, Romain, Camille, Sophie** et **Ségoène**, merci, vous fûtes de superbes rencontres.

A mes amis,

A mes amis de lycée, la Team Youyou.

Merci pour votre soutien depuis toujours. Merci d'avoir compris sans jugement mes absences fréquentes à cause des études. Je suis heureuse de voir que rien n'a changé après plus de 10 ans et de voir ce qu'on est tous devenu. **Alla-Maria**, merci pour ta gentillesse, notre émulation et toutes nos discussions sur les cours et sur le lycée. **Marine**, merci pour ta pétillance et nos premières soirées passées ensemble. **Guilhem**, merci pour tout ... que de choses vécues ensemble depuis 13 ans : la classe euro, la vie à Brooks, la découverte de la Suisse, les soirées ... **Anatole**, merci pour toutes nos discussions enrichissantes et ton aide pour les DM de spé math. **Teddy**, merci pour tous ces bons moments passés ensemble au Mans, à Angers, à Tours et en Vendée, tu es un ami sur qui on peut toujours compter. **Bénédictte**, ma voisine de spé math préférée, merci pour nos rires et pour ton écoute quand j'en avais besoin. **Laura**, merci pour ta gentillesse et ton calme en toute situation. **Pauline** ou **Dr VIALARD**, on en a fait du chemin toutes les deux depuis la 1^{ère} S1 ! Ce fut une super expérience de découvrir la médecine à tes côtés. Merci de pouvoir compter sur toi à tout moment, et sache que je suis très honorée de pouvoir soutenir ma thèse devant toi.

A Gwladys,

Merci pour ton amitié précieuse dès Pluripass. J'ai une pensée pour ces deux jeunes étudiantes qui chronométraient leurs repas au RU de Saint Serge dans l'espoir d'obtenir le fameux Sésame. Malgré un environnement coriace, nous avons réussi !

A mes amis d'externat,

Merci pour ces quatre belles années. On a beaucoup travaillé mais on a aussi beaucoup ri.

Audrey, merci pour ta gentillesse et ton écoute, je garde des supers souvenirs de tous ces moments passés ensemble à Angers et en Martinique. **Alexandre**, merci pour tous ces rires lors repas au RU, c'était un vrai moment de détente grâce à toi entre deux sessions de révisions. **Yann**, merci pour ta gentillesse et tous ces moments passés ensemble aux quatre coins de la France. **Chloé**, merci pour ta jovialité, tu avais le don de savoir me déstresser. **Guillaume**, merci pour toutes nos discussions de stressés autour d'une bière. **Manon**, merci pour ton humour et tous nos délires.

A mes amis d'internat, la team JMCA,

Que de bons moments passés tous ensemble ... je n'aurai jamais pensé vivre tout ça !

Jean, merci pour ces soirées jusqu'à l'aube inoubliables depuis notre rencontre au bloc de Blois. **Matthieu**, merci pour ton écoute, ton calme olympien et toutes nos discussions autour d'une bonne bière. **Adrien**, merci pour ta gentillesse, ton écoute et tous ces moments passés ensemble à découvrir la vie nocturne tourangelle. **Marc**, merci pour ta bonne humeur constante et tous ces repas démesurés chez toi. **Amélie**, merci beaucoup pour ton dynamisme, le groupe n'existerait pas sans toi, et ça merci. Merci aussi pour toutes tes attentions, ton écoute et tes bons conseils en toutes circonstances. Tu es une amie sincère. **Camille**, merci beaucoup d'avoir dansé avec moi à ce tonus ; nos deux passions nous ont réunies lors de cette soirée, la médecine et la danse ; quand je pense à tous ce qu'on a déjà vécu au cours de l'internat, j'ai hâte de connaître la suite. Merci de m'écouter quand je ressasse les mêmes inquiétudes personnelles ou professionnelles, tu es une superbe amie.

A ma famille,

A Mamie, Papi et Grand-Papa,

Merci pour votre tendresse quand j'étais petite. Merci d'avoir cru en moi. J'aurai tant aimé partager ce moment avec vous. Je vous embrasse fort et j'aurai une pensée pour vous.

A ma Tata-Yvette,

Merci pour le soutien que toi et **Tonton Daniel** me portaient depuis toujours. Ça a toujours été un plaisir de partager mes réussites avec vous. Soutenir ma thèse le jour de ton anniversaire me rend encore plus fière.

A la tribu H,

Thierry et Virginie, merci pour votre accompagnement dans les bons moments comme dans les mauvais moments. Merci d'être là encore une fois aujourd'hui. Merci à mes cousins **Hugo** et **Enzo**. Merci à toi ma **Lola** pour ton accueil à Tours quand je suis arrivée pour l'internat. Ce fut l'occasion de passer plus de temps entre cousines. Merci pour ton soutien depuis toujours.

*A ma **Tata**,*

Un grand merci pour ton accompagnement précieux au cours de ces années. Je te dois beaucoup pour cette réussite. Merci d'avoir pris soin de moi pendant toutes ces périodes de révisions et d'avoir compris les sacrifices que ça impliquait. Merci pour tous tes messages qui me faisaient une parenthèse au cours de mes révisions. Merci d'avoir toujours cru en moi.

*A mon cousin **Maxime** et mon parrain **Claude**,*

Merci à vous deux pour votre soutien. Merci d'avoir cru en moi, même à bord d'une voiture.

*A **Ena** et **Uska**,*

A mes deux boules de poils préférés, vous avez été mon réconfort pendant mes sessions de révisions. Vous êtes à jamais dans mon cœur.

*A ma **Maman**,*

A celle que j'ai tant chéri.

*A mon **Papa**,*

Merci pour tout, et ceci n'est qu'une litote. Tout ceci aurait été impossible sans toi, tu as été un des seuls à croire en moi et à me protéger. Tu as mis toutes les chances de mon côté au point de me faire passer avant toi. Tu répondais à tous mes appels et tu étais prêt à faire 2 heures de voiture si j'étais au fond du trou. Merci d'être mon père, être ta fille est un honneur chaque jour. J'espère être plus tard une aussi bonne parente que tu l'as été pour moi. Je te serai toujours infiniment reconnaissante.

*A ma sœur **Diane**,*

Merci pour tout. Tu es la meilleure sœur qu'on puisse souhaiter : attentionnée, à l'écoute, gentille, intelligente et rigolote. Merci pour tous les appels auxquels tu as pris le temps de répondre pour m'écouter me plaindre. Merci de t'être toujours réjouie pour moi. Merci d'avoir été ma soloc pendant ces deux années folles à Angers. Merci d'être toi.

« Il faut cultiver notre jardin »

Voltaire

TABLE DES MATIÈRES

RESUMÉ	3
ABSTRACT.....	5
LISTE DES ABRÉVIATIONS	6
REMERCIEMENTS.....	13
TABLE DES MATIÈRES	21
INTRODUCTION.....	22
MATÉRIEL ET METHODES.....	23
1. Méthodologie et critères d'inclusion.....	23
2. Critères de non-inclusion et d'exclusion	23
3. Protocole anesthésique.....	23
4. Recueil des données	24
5. Critère de jugement principal et analyse statistique	25
RÉSULTATS.....	26
DISCUSSION	34
CONCLUSION	36
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	37
ANNEXE 1: AFFICHAGE PROPOSÉ PAR LE MONITEUR HEMOSPHERE.....	40
ANNEXE 2: PARAMÈTRES HÉMODYNAMIQUES EXTRAITS DE L'HEMOSPHERE	41

INTRODUCTION

Au cours des hépatectomies majeures, les épisodes d'hypotension artérielle (EHT) constituent un événement fréquent et potentiellement délétère (1,2). Ils surviennent le plus souvent en raison de pertes sanguines (3,4) responsables d'une diminution de la précharge et du débit cardiaque, ou à l'occasion du déclampage pédiculaire (5–7), qui induit une vasoplégie systémique brutale liée au relargage de médiateurs inflammatoires et de métabolites acides (8–10). Ces mécanismes concourent à une baisse marquée des résistances vasculaires systémiques et de la pression artérielle moyenne (11,12).

Plusieurs études ont montré que la durée cumulée passée en hypotension peropératoire était fortement corrélée à l'incidence de complications postopératoires sévères, notamment d'insuffisance rénale aiguë et d'événements cardiovasculaires tels que l'infarctus du myocarde (13–16). La prévention et la limitation de ces épisodes représentent ainsi un objectif majeur de la prise en charge anesthésique et péri-opératoire (17–21). Dans ce contexte, la capacité à anticiper la survenue d'une hypotension revêt une importance particulière (22).

Le monitoring hémodynamique a récemment évolué avec le développement d'outils visant non plus seulement à décrire l'état hémodynamique, mais également à prédire les événements hypotensifs. L'*Hypotension Prediction Index* (HPI, Edwards Lifesciences®) constitue l'exemple le plus abouti de cette approche (23,24). Cet algorithme, dérivé de l'analyse de plus de 130 millions de cycles cardiaques, repose sur l'identification de 23 caractéristiques de l'onde de pouls associées à la survenue imminente d'hypotension (25,26). Actualisé toutes les 20 secondes, il délivre une valeur comprise entre 0 et 100, reflétant la probabilité d'un EHT. Une valeur ≥ 85 est considérée comme hautement prédictive et justifie la mise en œuvre précoce de mesures thérapeutiques. Dans les études initiales, HPI a montré une sensibilité et une spécificité de 0,92 pour prédire un épisode hypotensif à 5 minutes (25), et s'est avéré supérieur aux variables hémodynamiques statiques traditionnellement utilisées par les cliniciens (27).

La chirurgie hépatique majeure constitue un modèle particulièrement pertinent pour évaluer la performance de cet outil. En effet, les EHT y sont fréquents, d'origine hypovolémique lors des pertes sanguines, ou vasoplégique lors des déclampages pédiculaires (11,28). Dans ce contexte, l'HPI pourrait permettre d'anticiper ces épisodes et d'adapter précocement la stratégie thérapeutique, avec pour objectif final de réduire l'exposition totale à l'hypotension et, potentiellement, la morbidité postopératoire.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer les performances de l'HPI dans la prédiction des épisodes hypotensifs peropératoires au cours des hépatectomies majeures, qu'ils soient d'origine hypovolémique ou vasoplégique.

MATÉRIEL ET METHODES

1. Méthodologie et critères d'inclusion

Il s'agissait d'une étude prospective, observationnelle et monocentrique, conduite au CHU de Tours entre le 12 juin 2024 et le 3 mars 2025. Étaient inclus tous les patients adultes opérés d'une hépatectomie majeure, définie par une résection d'au moins trois segments hépatiques.

2. Critères de non-inclusion et d'exclusion

Les critères de non-inclusion étaient :

- âge inférieur à 18 ans,
- fibrillation auriculaire connue.

Les critères d'exclusion comprenaient :

- l'échec de mise en place du cathéter artériel,
- une résection inférieure à trois segments.

3. Protocole anesthésique

Après monitoring anesthésique standard et pré-oxygénation, l'anesthésie générale était induite par sufentanil (0,2 µg/kg), propofol (2–3 mg/kg) et atracurium (0,5 mg/kg). Après intubation, l'entretien anesthésique était assuré par inhalation de sévoflurane, avec administration intermittente de sufentanil et d'atracurium pour l'analgésie et la curarisation.

Un cathéter artériel radial gauche était systématiquement mis en place pour le monitoring continu de la pression artérielle. Ce dispositif était relié au capteur **Acumen IQ Sensor®** (Edwards Lifesciences), lui-même connecté au moniteur multiparamétrique et au système **HemoSphere®**.

Par convention, une valeur fixe de pression veineuse centrale (PVC) de 5 mmHg était attribuée à l'ensemble des patients. La prise en charge hémodynamique peropératoire était laissée à l'appréciation de l'anesthésiste en charge, sans accès aux valeurs de l'HPI.

4. Recueil des données

Les patients avaient reçu une information préalable en consultation pré-anesthésique, et leur non-opposition à la participation était vérifiée conformément à la réglementation en vigueur. L'ensemble des données était anonymisé. Le recueil était réalisé par un investigateur indépendant, distinct de l'anesthésiste en charge du patient.

a. Caractéristiques démographiques, médicales et chirurgicales

Les paramètres collectés à partir du Dossier Patient Partagé et de la feuille anesthésique comprenaient :

- **données démographiques** : âge, sexe, IMC, score ASA ;
- **antécédents médicaux** : cardiopathie, hypertension artérielle, hépatopathie, insuffisance rénale chronique, traitement par IEC ou ARA2 ;
- **caractéristiques chirurgicales** : indication opératoire, type d'hépatectomie, voie d'abord ;
- **données peropératoires** : durée opératoire, nombre et durée des clampages pédiculaires, pertes sanguines estimées, transfusions (concentrés globulaires, plasma frais congelé, plaquettes), remplissage vasculaire (cristalloïdes/colloïdes, avec horaires et volumes).

b. Données hémodynamiques

Les paramètres hémodynamiques étaient enregistrés toutes les 20 secondes via le moniteur **HemoSphere®** (Annexe 1), puis exportés sur une feuille de calcul en fin d'intervention (Annexe 2). Les variables recueillies étaient :

- débit cardiaque (DC) et index cardiaque (IC),
- volume d'éjection systolique (VES) et indexé (VESI),
- *Hypotension Prediction Index* (HPI),
- fréquence cardiaque (FC),
- pressions artérielles systolique, diastolique et moyenne (PAS, PAD, PAM),
- résistances vasculaires systémiques (RVS) et indexées (RVSI),
- variation du volume d'éjection (VVE), variation de la pression pulsée (VPP),
- pente systolique (dP/dt),
- élastance artérielle dynamique (Eadyn).

5. Critère de jugement principal et analyse statistique

Le critère de jugement principal était la performance de l'HPI dans la prédiction d'un épisode hypotensif (EHT), défini par une PAM ≤ 65 mmHg persistant au moins une minute. Les valeurs d'HPI à t-60 s, t-120 s et t-180 s avant chaque EHT étaient extraites.

Deux situations étaient distinguées :

1. Les EHT survenant **avant tout déclampage pédiculaire**, considérés comme principalement liés à une hypovolémie secondaire aux pertes sanguines ;
2. Les EHT survenant **dans les 15 minutes suivant un déclampage**, attribués à la vasoplégie induite par le relargage de médiateurs inflammatoires et métaboliques.

Le degré de vasoplégie était exploré par la comparaison des valeurs médianes de RVSI 15 minutes avant et après chaque déclampage (test non paramétrique de Mann-Whitney).

Pour chacun de ces contextes, la sensibilité, la spécificité et l'aire sous la courbe ROC (AUC) de l'HPI étaient calculées à t-60 s, t-120 s et t-180 s. La comparaison des AUC était réalisée à l'aide du test de DeLong.

RÉSULTATS

Vingt-et-un patients programmés pour une hépatectomie majeure ont été initialement inclus. Onze patients ont été exclus : trois en raison de l'absence de résection hépatique du fait de la découverte peropératoire d'un foie non résécable (cirrhose avancée ou extension tumorale), sept du fait d'une résection finalement inférieure à trois segments, et un patient en raison d'une impossibilité de récupération des données hémodynamiques sur le système HemoSphere®. Les caractéristiques démographiques et médicales des patients analysés sont présentées dans le **tableau 1**.

Au total, 3384 valeurs d'HPI ont été recueillies et analysées.

Dans le groupe *avant déclampage* (**tableau 2, figures 1–3**), 66 épisodes hypotensifs ont été identifiés correspondant à une durée totale de 96 minutes (moyenne : 9.6 min). À t–60 s, HPI présentait une sensibilité de 83 %, une spécificité de 89 % et une AUC de 0,93 pour un seuil optimal fixé à 96. À t–120 s, la sensibilité était de 78 %, la spécificité de 74 % et l'AUC de 0,85 pour un seuil optimal de 81. Enfin, à t–180 s, la sensibilité atteignait 95 %, la spécificité 50 % et l'AUC était de 0,78 pour un seuil optimal de 43.

Dans le groupe *après déclampage* (**tableau 3, figures 4–6**), 25 épisodes hypotensifs ont été identifiés correspondant à une durée totale de 13.7 minutes (moyenne : 2.7 min). À t–60 s, HPI présentait une sensibilité de 88 %, une spécificité de 84 % et une AUC de 0,90 pour un seuil de 95. À t–120 s, la sensibilité était de 96 %, la spécificité de 51 % et l'AUC de 0,84 pour un seuil de 65. Enfin, à t–180 s, la sensibilité atteignait 100 %, la spécificité 56 % et l'AUC était de 0,80 pour un seuil optimal de 65.

Les valeurs des RVSI étaient significativement plus basses après déclampage, $p < 0.01$ (**figure 10**).

La comparaison des performances de l'HPI entre les deux groupes ne montrait pas de différence significative, que ce soit à t–60 s ($p = 0,96$), t–120 s ($p = 0,98$) ou t–180 s ($p = 0,99$) (**tableau 4, figures 7–9**).

TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques démographiques, médicales, chirurgicales et anesthésiques

		Tous patients (n=10)
CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES		
Sexe masculin*		7 (70)
Age (années)		65,6 +/- 12,8
IMC (kg/m ²)		25,0 +/- 4,5
Score ASA*		
2		5 (50)
3		5 (50)
CARACTERISTIQUES MEDICALES		
Cardiopathie*		0 (0)
Hypertension artérielle*		5 (50)
Hépatopathie sous-jacente*		4 (40)
Insuffisance rénale chronique*		3 (30)
Traitement par IEC ou ARA2*		4 (40)
CARACTERISTIQUES CHIRURGICALES		
Indication de l'hépatectomie majeure*		
Métastase		3 (30)
Carcinome hépatocellulaire		4 (40)
Cholangiocarcinome		2 (20)
Tumeur bénigne		1 (10)
Type d'hépatectomie majeure*		
Hépatectomie droite		6 (60)
Hépatectomie gauche		4 (40)
Abord chirurgical*		
Coelioscopie		4 (40)
Laparotomie		6 (60)
Temps opératoire (min)		246,5 +/- 136,3
Nombre de clampages <i>n</i> =5		2,6 +/- 1,8
Durée moyenne des clampages (min) <i>n</i> =5		19,2 +/- 11,0
Pertes sanguines estimées (ml)		960,0 +/- 830,3
CARACTERISTIQUES ANESTHESIQUES		
Remplissage vasculaire et transfusion		
Cristalloïdes (ml)		1840,0 +/- 761,9
Colloïdes (ml)		250,0 +/- 353,6
Concentré globulaire (unité)		1,1 +/- 1,5
Plasma frais congelé (unité)		0,2 +/- 0,6
Concentré plaquettaire (unité)		0

*Données exprimées en moyenne +/- écart-type sauf *: données exprimées en nombre (% du total)
IMC : Index de Masse Corporelle ; IEC : inhibiteur de l'enzyme de conversion ; ARA2 : antagonistes des récepteurs de l'angiotensine 2*

Tableau 2. Performances HPI - Avant déclampage

t	AUC	Meilleur HPI	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
t-60s	0,934	96	83,3	89,7
t-120s	0,85	81	78,5	74,4
t-180s	0,774	43	95,4	50,9

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

Tableau 3. Performances HPI - Après déclampage

t	AUC	Meilleur HPI	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
t-60s	0,899	95	88%	84,8%
t-120s	0,838	65	95,8%	55,1%
t-180s	0,802	65	100%	55,9%

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

Tableau 4. Comparaison des performances HPI : Avant vs après déclampage

t	AUC HPI avant déclampage	AUC HPI après déclampage	Différence AUC avant- AUC après (IC 95%)	p-value*
t -60s	0,934	0,899	- 0,035 (-0,116 ; 0,027)	0,958
t -120s	0,849	0,838	- 0,011 (-0,087 ; 0,063)	0,978
t -180s	0,774	0,802	- 0,028 (-0,044 ; 0,103)	0,988

*AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index ; * :Test de Delong*

FIGURES

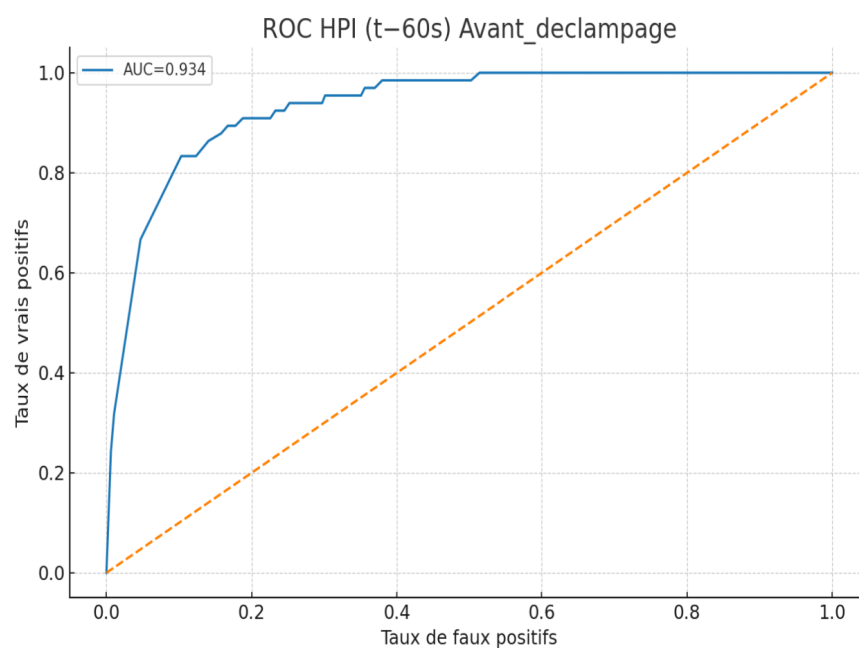


Figure 1. Courbe ROC de l'HPI à t-60 secondes avant déclampage pédiculaire.

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

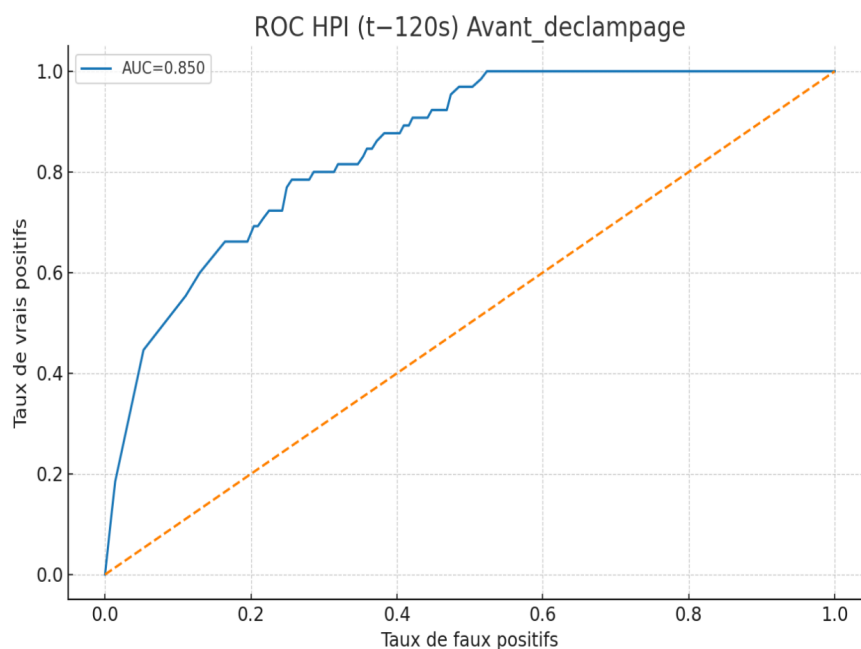


Figure 2. Courbe ROC de l'HPI à t-120 secondes avant déclampage pédiculaire

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

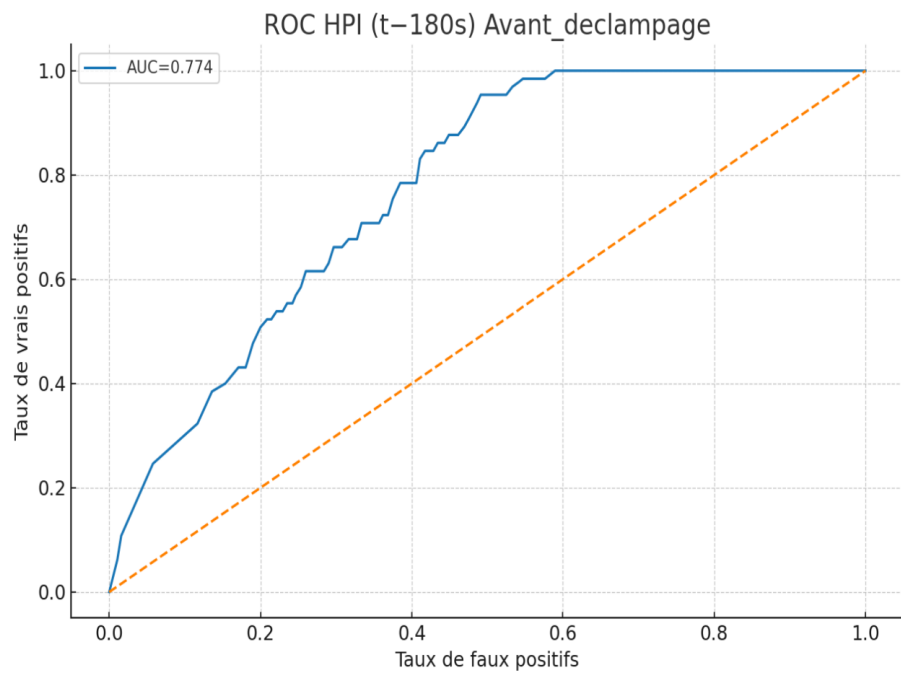


Figure 3. Courbe ROC de l'HPI à t-180 secondes avant déclampage pédiculaire

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

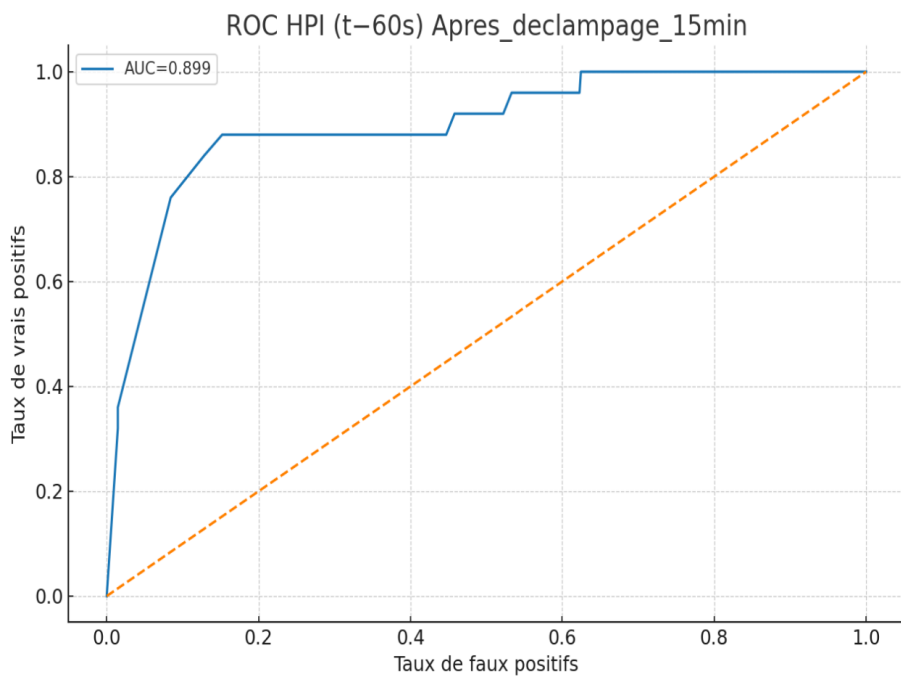


Figure 4. Courbe ROC de l'HPI à t-60 secondes après déclampage pédiculaire

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

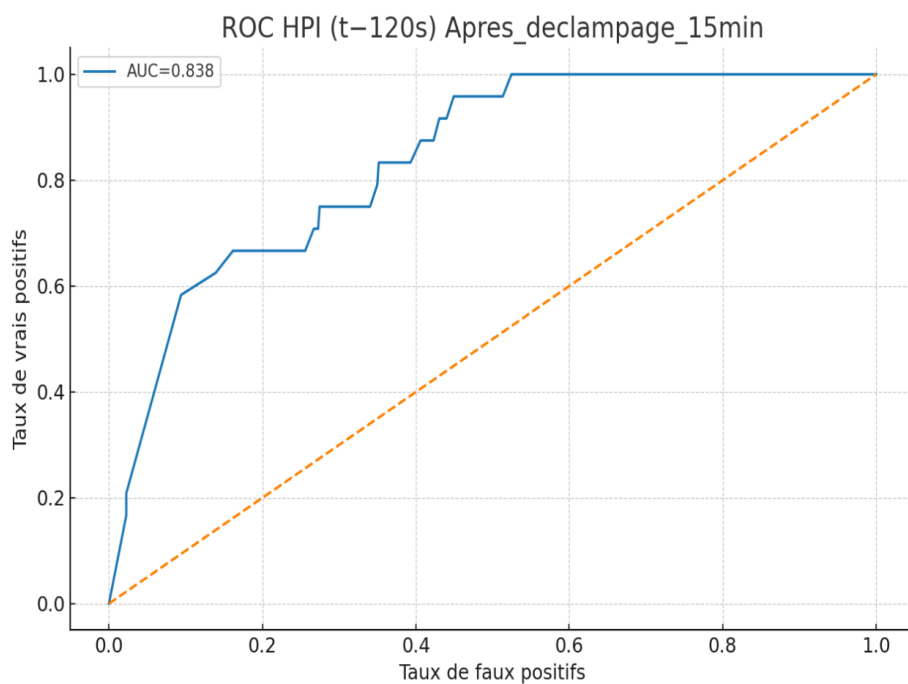


Figure 5. Courbe ROC de l'HPI à t-120 secondes après déclampage pédiculaire

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

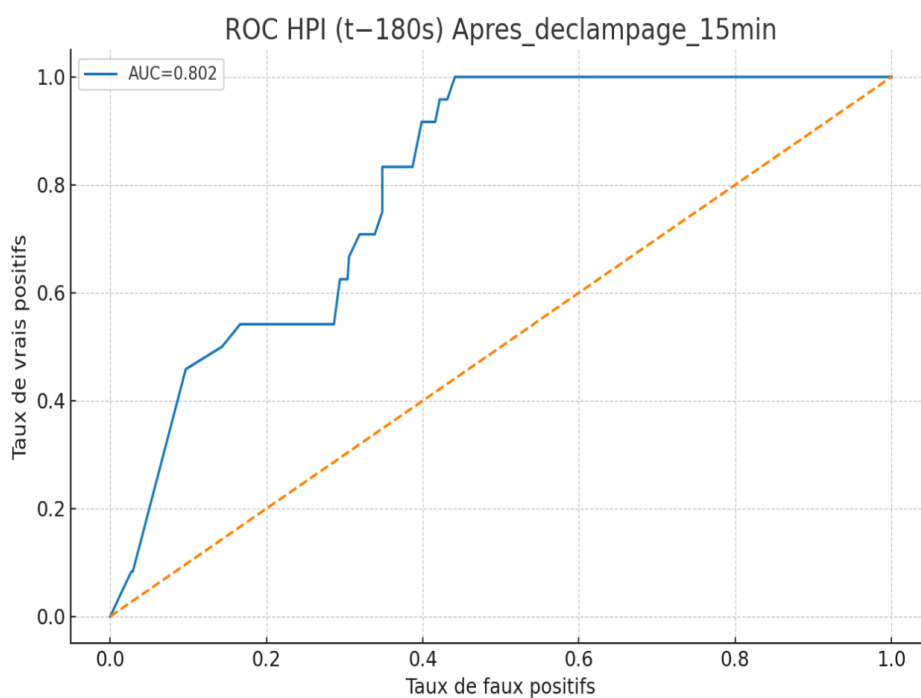


Figure 6. Courbe ROC de l'HPI à t-180 secondes après déclampage pédiculaire

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

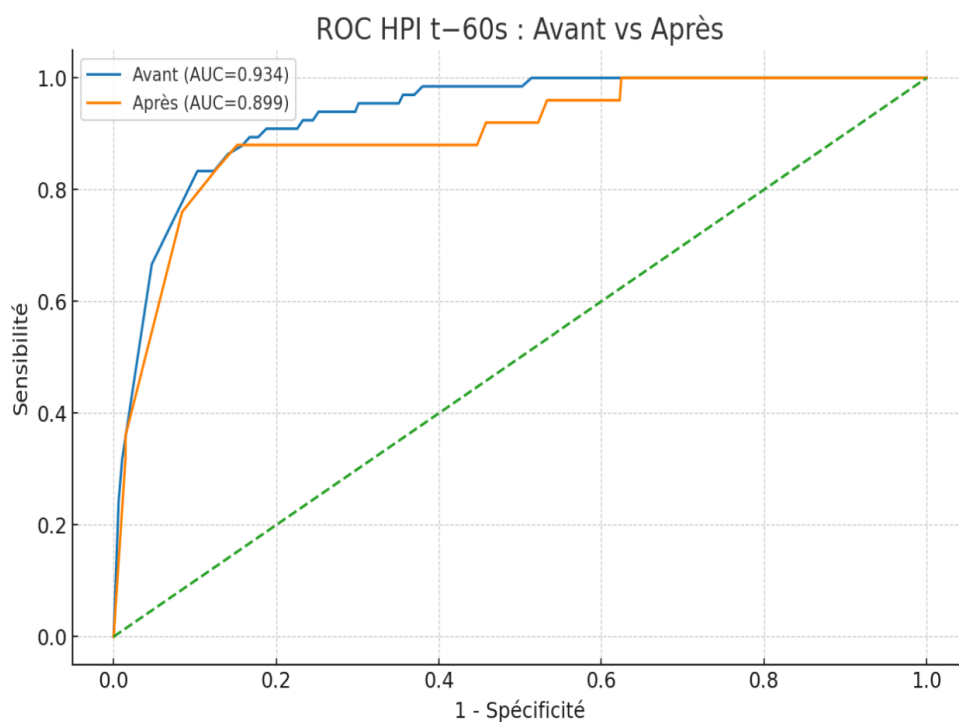


Figure 7. Comparaison des AUC d'HPI à t-60s avant et après déclampage

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

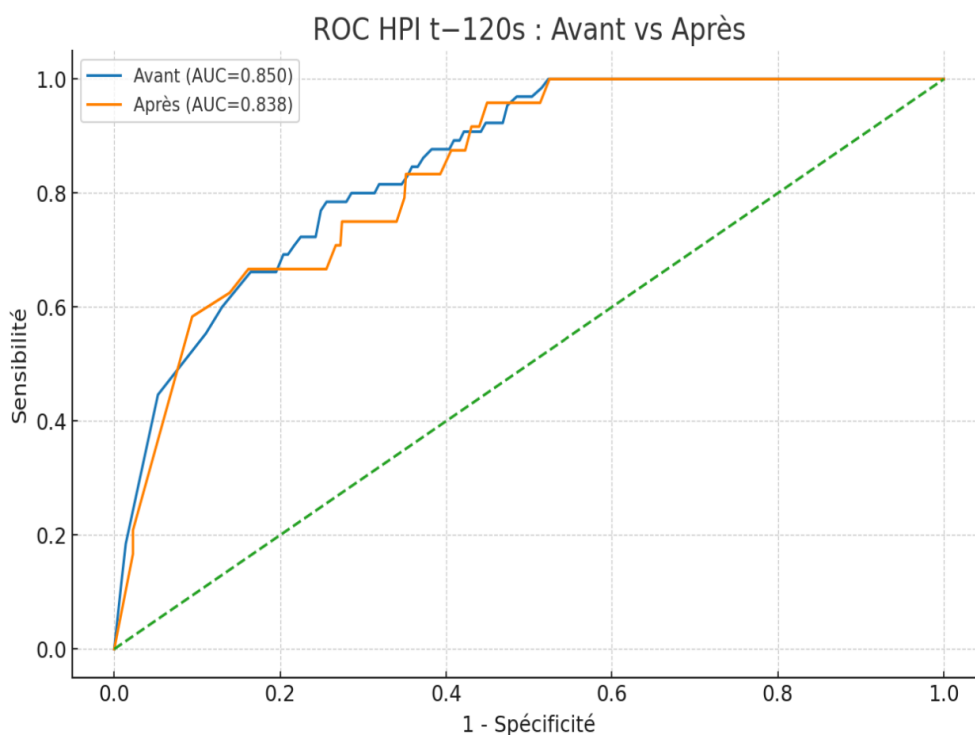


Figure 8. Comparaison des AUC d'HPI à t-120s avant et après déclampage

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

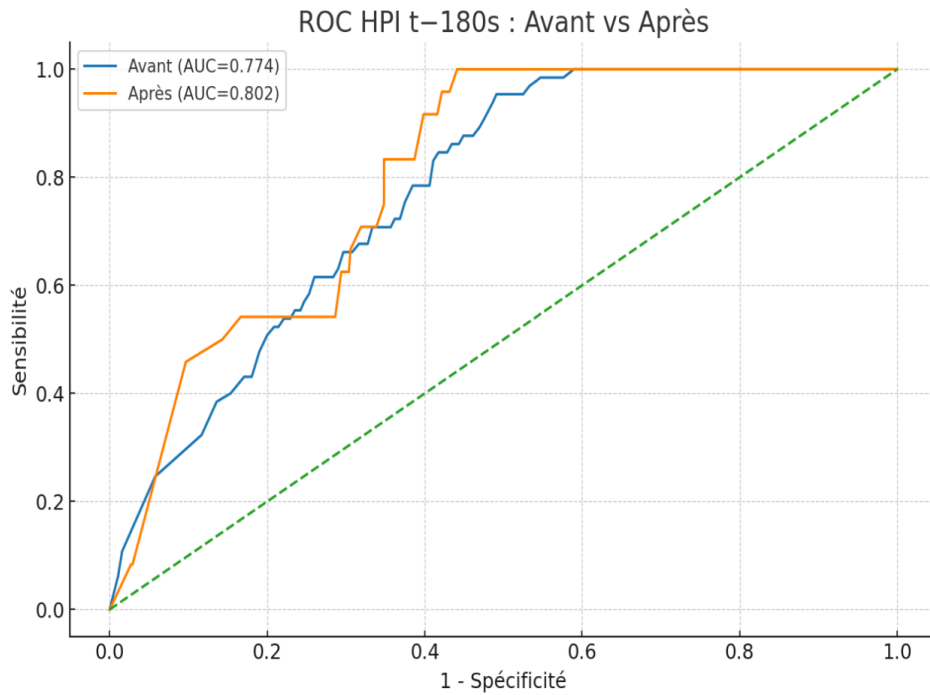


Figure 9. Comparaison des AUC d'HPI à t-180s avant et après déclampage

AUC : Area Under Curve ; HPI : Hypotension Prediction Index

Comparaison RVSI avant vs après déclampage (tous patients combinés)

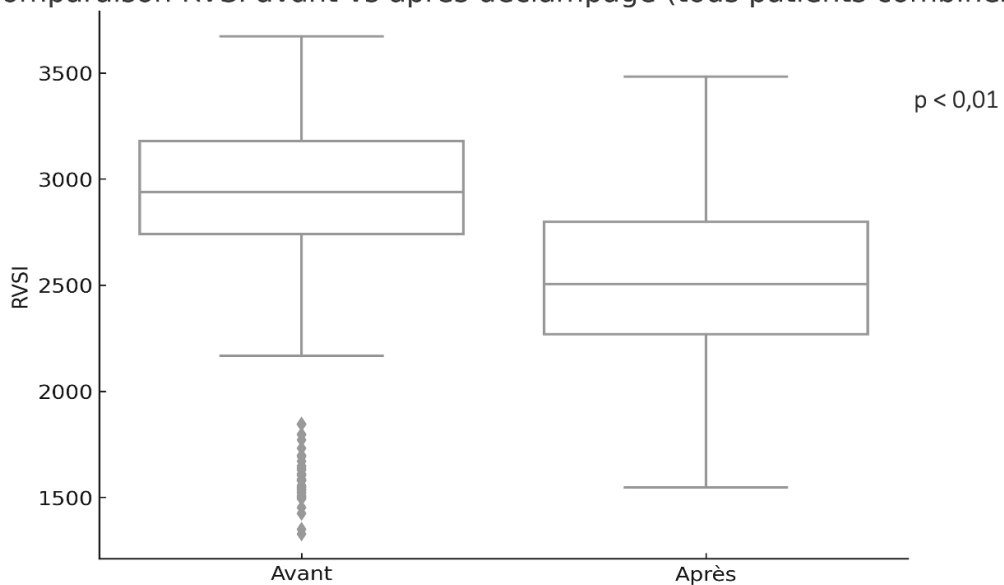


Figure 9. Comparaison des RVSI 15 minutes avant et après déclampage

RVSI: résistances vasculaires systémiques indexées

DISCUSSION

Dans cette étude, nous avons évalué la performance de l'Hypotension Prediction Index (HPI) pour prédire les épisodes hypotensifs au cours d'hépatectomies majeures. Nos résultats montrent que l'HPI conserve une bonne capacité de prédiction jusqu'à trois minutes avant la survenue d'une hypotension, avec des aires sous la courbe (AUC) particulièrement élevées à t-60 secondes. Aucune différence significative de performance n'a été observée entre les épisodes survenant avant tout déclampage pédiculaire et ceux observés dans les quinze minutes suivant le déclampage.

Ces résultats confirment les données publiées dans d'autres contextes chirurgicaux, où l'HPI s'est montré supérieur aux variables hémodynamiques conventionnelles pour anticiper l'hypotension (27,29,30). Notre travail apporte toutefois un élément nouveau en étudiant un modèle chirurgical à haut risque hémodynamique : l'hépatectomie majeure, caractérisée par une incidence élevée d'hypotensions de mécanismes variés (31,32). Le fait que l'HPI conserve des performances similaires avant et après déclampage suggère que l'algorithme est capable de détecter précocement des altérations du signal de l'onde de pouls, indépendamment de la nature physiopathologique de l'épisode hypotensif.

Sur le plan physiopathologique, les hypotensions observées avant déclampage sont le plus souvent liées aux pertes sanguines, entraînant une diminution du retour veineux et du débit cardiaque (33). À l'inverse, les épisodes observés après déclampage résultent principalement d'une vasoplégie brutale, conséquence du relargage dans la circulation systémique de médiateurs inflammatoires (TNF- α , interleukines), de métabolites acides (lactates, ions hydrogène) et de vasodilatateurs tels que l'oxyde nitrique (34–37). Ce mécanisme de vasodilatation systémique se traduit par une baisse transitoire mais marquée des résistances vasculaires systémiques (7,12).

Un élément secondaire mais important de notre travail a concerné l'évolution des résistances vasculaires systémiques indexées (RVSI) autour du déclampage pédiculaire. Nous avons observé une diminution significative des RVSI dans les quinze minutes suivant le déclampage par rapport à la période précédente, traduisant une vasoplégie mesurable. Ce phénomène est cohérent avec les observations décrites en transplantation hépatique, où la phase de reperfusion est associée à une vasoplégie parfois sévère nécessitant un recours accru aux vasopresseurs (38,39). La mise en évidence d'un mécanisme comparable lors d'hépatectomies majeures souligne que le déclampage n'est pas seulement un facteur de restitution volémique, mais constitue également un événement physiopathologique majeur (12). Sur le plan clinique, cette observation renforce l'intérêt de distinguer les hypotensions

selon leur mécanisme causal : une hypotension hypovolémique répond classiquement à l'expansion volémique, tandis qu'une hypotension vasoplégique impose plutôt l'utilisation de vasopresseurs adaptés, tels que la noradrénaline (40,41).

Notre étude présente plusieurs points forts. Elle a été réalisée dans un centre expert en chirurgie hépatique et représente, à notre connaissance, la première évaluation de l'HPI dans ce type de chirurgie. L'originalité réside non seulement dans l'étude de la performance de l'HPI en contexte d'hépatectomie majeure, mais également dans l'analyse différenciée selon l'étiologie de l'hypotension. De plus, le recueil prospectif et l'enregistrement continu toutes les vingt secondes ont permis une analyse dynamique et précise de l'évolution hémodynamique.

Certaines limites doivent néanmoins être soulignées. Tout d'abord, l'effectif restreint limite la puissance statistique de nos analyses. Le caractère monocentrique et observationnel restreint également la généralisation des résultats. Par ailleurs, nous avons attribué par convention une valeur de PVC fixe (5 mmHg) à l'ensemble des patients afin de calculer les RVSI. Ce choix était motivé par le rapport bénéfice–risque défavorable à la pose d'un cathéter veineux central, mais il introduit une approximation (42,43). Toutefois, l'influence de la PVC dans le calcul des RVSI reste limitée, sauf en cas de valeurs extrêmes ($> 20\text{--}25$ mmHg) (44). Enfin, le nombre d'événements hypotensifs a pu être réduit par l'administration préventive de vasopresseurs avant le déclampage, pratique courante visant à atténuer la chute attendue de pression artérielle et susceptible de masquer partiellement certains épisodes hypotensifs.

Nos résultats soulèvent également des implications cliniques importantes. Si l'HPI permet d'anticiper les épisodes hypotensifs, agir efficacement une à deux minutes avant leur survenue demeure un défi en pratique quotidienne. Ce délai peut s'avérer trop court pour mettre en œuvre une action thérapeutique optimale, en particulier lorsqu'il s'agit d'un remplissage vasculaire ou d'un ajustement anesthésique nécessitant plusieurs minutes pour produire leurs effets. De plus, la spécificité de l'HPI apparaissait limitée à $t\text{--}180$ secondes avant déclampage et dès $t\text{--}120$ secondes après déclampage, entraînant un nombre important de faux positifs. Autrement dit, un HPI élevé n'était pas systématiquement suivi d'un épisode hypotensif, ce qui peut conduire à des interventions injustifiées, telles qu'un remplissage excessif ou une augmentation inappropriée de la dose de vasopresseur. Or, il est bien établi que la surcharge volémique est associée à une morbidité postopératoire accrue, en particulier par le biais de l'insuffisance respiratoire, de la surcharge hydrosodée ou du risque infectieux (45,46). Ces éléments soulignent la nécessité d'interpréter l'HPI dans son contexte clinique global et de l'associer à d'autres variables hémodynamiques pour guider la décision thérapeutique (47,48).

En définitive, notre étude suggère que l'HPI constitue un outil pertinent pour anticiper les épisodes hypotensifs au cours des hépatectomies majeures, et que son association avec des paramètres complémentaires tels que les RVSI pourrait affiner l'analyse physiopathologique et améliorer l'adéquation de la réponse thérapeutique. Des études futures, seront nécessaires pour évaluer l'impact de l'utilisation de l'HPI sur la durée cumulée d'hypotension et déterminer si cette stratégie permet effectivement de réduire la morbidité postopératoire cardiovasculaire et rénale.

CONCLUSION

Notre étude suggère que l'Hypotension Prediction Index (HPI) constitue un outil fiable pour anticiper les épisodes hypotensifs au cours des hépatectomies majeures, quel que soit le mécanisme sous-jacent. L'intégration parallèle des résistances vasculaires systémiques indexées (RVSI) permet d'affiner l'interprétation physiopathologique en distinguant les hypotensions liées à l'hypovolémie de celles secondaires à la vasoplégie post-déclampage. Cette double approche ouvre la voie à une stratégie de monitoring innovante, combinant prédiction et caractérisation des épisodes hypotensifs, afin d'adapter de manière plus ciblée les interventions thérapeutiques (remplissage versus vasopresseurs). Une telle optimisation pourrait contribuer à réduire la durée cumulée d'hypotension et, par conséquent, le risque de complications postopératoires cardiovasculaires et rénales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Wisén E, Almazrooa A, Sand Bown L, Rizell M, Ricksten SE, Kvarnström A, et al. Myocardial, renal and intestinal injury in liver resection surgery—A prospective observational pilot study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021;65(7):886-94.
2. Abdullah T, Şentürk M, Gökdoğan HC, Enişte İA, Kudaş İ, Bostancı Ö, et al. Perioperative Myocardial Injury and Acute Kidney Injury in Patients Undergoing Hepatic Resection: Incidence, Risk Factors, and Effects on Outcomes. *J Clin Med*. 28 août 2025;14(17):6080.
3. Alkozai EM, Lisan T, Porte RJ. Bleeding in liver surgery: prevention and treatment. *Clin Liver Dis*. févr 2009;13(1):145-54.
4. Huntington JT, Royall NA, Schmidt CR. Minimizing blood loss during hepatectomy: a literature review. *J Surg Oncol*. févr 2014;109(2):81-8.
5. Ercolani G, Ravaioli M, Grazi GL, Cescon M, Del Gaudio M, Vetrone G, et al. Use of vascular clamping in hepatic surgery: lessons learned from 1260 liver resections. *Arch Surg Chic Ill* 1960. avr 2008;143(4):380-7; discussion 388.
6. Eyraud D, Richard O, Borie DC, Schaup B, Carayon A, Vézinet C, et al. Hemodynamic and hormonal responses to the sudden interruption of caval flow: insights from a prospective study of hepatic vascular exclusion during major liver resections. *Anesth Analg*. nov 2002;95(5):1173-8, table of contents.
7. Delva E, Camus Y, Paugam C, Parc R, Huguet C, Lienhart A. Hemodynamic Effects of Portal Triad Clamping in Humans. *Anesth Analg*. sept 1987;66(9):864.
8. Delva E, Camus Y, Nordlinger B, Hannoun L, Parc R, Deriaz H, et al. Vascular occlusions for liver resections. Operative management and tolerance to hepatic ischemia: 142 cases. *Ann Surg*. févr 1989;209(2):211-8.
9. Slakey DP, Simms E, Drew B, Yazdi F, Roberts B. Complications of liver resection: laparoscopic versus open procedures. *JSLs*. 2013;17(1):46-55.
10. Clavien PA, Yadav S, Sindram D, Bentley RC. Protective Effects of Ischemic Preconditioning for Liver Resection Performed Under Inflow Occlusion in Humans. *Ann Surg*. août 2000;232(2):155.
11. Redai I, Emond J, Brentjens T. Anesthetic considerations during liver surgery. *Surg Clin North Am*. 1 avr 2004;84(2):401-11.
12. Tympa A, Theodoraki K, Tsaroucha A, Arkadopoulos N, Vassiliou I, Smyrniotis V. Anesthetic Considerations in Hepatectomies under Hepatic Vascular Control. *HPB Surg World J Hepatic Pancreat Biliary Surg*. 2012;2012:720754.
13. Thacker JKM, Mountford WK, Ernst FR, Krukas MR, Mythen M (Monty) G. Perioperative Fluid Utilization Variability and Association With Outcomes: Considerations for Enhanced Recovery Efforts in Sample US Surgical Populations. *Ann Surg*. mars 2016;263(3):502.
14. Gregory A, Stapelfeldt WH, Khanna AK, Smischney NJ, Boero IJ, Chen Q, et al. Intraoperative Hypotension Is Associated With Adverse Clinical Outcomes After Noncardiac Surgery. *Anesth Analg*. 1 juin 2021;132(6):1654-65.
15. Liao P, Zhao S, Lyu L, Yi X, Ji X, Sun J, et al. Association of intraoperative hypotension with acute kidney injury after liver resection surgery: an observational cohort study. *BMC Nephrol*. 2 nov 2020;21(1):456.
16. Wijnberge M, Schenk J, Bulle E, Vlaar AP, Maheshwari K, Hollmann MW, et al. Association of intraoperative hypotension with postoperative morbidity and mortality: systematic review and meta-analysis. *BJS Open*. 8 janv 2021;5(1):zraa018.
17. Nicklas JY, Diener O, Leistenschneider M, Sellhorn C, Schön G, Winkler M, et al. Personalised haemodynamic management targeting baseline cardiac index in high-risk patients undergoing major abdominal surgery: a randomised single-centre clinical trial. *Br J Anaesth*. août 2020;125(2):122-32.
18. Jessen MK, Vallentin MF, Holmberg MJ, Bolther M, Hansen FB, Holst JM, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during general anaesthesia for noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. mars 2022;128(3):416-33.
19. Deng QW, Tan WC, Zhao BC, Wen SH, Shen JT, Xu M. Is goal-directed fluid therapy based on dynamic variables alone sufficient to improve clinical outcomes among patients undergoing surgery? A meta-analysis. *Crit Care Lond Engl*. 14 nov 2018;22(1):298.

20. RFE optimisation hémodynamique périopératoire – Adulte dont obstétrique – 2024.
21. RBP HAS/SFAR/AFEF. Prise en charge péri-opératoire du patient adulte lors d'une résection hépatique - 2025.
22. Moody G, Lehman L. Predicting Acute Hypotensive Episodes: The 10th Annual PhysioNet/Computers in Cardiology Challenge. *Comput Cardiol.* 2009;36(5445351):541-4.
23. Mukkamala R, Schnetz MP, Khanna AK, Mahajan A. Intraoperative Hypotension Prediction: Current Methods, Controversies, and Research Outlook. *Anesth Analg.* juill 2025;141(1):61-73.
24. Schneck E, Schulte D, Habig L, Ruhrmann S, Edinger F, Markmann M, et al. Hypotension Prediction Index based protocolized haemodynamic management reduces the incidence and duration of intraoperative hypotension in primary total hip arthroplasty: a single centre feasibility randomised blinded prospective interventional trial. *J Clin Monit Comput.* déc 2020;34(6):1149-58.
25. Hatib F, Jian Z, Buddi S, Lee C, Settels J, Sibert K, et al. Machine-learning Algorithm to Predict Hypotension Based on High-fidelity Arterial Pressure Waveform Analysis. *Anesthesiology.* oct 2018;129(4):663-74.
26. Maheshwari K, Buddi S, Jian Z, Settels J, Shimada T, Cohen B, et al. Performance of the Hypotension Prediction Index with non-invasive arterial pressure waveforms in non-cardiac surgical patients. *J Clin Monit Comput.* févr 2021;35(1):71-8.
27. Davies SJ, Vistisen ST, Jian Z, Hatib F, Scheeren TWL. Ability of an Arterial Waveform Analysis-Derived Hypotension Prediction Index to Predict Future Hypotensive Events in Surgical Patients. *Anesth Analg.* févr 2020;130(2):352-9.
28. Magyar CTJ, Rajendran L, Babakhani S, Choi WJ, Li Z, Bucur R, et al. Impact of intraoperative hypotension during laparoscopic liver resection on postoperative complications including acute kidney injury. *Surgery.* févr 2025;178:108924.
29. Sribar A, Jurinjak IS, Almahariq H, Bandić I, Matošević J, Pejić J, et al. Hypotension prediction index guided versus conventional goal directed therapy to reduce intraoperative hypotension during thoracic surgery: a randomized trial. *BMC Anesthesiol.* 30 mars 2023;23(1):101.
30. Yoshikawa Y, Maeda M, Kunigo T, Sato T, Takahashi K, Ohno S, et al. Effect of using hypotension prediction index versus conventional goal-directed haemodynamic management to reduce intraoperative hypotension in non-cardiac surgery: A randomised controlled trial. *J Clin Anesth.* mai 2024;93:111348.
31. Magyar CTJ, Rajendran L, Babakhani S, Choi WJ, Li Z, Bucur R, et al. Impact of intraoperative hypotension during laparoscopic liver resection on postoperative complications including acute kidney injury. *Surgery.* févr 2025;178:108924.
32. Cata JP, Soni B, Bhavsar S, Pillai PS, Rypinski TA, Deva A, et al. Forecasting intraoperative hypotension during hepatobiliary surgery. *J Clin Monit Comput.* 2025;39(1):107-18.
33. Tympa A, Theodoraki K, Tsaroucha A, Arkadopoulos N, Vassiliou I, Smyrniotis V. Anesthetic Considerations in Hepatectomies under Hepatic Vascular Control. *HPB Surg.* 2012;2012:720754.
34. Brooks AJ, Hammond JS, Girling K, Beckingham IJ. The effect of hepatic vascular inflow occlusion on liver tissue pH, carbon dioxide, and oxygen partial pressures: defining the optimal clamp/release regime for intermittent portal clamping. *J Surg Res.* août 2007;141(2):247-51.
35. Kim YI, Song KE, Ryeon HK, Hwang YJ, Yun YK, Lee JW, et al. Enhanced inflammatory cytokine production at ischemia/reperfusion in human liver resection. *Hepatogastroenterology.* 2002;49(46):1077-82.
36. Suzuki S, Toledo-Pereyra LH. Interleukin 1 and tumor necrosis factor production as the initial stimulants of liver ischemia and reperfusion injury. *J Surg Res.* août 1994;57(2):253-8.
37. Vibert E, Boleslawski E, Cosse C, Adam R, Castaing D, Cherqui D, et al. Arterial Lactate Concentration at the End of an Elective Hepatectomy Is an Early Predictor of the Postoperative Course and a Potential Surrogate of Intraoperative Events. *Ann Surg.* nov 2015;262(5):787-92; discussion 792-793.
38. Aggarwal S, Kang Y, Freeman JA, Fortunato FL, Pinsky MR. Postreperfusion syndrome: cardiovascular collapse following hepatic reperfusion during liver transplantation. *Transplant Proc.* août 1987;19(4 Suppl 3):54-5.
39. Jeong SM. Postreperfusion syndrome during liver transplantation. *Korean J Anesthesiol.* déc 2015;68(6):527-39.
40. Guarracino F, Bertini P. Perioperative hypotension: causes and remedies. *J Anesth Analg Crit Care.* 14 avr 2022;2:17.

41. Saugel B, Fletcher N, Gan TJ, Grocott MPW, Myles PS, Sessler DI, et al. PeriOperative Quality Initiative (POQI) international consensus statement on perioperative arterial pressure management. *Br J Anaesth.* août 2024;133(2):264-76.
42. O'Connor DC, Seier K, Gonen M, McCormick PJ, Correa-Gallego C, Parker B, et al. Invasive central venous monitoring during hepatic resection: unnecessary for most patients. *HPB.* déc 2020;22(12):1732-7.
43. Dunki-Jacobs EM, Philips P, Scoggins CR, McMasters KM, Martin RCG. Stroke volume variation in hepatic resection: a replacement for standard central venous pressure monitoring. *Ann Surg Oncol.* févr 2014;21(2):473-8.
44. Oh C, Noh C, Hong B, Shin S, Jeong K, Lim C, et al. Is measurement of central venous pressure required to estimate systemic vascular resistance? A retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol.* 10 déc 2021;21:310.
45. Doherty M, Buggy DJ. Intraoperative fluids: how much is too much? *Br J Anaesth.* juill 2012;109(1):69-79.
46. Shin CH, Long DR, McLean D, Grabitz SD, Ladha K, Timm FP, et al. Effects of Intraoperative Fluid Management on Postoperative Outcomes: A Hospital Registry Study. *Ann Surg.* juin 2018;267(6):1084-92.
47. Grundmann CD, Wischermann JM, Fassbender P, Bischoff P, Frey UH. Hemodynamic monitoring with Hypotension Prediction Index versus arterial waveform analysis alone and incidence of perioperative hypotension. *Acta Anaesthesiol Scand.* nov 2021;65(10):1404-12.
48. Tsoumpa M, Kyttari A, Matiatou S, Tzoufi M, Griva P, Pikoulis E, et al. The Use of the Hypotension Prediction Index Integrated in an Algorithm of Goal Directed Hemodynamic Treatment during Moderate and High-Risk Surgery. *J Clin Med.* 15 déc 2021;10(24):5884.

ANNEXE 1: AFFICHAGE PROPOSÉ PAR LE MONITEUR HEMOSPHERE



ANNEXE 2: PARAMÈTRES HÉMODYNAMIQUES EXTRAITS DE L'HEMOSPHERE

Date	Heure	DC	IC	VES	VESI	FP	SYS	DIA	PAM	RVS	RVSI	VVE	VPP	PVC	Source P	YHPI	dP/dt	Ea _{dyn}
12.08.2024	11:05:34	4,2	2,2	67	35	62	94	51	65	1143		2206	13	9	5 Manuel	97	467	0,7
12.08.2024	11:05:54	4,1	2,1	65	34	63	95	52	66	1190		2297	12	8	5 Manuel	97	467	0,6
12.08.2024	11:06:14	4,3	2,2	68	35	64	94	51	65	1116		2154	11	7	5 Manuel	97	459	0,6
12.08.2024	11:06:34	4,2	2,2	67	35	63	93	50	65	1143		2206	12	7	5 Manuel	97	450	0,6
12.08.2024	11:06:54	4,1	2,1	65	34	63	93	52	65	1171		2260	12	7	5 Manuel	97	450	0,6
12.08.2024	11:07:14	4,1	2,1	66	34	63	93	52	65	1171		2260	12	7	5 Manuel	97	455	0,6
12.08.2024	11:07:34	4,1	2,1	66	34	63	92	51	65	1171		2260	12	8	5 Manuel	97	445	0,6
12.08.2024	11:07:54	4,2	2,2	68	35	63	91	50	64	1124		2169	12	8	5 Manuel	97	443	0,7
12.08.2024	11:08:14	4,3	2,2	69	36	63	91	50	64	1098		2119	11	9	5 Manuel	97	441	0,8
12.08.2024	11:08:34	4,4	2,3	70	36	63	91	50	64	1073		2070	10	8	5 Manuel	100	439	0,8
12.08.2024	11:08:54	4,7	2,4	72	37	65	95	51	67	1055		2037	10	9	5 Manuel	97	468	0,9
12.08.2024	11:09:14	4,6	2,4	71	37	65	99	53	69	1113		2148	8	7	5 Manuel	96	477	0,8
12.08.2024	11:09:34	4,6	2,4	72	37	65	100	53	70	1130		2182	7	6	5 Manuel	96	501	0,8
12.08.2024	11:09:54	4,8	2,5	72	37	66	103	54	71	1100		2123	7	5	5 Manuel	94	521	0,7
12.08.2024	11:10:14	4,7	2,5	72	37	66	105	55	72	1140		2201	6	5	5 Manuel	92	534	0,7
12.08.2024	11:10:34	4,7	2,4	72	37	66	105	55	72	1140		2201	6	4	5 Manuel	92	540	0,8
12.08.2024	11:10:54	4,6	2,4	70	36	66	106	55	73	1183		2282	5	4	5 Manuel	89	545	0,8
12.08.2024	11:11:14	4,5	2,4	69	36	66	106	55	73	1209		2333	6	4	5 Manuel	89	548	0,7
12.08.2024	11:11:34	4,6	2,4	70	36	66	106	54	72	1165		2249	5	5	5 Manuel	92	552	0,9
12.08.2024	11:11:54	4,4	2,3	68	35	65	106	55	73	1236		2386	5	5	5 Manuel	88	560	0,9
12.08.2024	11:12:14	4,4	2,3	67	35	66	107	56	73	1236		2386	5	5	5 Manuel	85	561	0,8
12.08.2024	11:12:34	4,5	2,3	69	36	66	108	56	73	1209		2333	6	3	5 Manuel	85	574	0,6
12.08.2024	11:12:54	4,5	2,3	68	35	66	109	56	74	1227		2367	5	3	5 Manuel	80	582	0,6
12.08.2024	11:13:14	4,5	2,3	68	35	66	110	57	75	1244		2402	5	3	5 Manuel	75	590	0,6
12.08.2024	11:13:34	4,7	2,4	70	36	67	113	57	76	1209		2332	5	3	5 Manuel	69	612	0,5
12.08.2024	11:13:54	4,1	2,1	66	34	63	113	58	78	1424		2749	6	3	5 Manuel	61	603	0,5
12.08.2024	11:14:14	4,3	2,2	68	35	64	118	60	80	1395		2693	6	3	5 Manuel	52	645	0,5
12.08.2024	11:14:34	4,5	2,3	69	36	65	117	59	78	1298		2505	7	5	5 Manuel	59	656	0,7
12.08.2024	11:14:54	4,4	2,3	68	35	65	117	59	79	1345		2597	6	5	5 Manuel	56	665	0,9
12.08.2024	11:15:14	4,4	2,3	68	35	65	118	60	80	1364		2632	6	5	5 Manuel	51	675	0,8
12.08.2024	11:15:34	4,4	2,3	68	35	65	123	62	83	1418		2737	5	4	5 Manuel	39	705	0,8

Vu, le Directeur de Thèse

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, rounded loop followed by a smaller, more complex flourish.

**Vu, le Doyen
De la Faculté de Médecine de Tours
Tours, le**

BOITEL Marine

42 pages – 4 tableaux – 10 figures

Résumé :

Introduction :

Les hypotensions artérielles au cours des hépatectomies majeures sont le plus souvent dues aux pertes sanguines et/ou à une vasoplégie périphérique induite par les déclampages pédiculaires. Le temps total d'hypotension est directement corrélé aux complications post opératoires. Nous proposons d'évaluer les performances de l'index HPI (Hypotension Prediction Index – HemoSphere - Edwards ®) pour prédire la survenue d'épisodes hypotensifs lors d'hépatectomies majeures.

Matériel et méthodes :

Il s'agit d'une étude prospective, observationnelle menée au CHU de Tours de juin 2024 à mars 2025, incluant des patients programmés pour une hépatectomie majeure. La valeur de HPI était enregistrée toutes les 20 secondes durant toute la durée opératoire. Un premier groupe de mesures étudiait les événements hypotensifs liés exclusivement aux pertes sanguines (avant tout déclampage), et un deuxième groupe de mesures étudiait les événements hypotensifs pendant les 15 minutes suivant un déclampage pédiculaire correspondant aux événements liés à un certain degré de vasoplégie. La performance de HPI pour prédire un événement hypotensif (défini par PAM < 65 mmHg > 1 minute) était évaluée à t-180s, t-120s et t-60s en amont d'un épisode hypotensif au moyen de courbes ROC. Un test de Delong était utilisé pour l'analyse comparative des performances des deux groupes.

Résultats :

21 patients ont été inclus. Au total, 3384 valeurs HPI ont été analysées. 66 épisodes hypotensifs ont été relevés dans groupe 1, 25 dans le groupe 2. Dans le groupe 1, à t-60s l'aire sous la courbe (AUC) était de 0,93, à t-120s l'AUC était de 0.85, à t-180s, l'AUC était de 0.77. Dans le groupe 2, à t-60s l'aire sous la courbe (AUC) était de 0,90, à t-120s l'AUC était de 0.84, à t-180s l'AUC était de 0.80. Aucune différence significative entre les 2 groupes n'a été observée ($p=0.95, 0.98, 0.99$ respectivement pour t-60s, t-120s, t-180s).

Conclusion :

Le HPI permet de prédire de manière fiable les hypotensions à t-60s, t-120s et t-180s dans les hépatectomies majeures quel que soit le mécanisme de l'hypotension (hypovolémie vraie ou vasoplégie).

Mots clés : Hépatectomie majeure – Hypotension Prediction Index - HPI

Jury :

Président du Jury : Professeur Éric LEVESQUE

Directeur de thèse : Docteur Raphaël DENHAUT

Membres du Jury : Professeur Ephrem SALAMÉ
Docteure Isaure BRETEAU
Docteur Benoit GILLE

Date de soutenance : 23 octobre 2025