

**UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉS DE MÉDECINE**

Année 2022

2022 TOU3 1601

**THESE**  
**POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**  
**MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE**

Présentée et soutenue publiquement

Par

Lise BOUSSAGUET

Le 16 septembre 2022

**Bénéfice antalgique postopératoire de l'iPACK dans la chirurgie  
réparatrice du ligament croisé antérieur du genou :**  
*un essai randomisé contrôlé*

Directeur de thèse : Dr Fabrice FERRÉ

**JURY**

Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE	Président
Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE	Assesseur
Monsieur le Docteur Rémi MENUT	Assesseur
Monsieur le Docteur Fabrice FERRÉ	Assesseur
Madame le Docteur Laetitia BOSCH	Suppléant

## Remerciements

A Monsieur le Professeur Olivier FOURCADE. Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

A Monsieur le Professeur Vincent MINVILLE. Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail.

A Monsieur le Docteur Fabrice FERRE. Je te remercie de m'avoir confié ce travail, ainsi que pour ton accompagnement tout au long du déroulement de cette étude. Merci de m'avoir permis de faire ce travail malgré mon interCHU. Ce fut réellement un plaisir de travailler avec toi.

A Monsieur le Docteur Rémi MENUT. Je te remercie d'avoir participé au déroulement de ce travail, et merci également pour ton calme olympien sur lequel nous devrions tous prendre exemple.

A Madame le Docteur Laetitia BOSCH. Je te remercie d'avoir accepté de juger ce travail, et pour ta bienveillance, au travail et ailleurs.

A Monsieur le Professeur CAVAIGNAC. Je vous remercie d'avoir permis la réalisation de ce projet, de votre participation et de votre disponibilité à chaque étape de ce travail.

A Panou. Cette thèse t'est dédiée. Je sais que tu es fier de moi, et j'aurais tant voulu que tu sois là pour ce jour.

A mes parents. Maman, merci pour tout. C'est grâce à toi que ces études ne se sont pas arrêtées en 2<sup>o</sup> année... Papa, malgré la distance tu as toujours été là quand j'avais besoin de toi, même s'il fallait traverser la France pour une journée. Patrick, merci, et bravo, de me considérer comme ta fille.

A ma famille. Manou, tu m'as bichonnée à chacun des examens de chacune des années de ces longues études, et tu continues de le faire si bien. Annah, ne t'inquiète pas, où que je sois je serai toujours prête pour revenir fermer Toulouse avec toi. Doudou, merci de supporter mes câlins (forcés). Marie-Emilie, ma deuxième sœur, promis un jour j'arriverai à venir vous voir ! A Emma, Maya, Tonton, Géraldine, le clan Gil vaincra !

A Loulou, parce qu'était toi, parce que c'était moi. Dans deux styles très différents, 2022 est une grande année pour nous (et ni toi ni moi ne voudrions échanger...). Je suis fière de toi, et ai hâte d'être en novembre.

A Anne, tu as toujours été là pendant toutes ces années, que ce soit pour rire, pleurer, guincher, travailler ou juste rien faire... Merci de faire me faire penser qu'à côté de toi, je ne suis pas trop névrosée !

A Ondine. Tu es une des personnes qui me connaît le mieux, à voir comme tu perçois les problèmes à 300 km de distance... La vie est plus belle à Toulouse depuis que tu es revenue !

A Lucy, mine de rien présente pour les grands moments depuis longtemps... Le bac révisé la veille avant de dormir, l'inté pour me prêter un lit, et j'en passe, jusqu'à cet été où tu m'as permis de fuir ma thèse sur une planche de surf !

Justine, ma plus fidèle alliée dans l'internat. Il va falloir te trouver un paddle 2 places pour continuer à arpenter le lac de la Raviège !

A la Golden Team, Anna, Alexia, Victoria, Paul, Jean, Victor, Sylvain, Marie-Agathe, Charlotte, je nous félicite tous, pas seulement pour toutes les thèses, mais surtout pour avoir su rester aussi soudés, depuis la BU jusqu'au Maroc, en passant par la Corse et le Nicaragua ! Un merci particulier à Jean, probablement un de mes plus vieux amis (sisi le foot Calandreta vs Patte d'oie).

A l'équipe de Cahors, été 2019. Marion, Pauline, Emma (best coloc ever, merci de mettre de la musique dans cet appart...), Albert, Théo, Joris, Tam, Laura, Audrey, merci d'avoir transformé ce taudis qu'est l'internat en véritable colonie de vacances. Merci à Karim, Vincent, Didier, Aziz, de m'avoir montré que la réanimation était encore plus passionnante que ce que je pensais.

A l'équipe de Bicêtre. Amira (princesse wesh), Morgane (mini-moi), Ruiying (ma plus grande fan), Cyrine (la plus parisienne des provinciales), Rayan (la merguez), Daniel (Dr Dada), Grégoire (critique culinaire spécialiste es flan), merci pour ce semestre de folie. On se revoit très bientôt ! Mais aussi merci à nos chefs, Christopher, Pierre, Quentin, Christophe, Taï, Laurent, Nadia, David, et à nos Professeurs Teboul et Monnet.

A l'équipe d'orthopédie, mes cointernes & internes séniorisés (Léa, Lucie, Philippine, Arielle, Yoan, Rodolphe, Pierre, Thomas, Nicolas, Vladimir, Emmanuel), merci pour ces apéros clandestins... Merci aussi à nos chefs (Fabrice, Laetitia, Rémi, Bernard, Jean-Philippe, Natalia, Anne, Claude). Un attachement particulier à ce stage qui a vu naître cette thèse... Et par la suite un grand merci à tous les internes et EIADEs ayant dû travailler dessus !

A l'équipe de réa Ranguel, les cointernes, Mathilde, Sabine, Claire, Tess, Ryad, Ulysse, Kevin, François, Cyril, Virgile, Léo, le tableau est bien trop petit pour tout ce qui mériterait de rester dans les mémoires ! Merci à nos chefs, Laure, Fanny, Stéphanie, Maxime, Antoine, Thierry, Bernard, hâte de passer un nouveau semestre à vos côtés ! Merci à nos internes séniorisés, Mathilde, Pierre, Pey-Pey (désolée je ne sais pas dans quelle catégorie te positionner POTUS), même si je suis Docteur avant 2 d'entre vous...

A l'équipe de chir tho, Axelle, Jade, Philippine, Ulysse, Isa, Alex (heureuse de t'avoir retrouvée en réa, pour que tu me files le covid), Elodie, Aemilia, Olivier, Pierre, Nicolas, Maxime. Grâce à vous l'anesthésie n'était pas (si) mal !

A l'équipe de réa Purpan, c'est peut-être grâce à vous que je suis devenue l'interne que je suis.

A l'équipe de la maternité, où l'ambiance compense les gardes à 1000 péris !

A la promo des Bequeurs fous.

A tous les autres... Grégoire, Amandine, David & Guillaume (mes minions), JBou, les Lardennais, Domi (ma marraine)... Et ceux que j'oublie... Merci !

**FACULTE DE SANTÉ**  
**Département Médecine Métrique et Paramédicale**  
**Tableau des personnels HI de médecine**  
**Mars 2022**

**Professeurs Honoraires**

Docteur Honoraire	M. CHAP Huguette	Professeur Honoraire	M. GHISLAIN Jacques
Docteur Honoraire	M. GUERINICH-WIMBES (Monsieur)	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Docteur Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Docteur Honoraire	M. PUEL Paris	Professeur Honoraire	M. GRAND Jean
Docteur Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GUHAUD O-AUMEL Bernard
Docteur Honoraire	M. VIGET Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ARBAL Michel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. AGER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LACARRIÈRE Jacques
Professeur Honoraire	M. ADDOU Daniel	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. AROUS Laurent	Professeur Honoraire	M. LAURENS Marie-Dominique
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ARLET-GUAD Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Francis
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves
Professeur Honoraire	M. BARTLET André	Professeur Honoraire	M. LECOMTE Paul
Professeur Honoraire	M. BARTHÉ Philippe	Professeur Honoraire	M. MAGNANAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MALÉCAZE Marceline
Professeur Honoraire	M. BLANCHER Antoine	Professeur Honoraire	M. MARTEL Claude
Professeur Honoraire	M. BODDOLON Hervé	Professeur Honoraire	M. MARTEL Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MARC-HOU Bruno
Professeur Honoraire	M. BONJOU Bernard	Professeur Honoraire	M. MARSEP Pascale
Professeur Honoraire	M. BONNODALIC Paul	Professeur Honoraire	M. MARISSY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUHQUREL Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. MARZELLE Bernard
Professeur Honoraire	M. BOUTALLI Francis	Professeur Honoraire	M. MATHIEUX Xavier
Professeur Honoraire	M. BRUS Bernard	Professeur Honoraire	M. MATHYOT Jacques
Professeur Honoraire	M. BUGAT Robert	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. NICOLOME Robert
Professeur Honoraire	M. CAROTERO Thierry	Professeur Honoraire	M. OLIVIER Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CASLES Pierre	Professeur Honoraire	M. PANGALUE Jean
Professeur Honoraire	M. CARON Philippe	Professeur Honoraire	M. PARAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIÈRE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PERRET Bernard
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSIER Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHAL A Bernard	Professeur Honoraire	M. PLAGNE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHAMANTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. PONTANIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAP Huguette	Professeur Honoraire	M. POUVRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVON Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRADRE Bernard
Professeur Honoraire	M. CLUNET Michel	Professeur Honoraire	M. PUIS Jacques
Professeur Honoraire	M. COUVE Jean	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUEL Paris
Professeur Honoraire	M. COUFRAY Jean	Professeur Honoraire	M. RUIE Michel
Professeur Honoraire	M. DABRYANT Marc	Professeur Honoraire	M. SIERLEM Daniel
Professeur Honoraire	M. DANAN Michel	Professeur Honoraire	M. RAUHAN Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DALOZ Robert	Professeur Honoraire	M. ROUGE Henri
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHNEIDER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REIGNER Claude
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. REML Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DELSOL Nicolas	Professeur Honoraire	M. REICHMANN Pascal
Professeur Honoraire	Mme DELUSIE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. RIVIERE Daniel
Professeur Honoraire	Mme DOREN Jacqueline	Professeur Honoraire	M. RODÈRE Henri
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. ROCCICOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. DURRE M	Professeur Honoraire	M. ROGEE-LATYELLE Christiane
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. ECHASSASSE Henri	Professeur Honoraire	M. SALWAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. ESCOURRIEU Jean	Professeur Honoraire	M. SARIBANON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ESQUIERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. SERRE Guy
Professeur Honoraire	M. FAÏE Michel	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. FAÏRE Jean	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. FOURNAL Gérard	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FOURNE Bernard	Professeur Honoraire	M. TRINGUET Michel
Professeur Honoraire	M. FOURTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VACHODÉ Pierre
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard	Professeur Honoraire	M. WAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques	Professeur Honoraire	M. YVEL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	Mme GONESTAL-MICHEL	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Yves-Marie
Professeur Honoraire	M. GRAN/D Olympe	Professeur Honoraire	M. VIGET Jean-Albert

**Professeurs Émérites**

Professeur	ARLET Philippe
Professeur	BOUTALLI Francis
Professeur	CARON Philippe
Professeur	CHAMANTIN Bernard
Professeur	CHAP Huguette
Professeur	GRAND Jean
Professeur	LACARRIÈRE Jacques
Professeur	LAURENT Guy
Professeur	LAZORTHES Yves
Professeur	MAGNANAL Jean-François
Professeur	MARICHOU Bruno
Professeur	PERRET Bernard
Professeur	REICHMANN Pascal
Professeur	RIVIERE Daniel
Professeur	ROUGE Daniel

**FACULTE DE SANTE**  
**Département Médecine Manipulative et Paramédicaux**

**P.U. – P.H.**  
**Classe Exceptionnelle et 1ère classe**

M. ADAR Philippe	Pédiatrie	Mme LAMANT Laurence (C.E.)	Anatomie Pathologique
M. ACCADRELO Franck (C.E.)	Chirurgie Générale	M. LANGRIS Dominique (C.E.)	Neurologie
M. ALRIC Laurent (C.E.)	Médecine Interne	Mme LAPRIS Annie	Radiobiologie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. LARRUE Vincent	Neurologie
Mme ANDREU Sandrine	Epidémiologie – Santé Publique	M. LAUCUE Dominique (C.E.)	Médecine d'Urgence
M. ARSAUD Christophe	Psychiatrie	M. LAUVERS Frédéric	Chirurgie Médico-Légale
M. ARNAL Jean-François (C.E.)	Physiologie	M. LEBON Bernard	Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire
M. ATYAL Michel (C.E.)	Histologie-Anatomie	M. LEVADE Thierry (C.E.)	Bactériologie
M. AYEY-JORSEAU Hervé	Histologie-Anatomie	M. LEBLANC Robert (C.E.)	Immunologie
M. BERRY Annie	Physiologie	M. WALAUMI Bertrand	Urologie
Mme BERRY Isabelle (C.E.)	Biophysique	M. MANGAT Pierre	Chirurgie Gynécologique
M. BARRIS Philippe	Psychiatrie	M. MARQUE Philippe (C.E.)	Médecine Physique et Réadaptation
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. BOISSAVY Jean-Pierre (C.E.)	Chirurgie Vasculaire	M. MAURY Jean-Christophe (C.E.)	Cardiologie
M. BRASSAT David	Neurologie	Mme MAZERESUR Joëlle	Dermatologie
M. BRACHET Laurent	Chirurgie-Orthopédie et Médecine Sportive	M. MAZERES Julien (C.E.)	Pharmacologie
M. BROUSSET Pierre (C.E.)	Anatomie Pathologique	M. MENVILLE Vincent	Anesthésiologie-Réanimation
M. BUNAN Louis (C.E.)	Urologie-Andrologie	M. MOLNIER Laurent (C.E.)	Epidémiologie – Santé Publique
Mme BURK-RENGER Anneliese (C.E.)	Médecine Vasculaire	M. MORTASTRICH Jean-Louis (C.E.)	Pharmacologie
M. BUREAU Christophe	Neuro-Urologie-Endocrinologie	Mme MOYAL Chantal (C.E.)	Chirurgie
M. BUSCAL Long (C.E.)	Myologie-Gastro-Entérologie	M. JAUSCARI Fabrice	Chirurgie Générale
M. CALVAS Patrick (C.E.)	Généraliste	Mme NOURHADEHA Fatemeh (C.E.)	Généraliste
M. CANTAGREL Alain (C.E.)	Stomatologie	M. OLVIDOT Jean-Marc	Neurologie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. OSWALD Eric (C.E.)	Radiobiologie-Virologie
M. CARRE Didier (C.E.)	Cardiologie	M. PARENTE, Vincent	Neurologie
M. CHAZ Yves	Pédiatrie	M. PAUL Gilles (C.E.)	Dermatologie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'Urgence	M. PAVOUX Pierre (C.E.)	Bactériologie
M. CHAUFOUR Karim	Chirurgie Vasculaire	M. PAVASTRE Bernard (C.E.)	Histologie
M. CHAUVIN Dominique	Néphrologie	M. PERON Jean-Marie (C.E.)	Végétal-Gastro-Entérologie
M. CHAYNES Patrick	Anatomie	M. BASSOUL Olivier (C.E.)	Pharmacologie
M. CHIRON Philippe (C.E.)	Chir. Orthopédique et Traumatologie	Mme RAUZY Odile	Médecine Interne
M. CHOLET François (C.E.)	Neurologie	M. RAYMOND Jean-Philippe (C.E.)	Psychiatrie Infantile
M. CONSTANTIN Renaud	Neurologie	M. RECHER Gilles (C.E.)	Réhabilitation
M. COURSON Frédéric	Biophysique	M. RITZ Patrick (C.E.)	Néonatal
Mme COURTAGE SADI Monique (C.E.)	Histologie Embryologie	M. ROLLAND Yves (C.E.)	Généraliste
M. DAMBRIN Camille	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire	M. RONCALLI Justine	Cardiologie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadaptation	M. ROUSSE David (C.E.)	Médecine Légale
M. DEOLINE Olivier (C.E.)	Chirurgie Orthopédique	M. ROUSSOAY Hervé (C.E.)	Radiologie
M. DELANESSE Eric	Histologie	M. ROUSSE Patrick-Emmanuel	Neurologie
M. DELOBEL Pierre	Médecine Vasculaire	M. SALLER Laurent (C.E.)	Médecine Interne
M. DELORED Jean-Pierre (C.E.)	Cardiologie	M. SALESSE GAUDY Jacques (C.E.)	Chirurgie Générale
M. DEXER Alain (C.E.)	Pharmacologie	M. SALESSE Jean-Pierre (C.E.)	Pédiatrie
M. DUCOMMUN Bernard	Cardiologie	M. SANS Nicolas	Radiologie
Mme DULY-SOURMAYOC Béatrice (C.E.)	Thérapeutique	M. SCHMITT Laurent (C.E.)	Psychiatrie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	Mme SÈLVES Jeanne (C.E.)	Anatomie Pathologique et Radiologie
M. FERRIÈRES Jean (C.E.)	Epidémiologie – Santé Publique	M. SERRARD Jean-Michel (C.E.)	Pharmacologie
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	M. SERRANO Eric (C.E.)	Co-éluc-diagnose
M. FOURNIÉ Pascal	Chirurgie	M. SEZUN Jacques (C.E.)	Pédiatrie
M. GARNIER Michel (C.E.)	Cardiologie	M. SOL Marc-Christophe	Neurologie
M. GANE Sylvie	Oncologie	Mme SOTO-MARTIN Maria-Dolores	Généraliste (Urgence et Médecine Sportive)
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie – Santé Publique	M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. GERACETS Thomas	Anesthésiologie et Réanimation	M. SOULAT Michel (C.E.)	Virologie
Mme GONGE-BROUQUET Anneliese	Anatomie-Pathologique	M. SUC Bernard	Chirurgie Digestive
M. GOURDY Pierre (C.E.)	Endocrinologie	Mme TAMERMAN Thérèse (C.E.)	Pédiatrie
M. GROLLEAU RADON Jean-Louis (C.E.)	Chirurgie Générale	M. TELMON Néelert (C.E.)	Médecine Légale
Mme GURBAUD Roxane	Cardiologie	Mme TREMOLIERES Florence	Biologie et Développement
Mme HANARD Hélène (C.E.)	Endocrinologie	Mme URB-DOTTE Emmanuelle (C.E.)	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE Eric	Urologie	M. VAYSSÈRE Christophe (C.E.)	Généraliste-Généraliste
M. IZOPET Jacques (C.E.)	Bactériologie-Virologie	M. VILLAS Eric (C.E.)	Généraliste
M. KAMAR Nicolas (C.E.)	Anatomie	M. VERGÈZ Emmanuel	Ouïe-Ouïe

**P.U. Médecine générale**  
M. OUSTRÉC Stéphane (C.E.)

**FACULTE DE SANTE**  
**Département Médecine Maléurique et Paramédicaux**

P.U. – P.H. Zième classe		Professeurs Associés
M. ABDO Olivier	Chirurgie Infantile	<b>Professeur Associé de Médecine Générale</b> M. ABITTEGUE Yves Mme BOURDEONS DRM M. BOYER Pierre M. CHOCLEAU Bruno Mme IRI BELHAYE Mikal M. IYONNIER David M. FOLTRAIN Jean-Christophe M. SHUMKES André
M. ALBERT Jeanne	Biochimie et biologie moléculaire	
Mme BOMBARD Valérie	Epidémiologie Santé publique	
M. BONNEVILLE Nicolas	Oncopneumologie et pneumologie	
M. BOURNIS Vincent	Médecine d'urgence	
Mme BOURRET Isabelle	Dermatologie	
Mme CADIER Clotilde	Pédiatrie	
M. CAVIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et arthroscopie	
M. CHAPUT Basile	Chirurgie dentaire	
M. COGNARD Christophe	Radiologie	
Mme CORRE JE	Neurologie	
Mme DALENG Florence	Dentologie	
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie	
M. DECHAMER Stéphanie	Pharmacie	
M. EDJARD Thomas	Pédiatrie	
M. FAGER Stéphanie	Néphrologie	
Mme FARJCH RAFFEL Marie	Radiologie et imagerie médicale	
M. FRANCHITTO Mikael	Arthrologie	
M. GARRIC-STOYNIAD Ignacio	Chirurgie Plastique	
M. GIBERT Nicolas	Psychiatrie	
M. GUILLEMINAUF Laurent	Pharmacologie	
M. HERN Fabrice	Médecine et santé au travail	
M. LAUREZ Olivier	Soins infirmiers et médecine nucléaire	
M. LAROCHE Michel	Stomatologie	
Mme LAURENT Carole	Anatomie Pathologique	
M. LE CABRECC Colin	Généraliste	
M. LEANDRI Roger	Biologie du développement et de la reproduction	
M. LOPEZ Raphael	Anatomie	
M. MARCHÉX Benjamin	Chirurgie oncologique, cancérologie	
M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales	
Mme MARTINEZ Aurore	Gynécologie	
M. MARX Mathieu	Oncologie pédiatrique	
M. MEYER Nicolas	Dermatologie	
M. PAGES Jean-Christophe	Biologie Cellulaire	
Mme PASQUET Margie	Pédiatrie	
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive	
M. PUGNET Grégoire	Médecine interne	
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et arthroscopie	
M. REMAINDREAU Yves	Neurologie	
Mme RUYSEN-WITMANA Zohra	Neurologie	
Mme SAUVONER Frédérique	Soins infirmiers et imagerie médicale	
M. SAWALL Frédéric	Médecine légale	
M. SILVA SFRONTOSS Swin	Neurologie	
M. SOLER Vincent	Oncologie	
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie	
M. TACK Jean	Pédiatrie	
Mme VAYSSE Charlotte	Cardiologie	
Mme VEZZOLI Delpine	Endocrinologie	
M. YROMZ Antoine	Psychiatrie	
M. YSEWERTY Luc	Neurologie	
 <b>P.U. Médecine générale</b> M. MESTRE Pierre Mme RONDE-BUGAT Marie-Eve		 <b>Professeur Associé de Bactériologie-Hygiène</b> Mme MALAVALD Sarah

**FACULTE DE SANTE**  
**Département Médecine Malentique et Paramédicaux**

**MCU - PH**

Mme ABRWARD Florence	Bactériologie Virologie Hygiène	Mme GENIERO Isabelle	Bichimie
M. APOU Pol André	Immunologie	Mme GENDUX Ariéle	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme GRARD Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme AUSSEL TRUDEL Séverine	Biochimie	M. GUSHBY Paul	Génétique Ophtalmologie
Mme BASSET Céline	Cytologie et Histologie	Mme GUILBAU-TRUGER Céline	Anatomie Pathologique
Mme BELLECHÈRE-FABRE IAM	Néphrologie	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme BERTOU Sarah	Hématologie, Immunologie	M. HANOT Guillaume	Bichimie
M. BETH Eric	Généraliste	Mme HETZEL Anne	Biophysique
Mme BREHN Corinne	Psychiatrie	Mme ROUENEAU Céline	Biophysique
M. BUSCHÉ Etienne	Chirurgie vasculaire et digestive	M. SHARF Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie physiologie moléculaire	Mme JONCA Myriam	Chirurgie pédiatrie
M. CAMBAG Jean-François	Hématologie	M. JORDAN Sylvain	Chirurgie générale
Mme CANTERO Anne-Véronique	Stomatologie	Mme LAPEYRE-MESTRE Myriam	Pharmacologie
Mme CANTAGNA Laura	Pathologie	M. LEPAGE Basile	Endocrinologie et Métabolisme exécutif
Mme CASPAR BAUJOUR Sylvie	Médecine	M. LHERAUSIER Franck	Cardiologie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophtalmologie	M. LIONNE Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme CASSARNO Sophie	Psychiatrie	Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie
Mme CASSOL Dominique	Stomatologie	Mme MATHIAS-SCHWAM Françoise	Bichimie
Mme CHANTALAT Emeline	Neurologie	Mme MONTASTIER Emeline	Nutrition
M. CHASSANG Nicolas	Généraliste	M. MONTASTRUC François	Pharmacologie
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire	Mme MOREAU Jessica	Gynécologie et Et de la reproduction
Mme COLUMBAT Huguette	Anatomie et cytologie pathologique	Mme MOREAU Marion	Psychiatrie
M. CONDY Nicolas	Immunologie	M. MOULIS Guillaume	Médecine pédiatrie
Mme COURBON Christine J.	Psychiatrie	Mme NABR Nadia	Neurologie
M. CURTOT Jonathan	Neurologie	Mme ROGLIERA M.L.	Gynécologie Cellulaire
Mme DAMASE Corinne	Psychiatrie	Mme PERROT Suzanne	Hématologie
Mme DE GLEZINSKY-BOUCHER	Physiologie	M. PILLARD Fabrice	Physiologie
M. JEDOUY Fabrice	Médecine Légale	Mme PLASSANGE Jean	Généraliste
M. DEGENE Yannick	Rhumatologie	Mme PUSSANT Bénédicte	Immunologie
M. DELMAS Clément	Cardiologie	Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et chimie analytique
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale	Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DESPAS Fabrice	Psychiatrie	M. REVEY Alexis	Pédiatrie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	M. RMAALHO Joaquin	Anatomie et Chirurgie Générale
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine de l'enfant	Mme SABCOTIY Frédérique	Bichimie
Mme EVRARD Sabine	Hématologie, immunologie et cytologie	Mme SAUNE Hélène	Bactériologie Virologie
Mme FLEAUX Judith	Parasitologie	Mme SEIGFRIED Anne	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme FLOCH Pascale	Bactériologie-virologie	M. YAFAN Jean-Benoit	Biophysique
Mme GARNIER Anne	Médecine	M. TRENER Emmanuel	Immunologie
Mme GALLINI Anne-V.	Epidémiologie	Mme VALLET Muriel	Psychiatrie
M. GANTET Pierre	Stomatologie	M. VERGÈZ François	Hématologie
M. GASQ David	Psychiatrie	Mme VIA Lorraine	Biophysique et chimie analytique
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction		
<b>M.C.U. Médecine générale</b>			
M. BISSUTH Michel			
M. BRILLAC Pierre			
Mme DUPOLY Julie			
M. ESCOURROU Emile			

**Maîtres de Conférence Associés**

**M.C.A. Médecine Générale**

M. BRESENT Julien  
Mme BOUSSIER Nathalie  
Mme FREYSS Anne  
Mme LATROUS Lala  
Mme FLECH Muriel

Remerciements .....	2
État des lieux .....	11
Différentes stratégies analgésiques.....	12
Objectifs de l'étude LIGAPACK.....	14
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	15
Schéma expérimental et population.....	15
Critères de jugement .....	15
Schéma de la recherche.....	16
Randomisation .....	17
Critères d'inclusion .....	17
Critères de non inclusion .....	17
Traitements, stratégies et procédures de la recherche.....	18
Déroulement de la recherche .....	21
Calcul du nombre de sujets nécessaires .....	23
Analyse statistique .....	24
Critère de jugement principal .....	27
Critères de jugement secondaires .....	27
DISCUSSION.....	29
BIBLIOGRAPHIE .....	34
ANNEXES .....	37
Abstract .....	45

# **ABRÉVIATIONS**

ALR : anesthésie loco-régionale

ANSM : agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

BCA : bloc au canal des adducteurs

ENS : échelle numérique simple

IKDC : international knee documentation committee

iPACK : infiltration between the popliteal artery and the posterior capsule of the knee

KOOS : knee injury and osteoarthritis outcome score

LCA : ligament croisé antérieur

SFAR : Société Française d'Anesthésie et de Réanimation

SSPI : salle de surveillance post-interventionnelle

# GÉNÉRALITÉS

## État des lieux

Le ligament croisé antérieur (LCA) est un des ligaments les plus fréquemment endommagés lors de traumatismes du genou. Sa réparation chirurgicale est généralement proposée aux patients jeunes et sportifs en cas d'instabilité articulaire<sup>1</sup>.

La réparation du LCA est actuellement majoritairement réalisée à l'aide d'une technique mini-invasive arthroscopique, permettant une prise en charge en ambulatoire. Cette chirurgie est pourvoyeuse de douleurs post-opératoires difficilement contrôlées par des traitements médicamenteux seuls. La douleur est d'ailleurs la complication la plus fréquente de cette chirurgie<sup>2</sup>. Elle est maximale dans les premiers jours post-opératoires<sup>3</sup>, justifiant un objectif d'optimisation de la prise en charge de la douleur dès les premières heures après la chirurgie. Dans ce contexte, une stratégie d'analgésie multimodale consistant à combiner différents traitements et méthodes possédant des actions complémentaires, additives voire synergiques est la règle<sup>4</sup>.

Sur le plan anesthésique, différentes prises en charge sont possibles : anesthésie générale, rachianesthésie, blocs nerveux périphériques combinés ou quadribloc<sup>5, 6, 7</sup>. Si la rachianesthésie et le quadribloc permettent une analgésie prolongée après l'intervention, la gestion de la douleur post-opératoire des patients opérés sous anesthésie générale reste soumise à controverse<sup>8</sup>.

Une analgésie post opératoire inadéquate peut par ailleurs retarder le retour au domicile, augmenter le nombre de réadmissions imprévues après la sortie, retarder le rétablissement fonctionnel et ainsi réduire la satisfaction des patients<sup>9</sup>. La récupération fonctionnelle est un enjeu d'autant plus important lorsque l'on considère le profil des patients bénéficiaires de cette chirurgie.

L'objectif de l'analgésie multimodale dans la chirurgie ligamentaire du genou est donc double : diminuer les douleurs post opératoires et ainsi améliorer la réhabilitation précoce réduisant les rétractions, les adhérences, ainsi que l'atrophie musculaire<sup>10</sup>.

La stratégie multimodale actuellement utilisée par la plupart des centres prenant en charge ces patients inclut l'utilisation de morphiniques. Or le rapport de l'ANSM publié en 2019 fait état d'une consommation d'opiacés augmentée de façon inquiétante en France. En effet, une augmentation d'environ 150% des hospitalisations et des décès liés à la consommation d'opiacés a été rapportée entre 2000 et 2017<sup>11</sup>. Identifier des stratégies antalgiques centrées sur l'ALR permettant une épargne morphinique après une chirurgie réparatrice de LCA représente ainsi un enjeu majeur.

Même si la prise en charge de la douleur doit rester l'objectif principal, la balance efficacité analgésique-déambulation précoce doit orienter le choix de la technique d'ALR la plus adaptée au patient et à son environnement<sup>12</sup>.

## **Différentes stratégies analgésiques**

Les recommandations actuelles de gestion de la douleur post-opératoire après reconstruction chirurgicale du ligament croisé antérieur accordent une place cruciale à l'utilisation d'anesthésiques locaux<sup>13</sup>. Il est ainsi démontré que l'infiltration chirurgicale d'anesthésiques locaux est associée à une réduction de la douleur des vingt-quatre premières heures post-opératoires ainsi qu'à une diminution de la consommation morphinique durant la même période, avec un fort niveau de preuve<sup>14</sup>.

Des techniques d'anesthésie loco-régionale échoguidées sont également proposées pour la gestion de la douleur post-opératoire de cette chirurgie.

Le bloc fémoral est la première technique ayant été proposée dans cette chirurgie. Une revue systématique de la littérature récente<sup>15</sup> a montré un bénéfice en termes de réduction de consommation morphinique à 24h post-opératoires mais une absence de réduction de consommation antalgique à 48h post-opératoires, de durée de séjour en ambulatoire et de réduction des nausées et vomissements post-opératoires, en comparaison à une prise en charge antalgique médicamenteuse seule. De plus, le bloc moteur fémoral inhérent à cette technique diminue la force motrice quadricipitale et ainsi augmente le risque de chute, comparé au bloc du nerf saphène au canal des adducteurs<sup>16</sup>.

En procurant une analgésie équivalente et en assurant le maintien d'une force musculaire quadricipitale supérieure<sup>17</sup>, le bloc du nerf saphène, branche sensitive du nerf fémoral, au canal des adducteurs (ou BCA) tend à remplacer le bloc fémoral pour la chirurgie du LCA. Une revue systématique de la littérature et méta-analyse a en effet permis d'établir qu'en étant comparable au bloc fémoral en termes de consommation antalgique post-opératoire et satisfaction du patient, le BCA permet de conserver une force de contraction quadricipitale bien supérieure<sup>18</sup>. Ainsi, le BCA aurait l'avantage théorique de diminuer le risque de chute et de favoriser une mobilisation précoce.

Cependant, l'infiltration chirurgicale d'anesthésiques locaux semble aussi efficace que ces stratégies d'anesthésie loco-régionales, puisque son efficacité sur la douleur post-opératoire dans les vingt-quatre premières heures serait même comparable à celle du bloc fémoral<sup>19</sup> et à celle au canal des adducteurs<sup>20</sup>.

Dans cet objectif d'analgésie permettant une récupération fonctionnelle accélérée, et devant l'excellente analgésie prodiguée par l'infiltration locale d'anesthésiques locaux, l'iPACK (ou infiltration between the popliteal artery and the posterior capsule of the knee) a été proposé depuis plusieurs années comme anesthésie loco-régionale dans différentes chirurgies du genou. L'iPACK est une infiltration échoguidée de la région postérieure du genou, intéressant des branches terminales du nerf sciatique (nerf tibial, branche postérieure du nerf fibulaire commun et branche postérieure du nerf obturateur) ainsi que des nerfs de la région antérieure (branche antérieure du nerf fibulaire commun, nerf saphène, nerf géniculaire) destinées à la capsule articulaire du genou<sup>21</sup>. Une méta-analyse, incluant des études cadavériques ainsi que des études cliniques (randomisées ou non), suggère l'intérêt de son association au BCA pour l'analgésie des chirurgies du genoux<sup>22</sup>.

De plus, comme les études cadavériques le prévoyaient, il a été démontré que l'iPACK permet effectivement un moindre bloc moteur que le bloc fémoral<sup>23</sup>.

Son efficacité analgésique similaire aux techniques d'anesthésie précédemment décrites (bloc fémoral et bloc au canal des adducteurs) a été démontrée dans l'arthroplastie totale de genou<sup>24</sup>. Dans cette même indication, il permettrait même une réduction de la durée de séjour à l'hôpital et une meilleure réhabilitation fonctionnelle dès le premier jour post-opératoire<sup>25</sup>.

L'iPACK a peu été évalué dans la chirurgie de reconstruction du LCA. Une série de cas de 3 adolescents suggère un bénéfice antalgique potentiel de l'iPACK dans la chirurgie de reconstruction du LCA, en association avec un bloc fémoral<sup>26</sup>. A notre connaissance, la seule étude récente prospective randomisée ayant comparé dans cette indication l'association d'un bloc fémoral et d'un iPACK à une infiltration locale d'anesthésiques locaux seule, retrouvait de manière significative une réduction de la consommation morphinique des vingt-quatre premières heures post-opératoires dans le groupe de patients ayant bénéficié de l'iPACK<sup>27</sup>.

## **Objectifs de l'étude LIGAPACK**

L'objectif principal de l'étude LIGAPACK était d'évaluer les bénéfices antalgiques postopératoire de l'iPACK associé au bloc au canal des adducteurs dans la reconstruction chirurgicale du LCA, en comparaison au bloc au canal des adducteurs réalisé isolément, qui est la stratégie référente dans notre institution. Les objectifs secondaires étaient de comparer la qualité de la récupération fonctionnelle entre les deux groupes et d'évaluer la sécurité liée à la réalisation de l'iPACK.

Nous formulons les hypothèses que :

- La stratégie d'ALR associant un BCA à un iPACK procure une meilleure analgésie post-opératoire que la réalisation isolée d'un BCA
- Les scores fonctionnels de récupération post-opératoire sont comparables entre les deux stratégies.

# **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## **Schéma expérimental et population**

Il s'agit d'une étude prospective, interventionnelle, monocentrique, ouverte, menée dans le service d'Orthopédie de l'hôpital Pierre Paul Riquet (CHU Toulouse).

Cette étude est une étude interventionnelle car elle impose la réalisation d'un bloc nerveux périphérique, à visée antalgique, selon les standards de réalisation d'une anesthésie locorégionale. Les risques et contraintes de cette recherche interventionnelle sont minimes (catégorie 2 selon la loi Jardé).

Puisque la réalisation d'une anesthésie locorégionale de type iPACK pour un patient participant à l'étude dépend du résultat de sa randomisation, nous avons fait le choix d'une étude ouverte. En effet, il n'est pas éthiquement souhaitable de réaliser une anesthésie locorégionale (imposant une ponction/injection) pour les patients du groupe contrôle.

Ainsi, seul le médecin réalisant le recueil des données (investigateur indépendant) et le chirurgien réalisant la chirurgie réparatrice du LCA restent en « aveugle » de la randomisation. Le patient et le médecin anesthésiste réalisant l'ALR ne sont pas en « aveugle » de la randomisation.

## **Critères de jugement**

### **Critère de jugement principal**

Le critère de jugement principal retenu pour répondre à l'objectif principal est la consommation morphinique des 48 premières heures postopératoire exprimée en équivalent morphinique oral (voir la table de conversion en annexe 1). Elle est calculée en réalisant la somme totale de la consommation morphinique depuis l'arrivée des patients en SSPI et ce jusqu'à 48<sup>ème</sup> heure postopératoire. La consommation antalgique des patients au domicile (entre la sortie du service d'anesthésie et de chirurgie ambulatoire et la 48<sup>ème</sup> heure postopératoire) était recueillie de façon prospective par téléphone par un des médecins investigateurs de l'étude à la 24<sup>ème</sup> heure puis à la 48<sup>ème</sup> heure postopératoire.

## **Critères de jugement secondaires**

Les critères de jugement secondaires sont :

- La nécessité non prévue de recourir à des antalgiques opioïdes forts (palier III) dans les 3 premiers mois postopératoire
- Le score de douleur maximale dans les 48 premières heures postopératoires (ENS de 0 à 10 avec un score plus élevé indiquant un niveau plus élevé de douleur).
- L'évaluation fonctionnelle de réhabilitation par les échelles KOOS, LYSHOLM et iKDC (détaillées en annexe) répétées à 3, 6 et 9 mois.
- Les effets adverses de l'ALR, dont les signes d'intoxication systémique aux anesthésiques locaux recueillis en SSPI, et les chutes par faiblesse musculaire (i.e. parésie)
- Les effets secondaires les plus fréquents des opiacés : nausées, vomissements, lipothymie (ou sensation de malaise), bradypnée

## **Schéma de la recherche**

Afin de répondre aux hypothèses formulées précédemment, deux groupes sont comparés :

- Groupe BCA : groupe contrôle de patients bénéficiant d'une analgésie régionale par BCA. Le BCA est actuellement la technique d'ALR de référence dans notre unité pour la chirurgie réparatrice du LCA
- Groupe BCA + iPACK : groupe interventionnel de patients bénéficiant d'une stratégie d'ALR combinant BCA et iPACK.

Les autres modalités de gestion de la douleur (i.e. traitement médicamenteux) étaient standardisées et identiques entre les groupes.

## **Randomisation**

La randomisation était effectuée après vérification des critères d'inclusion, équilibrée par bloc de 4. La liste de randomisation a été réalisée par un médecin ne faisant pas partie de l'équipe investigatrice. La randomisation était effectuée au moment de l'arrivée au bloc opératoire avant la réalisation de l'ALR. Seul le médecin investigateur réalisant l'ALR « dictée » par l'enveloppe de randomisation connaissait le groupe d'appartenance du patient.

## **Critères d'inclusion**

Tous les patients âgés de plus de 18 ans devant bénéficier d'une première chirurgie de réparation du LCA du genou, en ambulatoire, sous anesthésie générale, pouvaient être inclus dans l'étude. Les patients inclus devaient être affiliés ou bénéficiaire d'un régime de la sécurité sociale.

## **Critères de non inclusion**

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Age < à 18 ans
- Contre-indication à l'ALR (allergie produits anesthésiques locaux, infection locale de la zone de ponction, coagulopathie)
- Dépendance préexistante aux opiacés
- Contre-indication aux anti-inflammatoires non stéroïdiens
- Femme enceinte ou susceptible de l'être
- Patients sous régime de protection des majeurs (tutelle, curatelle ou sauvegarde de justice)
- Patients dont l'état cognitif ne permet pas l'évaluation par les échelles utilisées

## **Traitements, stratégies et procédures de la recherche**

Les critères usuels de jeûne étaient respectés. Avant l'ALR, les patients bénéficiaient de la mise en place d'une voie veineuse périphérique ainsi qu'une oxygénothérapie au masque durant la procédure. Tous les patients bénéficiaient d'un monitoring standard comprenant un électrocardioscope en continu, la mesure de la pression artérielle non invasive automatisée toutes les 5 minutes et la mesure continue de la saturation pulsée en oxygène (SpO<sub>2</sub>). Une prémédication par Sufentanil 5 microgrammes par voie intraveineuse avant réalisation du bloc était laissée à l'appréciation du praticien. Une thérapie intraveineuse par 8mg de dexaméthasone était effectuée pour chaque patient afin de prévenir les nausées et vomissements postopératoires d'une intervention qui était réalisée sous anesthésie générale.

Aucun traitement/procédure n'était formellement interdit(e)s.

### **Bloc au canal des adducteurs (annexe 2)**

Dans tous les cas, le BCA était réalisé avant l'anesthésie générale et l'acte opératoire.

Pour la réalisation de cette ALR, le patient est installé en décubitus dorsal, la jambe en légère rotation externe. La sonde est posée en plan transverse sur le pli inguinal. Les vaisseaux fémoraux (artère et veine) sont repérés. L'artère fémorale commune puis l'artère fémorale superficielle sont alors balayées en direction du genou. Les différentes structures musculaires délimitant le canal des adducteurs sont visualisées : le muscle sartorius qui couvre l'artère fémorale et le muscle vaste médial latéralement. Le nerf saphène, généralement hyperéchogène, se situe le plus souvent au bord latéral de l'artère dans le fascia entre les muscles sartorius et vaste médial.

Le BCA était réalisé dans la portion distale du canal des adducteurs en réalisant une injection de 15 mL de ropivacaïne 0,2% associés à l'adjonction péri-neurale de 1,5 mg de dexaméthasone.

### **Bloc iPACK (annexe 3)**

Seule la réalisation de l'iPACK différait entre les groupes. La réalisation de ce bloc était déterminée au moment de la randomisation. Dans tous les cas, ce bloc était réalisé avant l'anesthésie générale et l'acte opératoire.

Pour la réalisation de ce bloc, le patient est installé en décubitus latéral, sonde convexe positionnée au niveau du creux poplitée, les condyles fémoraux latéral et médial sont repérés, ainsi que l'artère poplitée et le nerf sciatique. La sonde est déplacée en céphalique jusqu'à disparition des condyles fémoraux et apparition de la métaphyse fémorale distale. La ponction s'effectue dans la partie médiale du genou, dans le plan des ultrasons, et l'aiguille progresse entre l'artère et la métaphyse.

15 mL de ropivacaïne à 0,2% étaient injectés dans la partie postérieure du condyle latéral. Celle-ci était associée à une injection de 10 mL de ropivacaïne 0.2% pendant le retrait de l'aiguille correspondant au condyle fémoral médial. Au total, l'administration de 25 ml de ropivacaïne 0,2% associée à l'adjonction périmébrale de 2,5 mg de dexaméthasone permettait la réalisation de l'iPACK.

### **Technique opératoire**

La procédure chirurgicale était standardisée et réalisée par un seul opérateur (Pr Cavaignac)

Dans un premier temps :

- Prélèvement du demi-tendineux et du gracilis par une incision d'environ 2 cm en regard des muscles de la Patte d'Oie.
- Préparation du transplant sur table en quatre brins, suturés à l'aide d'un fil.
- Calibrage de la greffe à 9 mm, ensuite positionnée dans une compresse imbibée de Vancomycine pendant la durée de la préparation arthroscopique.

Dans un deuxième temps :

- Voies d'abord arthroscopiques antéro médiale et antéro latérale.
- Bilans articulaires des compartiments fémoro-tibial interne, compartiment fémoro-patellaire, compartiment fémoro-tibial externe et de l'échancrure.
- Préparation d'un tunnel dans lequel la greffe est introduite.
- Fixation de la greffe au fémur avec contrôle arthroscopique de sa bonne position.
- Contrôle per opératoire de la stabilité (conflit antérieur avec l'échancrure, extension complète).
- Ténodèse latérale externe en arrière de l'épicondyle latéral et par une agrafe ligamentaire au niveau du tibia. La greffe est passée en double brin sous le fascia-lata.
- Infiltration intra articulaire chirurgicale par 20 ml de ropivacaïne 0,2%
- Fermeture plan par plan.

### **Anesthésie générale**

Les modalités de l'anesthésie générale étaient standardisées :

- Induction par Propofol 2 à 3 mg/kg
- Antalgie par Kétamine 0,15 mg/kg et Sufenta 0,2 µg/kg
- Prévention des nausées et vomissements post-opératoires par Dexaméthasone 8 mg
- Gestion des voies aériennes par masque laryngé
- Ventilation mécanique à volume courant 6 à 8 ml/kg
- Entretien de l'anesthésie par Propofol IVSE
- Antalgie en fin d'intervention par Paracétamol 1g et Ketoprofène 100 mg.

## Antalgie médicamenteuse post opératoire

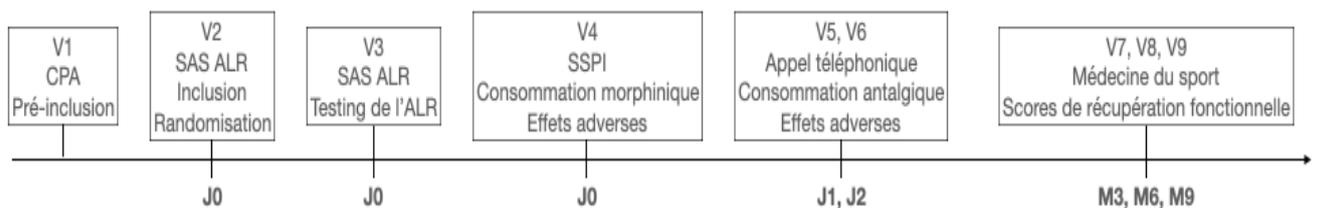
La consommation des antalgiques était standardisée et comparable entre les groupes. Dans la salle de réveil, la douleur était évaluée par une ENS à 11 points, où 0 correspond à l'absence de douleur et 10 à la pire douleur imaginable. L'oxycodone intraveineuse était administré lorsque l'ENS est  $> 3$ , avec une dose bolus initiale de 0,1 mg/kg. À leur sortie, tous les patients recevaient 1 g de paracétamol toutes les 6 h pendant 7 jours (per os) ; 100 mg de kétoprofène toutes les 12 h pendant 7 jours (per os) ; et 10 mg d'oxycodone à libération immédiate si besoin (en cas de douleur ; ENS  $> 3$ ), au maximum toutes les 4 h, pendant 5 jours, par voie sublinguale.

## Insu

A l'arrivée du patient au bloc opératoire le jour de la chirurgie, un des médecins anesthésistes investigateurs vérifiait l'éligibilité du patient pour participer à cette étude (critères d'inclusion, de non-inclusion et signature du consentement) puis ouvrait l'enveloppe scellée de randomisation qui lui est allouée. Il réalisait la stratégie d'ALR dictée par la randomisation. Un autre médecin anesthésiste investigateur de l'étude, en « aveugle » de la randomisation réalisait le recueil per et postopératoire des données.

## Déroulement de la recherche

Figure 1. Déroulement temporel de la recherche



## Visites de suivis

L'efficacité du bloc était évaluée 30 minutes après l'injection de l'anesthésique local. Un test sensitif au froid était réalisé au niveau des parties antérieures et postérieures du genou. Le bloc sensitif est défini comme « adéquat » (absence de sensibilité au froid dans la région innervée trente minutes après l'injection), « inadéquat » (sensibilité partielle au froid) ou « échec complet » (sensibilité au froid conservée). Le bloc moteur est évalué par la capacité à relever le pied (bloc iPACK) et par la contraction du muscle quadriceps (BCA). Le bloc moteur était alors défini comme « complet », « partiel » ou « absent ». La douleur ressentie par le patient était évaluée par échelle numérique simple (ENS) (0 = pas de douleur, 10 = la pire douleur imaginable). Cette évaluation était réalisée environ 1 à 2 heures après la fin de chirurgie, juste avant la sortie du patient de la SSPI, et à la 24ème et 48ème heure postopératoires par appel téléphonique systématique.

Parallèlement, la consommation totale d'équivalents morphiniques orales était relevée en SSPI puis à la 24ème et 48ème heure postopératoires par appel téléphonique systématique le lendemain et le surlendemain de la chirurgie. Les équivalents morphiniques étaient calculés selon le Livre Blanc de la Douleur publié par la SFAR (annexe 1).

La première visite de suivi était réalisée juste avant la réalisation de l'ALR (état basal). Elle comprenait un examen clinique et était réalisée par le médecin anesthésiste investigateur de l'étude réalisant la randomisation et l'ALR.

La seconde visite de suivi était réalisée 30 minutes après la fin de la réalisation de l'ALR. Elle comprenait un examen clinique associée à une évaluation de l'efficacité de l'ALR. Ce recueil était réalisé par un des médecins anesthésistes investigateurs différent du médecin ayant réalisé l'ALR.

La troisième visite de suivi était réalisée en SSPI, juste avant son retour en chambre. Elle comprenait un examen clinique, l'évaluation de la douleur (ENS de 0 à 10 et consommation morphinique), une évaluation de l'efficacité du bloc (afin de s'assurer de la persistance ou de la levée du bloc), une évaluation de la tolérance de l'ALR (recherche de signes cliniques cardiaques ou neurologiques d'intoxication systémique aux anesthésiques locaux), et une évaluation des principaux effets secondaires des opiacés (nausées, vomissements, lipothymie). Ce recueil était réalisé par un des médecins anesthésistes investigateurs en aveugle de l'ALR réalisée.

La 4<sup>ème</sup> visite de suivi était réalisée le lendemain de la chirurgie (24<sup>ème</sup> heure postopératoire), par entretien téléphonique. Elle comprenait l'évaluation de la douleur (ENS de 0 à 10 et consommation morphinique), une évaluation des effets adverses de l'ALR (chute par faiblesse musculaire), et une évaluation des principaux effets secondaires des opiacés (nausées, vomissements, lipothymie, bradypnée).

La 5<sup>ème</sup> visite de suivi était réalisée par un entretien téléphonique à 48 heures de la chirurgie et consistait en une évaluation de la douleur par l'échelle ENS associée à la consommation en morphinique, une évaluation des effets adverses de l'ALR (chute par faiblesse musculaire), et une évaluation des principaux effets secondaires des opiacés (nausées, vomissements, lipothymie).

Les 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> visites de suivi sont réalisées par la médecine du sport et consistent en un examen clinique complet associé à la réalisation de scores fonctionnels LYSHOLM, IKDC et KOOS (annexes 4, 5, 6). La consommation morphinique totale est recueillie auprès du patient lors de la visite à 3 mois post-opératoire (6<sup>o</sup> visite). Ces visites font partie du soin courant réalisé en post-opératoire. Les patients ne sont pas revus dans le cadre de la recherche mais les résultats des scores fonctionnels sont récupérés pour être analysés dans le cadre de l'étude.

## **Calcul du nombre de sujets nécessaires**

La consommation morphinique moyenne à la 48<sup>ème</sup> heure postopératoire d'une chirurgie de LCA recueillie rétrospectivement sur un échantillon de 30 patients ayant bénéficiés d'un BCA était de  $100 \pm 40$  mg dans notre unité. Pour mettre en évidence une réduction d'au moins 25% de cette consommation dans le groupe iPACK + BCA comparé au groupe BCA (bénéfice antalgique jugé cliniquement pertinent), avec un risque alpha fixé à 5% et une puissance fixée à 80%, 41 patients par groupe devaient être analysés. Afin de pallier aux éventuelles erreurs d'inclusion et aux perdus de vue (généralement estimés à 10%), nous avons prévu d'inclure 45 patients par groupe.

## Analyse statistique

La normalité des données était testée à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov. Les variables qualitatives étaient exprimées en nombre et pourcentage et comparées à l'aide du test de Chi2.

Les variables quantitatives étaient exprimées en moyenne ( $\pm$  écart type) ou médiane [25<sup>ème</sup> – 75<sup>ème</sup> percentile], et comparées à l'aide du test U de Mann Whitney ou du test t de Student. La consommation morphinique des 24 premières heures (H0 à H24) et des 24 heures suivantes (H24 à H48) ainsi que les scores de douleurs en SSPI (H0), à la 24<sup>ème</sup> heure (H24), à la 48<sup>ème</sup> heure (H48) et au troisième mois (M3) ont été intégrés dans une ANOVA à mesures répétées. Deux facteurs et leur interaction étaient examinés : l'effet groupe (i.e. iPACK + BCA vs. BCA) et l'effet temps. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel MedCalc (version 12.6.1, MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; 2013). Une valeur  $p < 0,05$  était considérée comme statistiquement significative.

# RÉSULTATS

Au total, 89 patients ont été inclus et randomisés dans l'étude. Quatre patients ont été exclus de l'étude après randomisation : 1 patient par violation de protocole (erreur d'inclusion : chirurgie de reprise de LCA) et 3 patients ont été perdus de vue. Tous avaient été randomisés dans le groupe contrôle (BCA seul). Le diagramme de flux est représenté en figure 1. Les caractéristiques démographiques étaient comparables entre les groupes (tableau 2). L'âge médian était de 26 ans. La population était majoritairement masculine.

Figure 2. Diagramme de flux

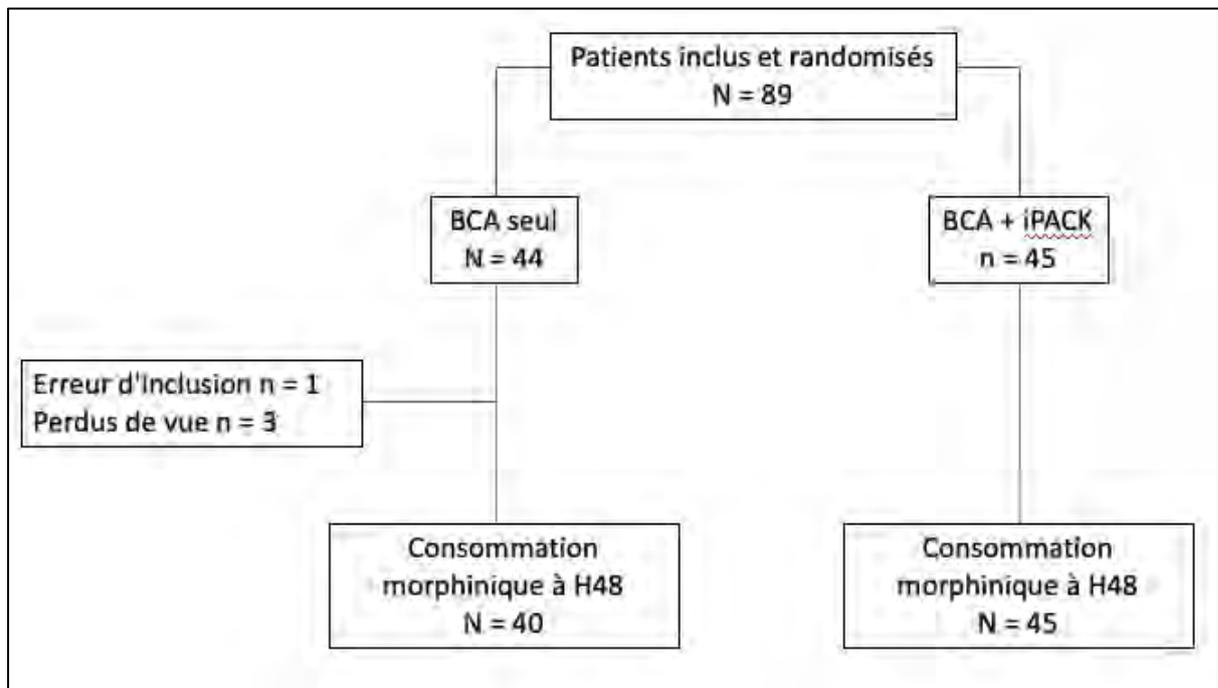


Tableau 1. Caractéristiques des groupes

	<b>Population Générale (n = 85)</b>	<b>BCA (n = 40)</b>	<b>BCA + iPACK (n = 45)</b>	<b>p</b>
<b>Age (années)</b>	26 [21.5 – 33.5]	25 [21 – 30]	26 [22 – 37]	0.38
<b>Sexe (femmes)</b>	30 (35.3%)	15 (37.5%)	15 (33.3%)	0.82
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24.2 [22.2 – 26.3]	24 [21.8 – 26.5]	24.8 [22.5 – 26.1]	0.81
<b>Evaluation du bloc sensitif à 30 min :</b>				
- 1 = complet	31 (41.9%)	17 (45.9%)	14 (37.8%)	0.23
- 2 = partiel	27 (36.5%)	9 (24.3%)	18 (48.6%)	
- 3 = absent	4 (5.4%)	1 (2.7%)	3 (8.1%)	
- 4 = non renseigné	12 (16.2%)	10 (27%)	2 (5.4%)	
<b>Evaluation du bloc sensitif en SSPI :</b>				
- 1 = complet	56 (65.9%)	29 (72.5%)	27 (60%)	0.22
- 2 = partiel	18 (21.2%)	7 (17.5%)	11 (24.4%)	
- 3 = absent	1 (1.2%)	1 (2.5%)	0 (0%)	
- 4 = non renseigné	10 (11.7%)	3 (7.5%)	7 (15.6%)	
<b>Sufentanil avant ALR (µg)</b>	5 [5 – 5]	5 [5 – 5]	5 [5 – 5]	0.64
<b>Sufentanil per-opératoire(µg)</b>	15 [10 – 18.5]	15 [10 – 15]	15 [10 – 20]	0.92
<b>Effets adverses morphiniques en SSPI :</b>				
- Troubles de la vigilance ou malaise	6 (7%)	2 (5%)	4 (8.9%)	0.66
- Nausées, vomissements	9 (10.6%)	4 (10%)	5 (11.1%)	0.87
- Dyspnée	1 (1.2%)	0 (0%)	1 (2.2%)	0.35
<b>Effets adverses morphiniques à J1 :</b>				
- Troubles de la vigilance ou malaise	11 (12.9%)	7 (17.5%)	4 (8.9%)	0.45
- Nausées, vomissements	25 (29.4%)	14 (35%)	11 (24.4%)	0.29
- Dyspnée	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-
<b>Effets adverses morphiniques à J2 :</b>				
- Troubles de la vigilance ou malaise	13 (15.3%)	6 (15%)	7 (15.6%)	0.73
- Nausées, vomissements	11 (12.9%)	4 (10%)	7 (15.6%)	0.45
- Dyspnée	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-
<b>Chutes à J1</b>	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-
<b>Chutes à J2</b>	1 (1.2%)	1 (2.5%)	0 (0%)	0.29
Les valeurs sont exprimées en médiane [25 <sup>ème</sup> – 75 <sup>ème</sup> percentile] ou en nombre (%).				

## Critère de jugement principal

Cette étude n'a pas retrouvé de réduction significative de la consommation morphinique par l'association d'un iPACK et d'un BCA comparée à un BCA seul dans la chirurgie réparatrice du LCA.

La stratégie anesthésique d'association d'un iPACK à un bloc au canal des adducteurs ne permet pas de réduire significativement la consommation morphinique en comparaison à la réalisation seule d'un bloc au canal des adducteurs, dans la chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur (60 [31,5-89] mg vs 50 [13,5-102,5] mg,  $p = 0,49$ ) (Tableau 2).

Tableau 2. Evaluation longitudinale de la consommation morphinique post-opératoire

	Population totale (n=85)	BCA (n=40)	BCA + iPACK (n=45)	p-value
Consommation en équivalent morphinique (mg)				
• En SSPI	18 [6 – 26.25]	18 [9 – 30]	18 [0 – 24]	0.73
• Entre la sortie de SSPI et J1	20 [0 – 40]	20 [0 – 35]	20 [0 – 32.5]	0.70
• A J1	38 [18 – 61]	28 [13.5 – 68]	38 [19.5 – 55.25]	0.71
• Entre J1 et J2	20 [0 – 40]	10 [0 – 40]	20 [0 – 40]	0.59
• A J2	<b>58 [20 – 98]</b>	<b>50 [13.5 – 102.5]</b>	<b>60 [31.5 – 89]</b>	<b>0.49</b>

Les données sont exprimées en médiane [25° et 75° percentiles].  
BCA = bloc au canal des adducteurs ; iPACK = interspace between the popliteal artery and the capsule of the knee ; SSPI = salle de surveillance post-interventionnelle.

## Critères de jugement secondaires

Aucune différence significative de consommation morphinique n'a été décelée entre les groupes, à tous les temps d'évaluation post-opératoire.

De la même manière, il n'a pas été retrouvé de différence significative entre les groupes en termes de scores de douleur, que ce soit en SSPI, à 24H ou à 48h post-opératoire. (Tableau 3)

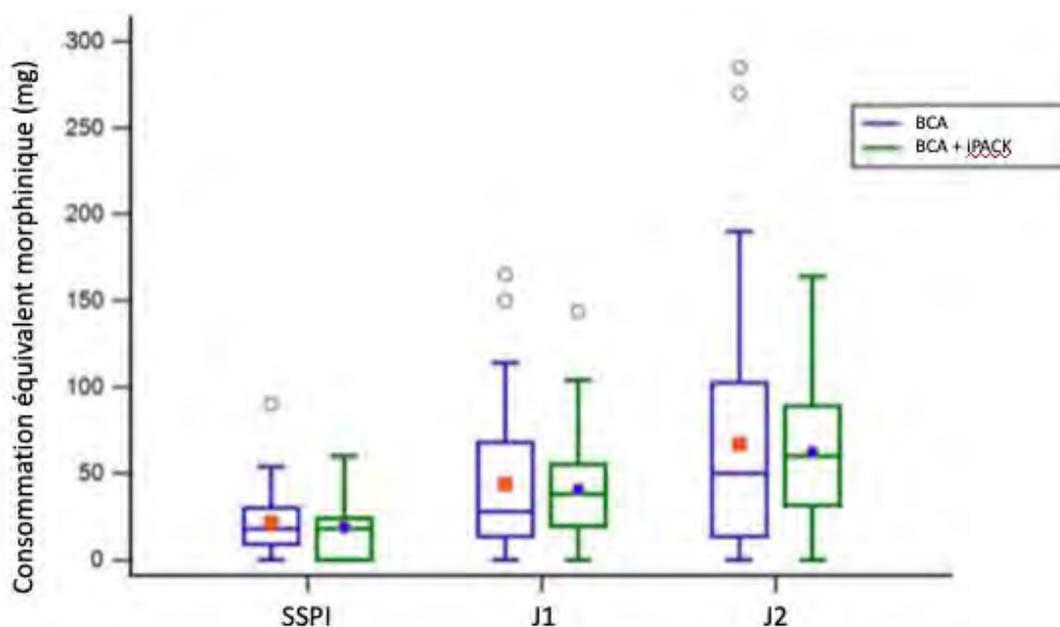
Tableau 3. Scores de douleur post-opératoires.

	Population totale (n=85)	BCA (n=40)	BCA + iPACK (n=45)	p-value
Score maximal de douleur post-opératoire (ENS, /10)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En SSPI</li> <li>• Entre la sortie de SSPI et J1</li> <li>• Entre J1 et J2</li> </ul>	5 [3 – 7] 5 [3 – 6] 5 [3 – 6.25]	5 [4 – 7] 5 [3.5 – 6] 5 [3 – 6]	5 [3 – 7] 4 [3 – 6] 5 [3 – 7]	0.9 0.2 0.9
Les données sont exprimées en médiane [25° – 75° percentiles]. BCA = bloc au canal des adducteurs ; iPACK= interspace between the popliteal artery and the capsule of the knee ; ENS = échelle numérique simple ; SSPI = salle de surveillance post-interventionnelle				

En ce qui concerne les effets adverses, que ce soit les effets indésirables des médicaments morphiniques ou la tolérance de l'ALR, leur survenue était également comparable entre les deux groupes (Tableau 1).

L'analyse en ANOVA a permis de constater que l'absence de différence significative de consommation morphinique entre les deux groupes persiste dans le temps (Figure 3).

Figure 3. Évolution des consommations morphinique (en équivalent morphinique oral) dans le temps et par groupe.



Une analyse intermédiaire ayant dû être réalisée, les résultats statistiques en terme de récupération fonctionnelle ne sont à ce jour pas disponibles.

## DISCUSSION

A travers cette étude, nous n'avons pas pu démontrer de bénéfice antalgique à l'association d'un iPACK au bloc au canal des adducteurs dans la chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur, en comparaison au bloc au canal des adducteurs réalisé seul. L'adjonction d'un iPACK à la stratégie anesthésique déjà en place dans notre CHU pour cette chirurgie semble donc futile.

Nos résultats s'opposent ainsi à ceux de Martin et al<sup>27</sup>. Cependant, il existe des différences notables entre les deux études. Dans leur étude, il s'agissait d'une comparaison entre l'association d'un iPACK et d'un bloc fémoral, comparé à une infiltration chirurgicale d'anesthésique local. La différence de consommation morphinique peut donc être expliquée par cette absence d'ALR dans le groupe contrôle, alors que nos patients bénéficiaient tous d'un BCA, quel que soit leur groupe de randomisation.

En revanche, cette absence de bénéfice antalgique de l'association d'un iPACK au BCA a été retrouvée dans la chirurgie d'arthroplastie totale de genou, comme l'a récemment démontré une méta-analyse<sup>28</sup>. Cependant, cette méta-analyse a pu différencier deux situations : en présence d'une infiltration chirurgicale systématique d'anesthésique local, ce qui est le cas dans notre étude, il n'existe pas de différence de consommation antalgique, mais en absence de cette infiltration, l'association BCA et iPACK permet de réduire la douleur par rapport au groupe contrôle.

Un premier élément d'explication de nos résultats correspond au fait que la consommation morphinique post-opératoire était très faible, quel que soit le groupe de randomisation. En effet, dans l'échantillon total, la consommation médiane d'équivalent morphinique était de 58 mg à la 48<sup>ème</sup> heure post-opératoire, en prenant en compte la consommation morphinique en SSPI. Cela équivaut à 2 à 3 comprimés d'Oxycodone orale dosés à 10 mg. La douleur post-opératoire semble donc bien soulagée avec l'ensemble des stratégies mises en place par notre équipe d'anesthésie. Les patients étant suffisamment soulagés, il semble logique qu'un bénéfice antalgique significatif de l'iPACK soit difficile à mettre en évidence.

Un autre élément d'explication tient dans le fait qu'une infiltration chirurgicale de Ropivacaïne était réalisée dans les deux groupes. Cette infiltration se fait dans la gaine du tendon du muscle semi-tendineux que le chirurgien vient d'extraire. Ainsi, elle peut avoir biaisé les résultats en réalisant une anesthésie partielle de la capsule articulaire postérieure (se situant juste en avant de ce tendon), mimant alors l'effet de l'iPACK dans les deux groupes, y compris chez les patients ne recevant qu'un BCA seul. D'autre part, l'infiltration dans la gaine du tendon prélevé assure l'antalgie pour la part douloureuse due au prélèvement du greffon tendineux, sur laquelle l'iPACK n'est pas efficace. Supposant que la douleur post-opératoire de la chirurgie du LCA est en grande partie due à ce prélèvement, cela peut expliquer l'efficacité de l'infiltration chirurgicale et l'absence de bénéfice de l'iPACK lorsqu'il est associé à celle-ci.

Malgré ce biais possible induit par l'infiltration chirurgicale, celle-ci a fait la preuve de son efficacité antalgique et est incluse dans les recommandations anesthésiques de la chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur ; ce qui justifie qu'elle ait été prévue dans le protocole anesthésique standardisé pour l'étude.

Cette cohorte a permis par ailleurs d'étudier de manière générale la période post-opératoire des patients pris en charge pour une chirurgie du ligament croisé antérieur en ambulatoire. En suivant ces patients pendant 48h post-opératoires, nous avons pu observer d'une part une faible consommation morphinique totale, et d'autre part une décroissance de la consommation morphinique avec le temps, depuis la SSPI jusqu'à la 48<sup>ème</sup> heure post-opératoire. Cette décroissance de la consommation séquentielle a été confirmée par l'analyse en mesure répétées. Cela permet de confirmer qu'une prise en charge en ambulatoire de ces patients est adaptée, dans la mesure où la douleur est essentiellement présente dans les premières heures post-opératoires.

De plus, afin d'évaluer la consommation morphinique réellement nécessaire chez nos patients, la prescription de morphine à libération prolongée à prendre de manière systématique avait été supprimée du protocole antalgique post-opératoire dans le cadre de cette recherche. Considérant la faible consommation morphinique de notre cohorte, la prescription systématique d'opioïdes à libération prolongée va pouvoir définitivement être abandonnée dans cette indication chirurgicale.

En termes de sécurité, aucune différence significative de tolérance de l'ALR (risque de chute) n'a été retrouvée entre les deux groupes. Ce résultat était attendu dans la mesure où l'iPACK ne procure pas de bloc moteur. Notre étude permet de confirmer cette observation. La survenue d'effets indésirables des opiacés était de même comparable entre les groupes. L'ajout de l'iPACK à la stratégie anesthésique proposée aux patients subissant une reconstruction chirurgicale du LCA ne constitue donc pas de surrisque en comparaison à la stratégie témoin. Cependant, devant l'absence de bénéfice démontré et la nécessité d'une ponction supplémentaire pour la réalisation de l'iPACK, il n'est pas licite de proposer cette stratégie à titre systématique (balance bénéfice/risque défavorable).

Notre étude présente certaines limites. Il s'agit tout d'abord d'une étude monocentrique de faible effectif, ce qui limite les possibilités d'extrapolation des résultats à d'autres centres. Cependant l'effectif nécessaire ayant été calculé afin de garantir une puissance suffisante, les résultats sur le critère de jugement principal semblent fiables. Une autre limite à l'extrapolation des résultats est que les patients ont tous été opérés par le même chirurgien. Cela permettait une comparabilité parfaite entre les groupes contrôle et d'intervention, mais gêne la possibilité d'extension de nos résultats à une population plus large.

D'autre part, le recueil des données a été fait par téléphone à 24 puis 48h post-opératoire par un des médecins investigateurs de l'étude. Un recueil auto-reporté par le patient et pseudonymisé augmenterait la fiabilité des réponses, notamment sur les scores de douleur postopératoire. Néanmoins, cette modalité était la même pour les deux groupes et n'a donc pas du engendrer de différence influant sur les résultats.

L'impossibilité de démontrer un bénéfice significatif de l'association d'un iPACK au BCA peut par ailleurs résulter du fait que le calcul de la taille de l'échantillon a été fait pour une réduction de 25% de la consommation morphinique, en partant d'une consommation moyenne estimée à  $100 \pm 40$  mg. Or la consommation médiane dans notre étude s'est révélée bien inférieure (consommation médiane en équivalent morphinique à J2 58 mg [20-98]), probablement du fait de la suppression de la prescription systématique d'oxycodone à libération prolongée, ce qui a pu limiter la puissance de l'étude.

Une dernière limite est déterminée par les patients perdus de vue. En effet, comme prévu par le protocole, ceux-ci n'ont pas été inclus dans l'analyse finale. Or tous appartenaient au groupe témoin (BCA seul) ; ce qui peut générer un biais dans les résultats. Toutefois, le calcul du nombre de sujets nécessaire prenait en compte un nombre potentiel de patients perdus de vue (10%), permettant de prévenir ce biais.

Un objectif secondaire de l'étude concernait la récupération fonctionnelle post-opératoire, évaluée par la médecine du sport à 3, 6 et 9 mois post-opératoires. Les résultats issus de l'analyse statistique des critères secondaires répondant à cet objectif (échelles fonctionnelles KOOS, LYSHOLM et IKDC) ne sont à ce jour pas disponibles. Etant donné l'absence de bénéfice antalgique significatif de la technique à l'étude, il semble cependant peu probable que l'association d'un iPACK à un BCA ait un bénéfice sur la récupération fonctionnelle à distance d'une chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur.

## Conclusion

Dans le cadre d'un protocole standardisé d'analgésie multimodale, l'association d'un iPACK à un BCA ne permet pas d'épargner la consommation morphinique des 48 premières heures postopératoire en comparaison à la réalisation d'un BCA seul chez les patients bénéficiant d'une chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur sous anesthésie générale.

La faible consommation morphinique globale des 2 premiers jours postopératoires (environ 3 comprimés d'oxycodone 10 mg), associé à des douleurs modérées retrouvées dans les 2 groupes, encourageant à se satisfaire du BCA combiné à l'infiltration chirurgicale de la capsule articulaire du genou pour assurer le contrôle de la douleur postopératoire.

Une étude multicentrique de plus grande ampleur pourrait être nécessaire pour confirmer ces résultats.

Vu et permis d'imprimer

Le Président de l'Université Toulouse III – Paul Sabatier  
Faculté de Santé  
Par délégation,  
La Doyenne-Directrice  
Du Département de Médecine, Maïeutique, Paramédical  
Professeure Odile RAUZY

Bon jour impression  
le 31/05/22

O. FOURCADE

Professeur O. FOURCADE  
N° RPPS : 10002903317

Département Anesthésie & Réanimation  
Centre Hospitalo-Universitaire de TOULOUSE  
TSA 40031 - 31059 TOULOUSE Cedex 9  
Tél. : 05-61-77-74-43 / 05-61-77-92-67

## BIBLIOGRAPHIE

1. Swirtun LR, et al. Who chooses anterior cruciate ligament reconstruction and why? A 2-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports*. 2006 Dec;16(6):441-6.
2. Andrés-Cano P, et al. Postoperative complications of anterior cruciate ligament reconstruction after ambulatory surgery. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2015 May-Jun;59(3):157-64.
3. Ogura T, et al. Femoral nerve versus adductor canal block for early postoperative pain control and knee function after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autografts: a prospective single-blind randomised controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021 Nov;141(11):1927-1934.
4. Davey MS et al. Pain Management Strategies After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review with Network Meta-analysis. *Arthroscopy*. 2021 Apr;37(4):1290-1300.
5. Liu SS, et al. A comparison of regional versus general anesthesia for ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesth Analg*. 2005 Dec;101(6):1634-1642.
6. Baverel L, et al. Anesthesia and analgesia methods for outpatient anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016 Dec;102(8S):S251-S255.
7. Williams BA, et al. General health and knee function outcomes from 7 days to 12 weeks after spinal anesthesia and multimodal analgesia for anterior cruciate ligament reconstruction. *Anesth Analg*. 2009 Apr;108(4):1296-302.
8. Secrist ES, et al. Pain Management After Outpatient Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med*. 2016 Sep;44(9):2435-47.
9. Lentz TA, et al. Factors associated with function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health*. 2009 Jan;1(1):47-53.
10. Risberg MA, et al. Prospective study of changes in impairments and disabilities after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999 Jul;29(7):400-12.
11. ANSM, État des lieux de la consommation des antalgiques opioïdes et leurs usages problématiques, Février 2019.
12. Kocher MS, et al. Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*. 2002 Sep;84(9):1560-72.
13. Abdallah FW, et al. Pain Management for Ambulatory Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Evidence-Based Recommendations From the Society for Ambulatory Anesthesia. *Anesth Analg*. 2019 Apr;128(4):631-640.

14. Yung EM, et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part III: Local Instillation Analgesia-A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg.* 2019 Mar;128(3):426-437.
15. Vorobeichik L, et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part I-Femoral Nerve Block. *Anesth Analg.* 2019 Jan;128(1):58-65.
16. Kwofie MK, et al. The effects of ultrasound-guided adductor canal block versus femoral nerve block on quadriceps strength and fall risk: a blinded, randomized trial of volunteers. *Reg Anesth Pain Med.* 2013 Jul-Aug;38(4):321-5.
17. Abdallah FW, et al. Adductor Canal Block Provides Noninferior Analgesia and Superior Quadriceps Strength Compared with Femoral Nerve Block in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Anesthesiology.* 2016 May;124(5):1053-64.
18. Sehmbi H, et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Arthroscopic Knee Surgery and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part II: Adductor Canal Nerve Block-A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg.* 2019.
19. Shin SK, et al. Local Infiltration Analgesia Versus Femoral Nerve Block for Pain Control in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review With Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2021 Nov 12;9(11).
20. Stebler K, et al. Adductor canal block versus local infiltration analgesia for postoperative pain after anterior cruciate ligament reconstruction: a single centre randomised controlled triple-blinded trial. *Br J Anaesth.* 2019 Aug;123(2):e343-e349.
21. Tran J, et al. Evaluation of the iPACK block injectate spread: a cadaveric study. *Reg Anesth Pain Med.* 2019 May 6:rapm-2018-100355.
22. Chan E, et al. Infiltration between the popliteal artery and the capsule of the knee (IPACK) block in knee surgery: a narrative review. *Reg Anesth Pain Med.* 2021 Sep;46(9):784-805.
23. Kampitak W, Tanavalee A, Ngarmukos S, Tantavisut S. Motor-sparing effect of iPACK (interspace between the popliteal artery and capsule of the posterior knee) block versus tibial nerve block after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2020;45(4):267–276. doi:10.1136/rapm-2019-100895
24. D'Souza RS, et al. Ultrasound-Guided Local Anesthetic Infiltration Between the Popliteal Artery and the Capsule of the Posterior Knee (IPACK) Block for Primary Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Local Reg Anesth.* 2021;14:85-98. Published 2021 May 12.
25. Thobhani, et al. Novel Regional Techniques for Total Knee Arthroplasty Promote Reduced Hospital Length of Stay: an Analysis of 106 Patients. *The Ochsner Journal*, vol. 17, no. 3, 2017, pp. 233-238.

26. Nguyen KT, et al. Infiltration Between Popliteal Artery and Capsule of the Knee Block to Augment Continuous Femoral Nerve Catheter for Adolescent Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Case Series. *A A Pract.* 2020 Jan 15;14(2):37-39.
27. Martin R, et al. Combination of femoral triangle block and infiltration between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee (iPACK) versus local infiltration analgesia for analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled triple-blinded trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2021 Sep;46(9):763-768.
28. Hussain N, et al. Does the addition of iPACK to adductor canal block in the presence or absence of periarticular local anesthetic infiltration improve analgesic and functional outcomes following total knee arthroplasty? A systematic review and meta-analysis. *Reg Anesth Pain Med.* 2021 Aug;46(8):713-721.

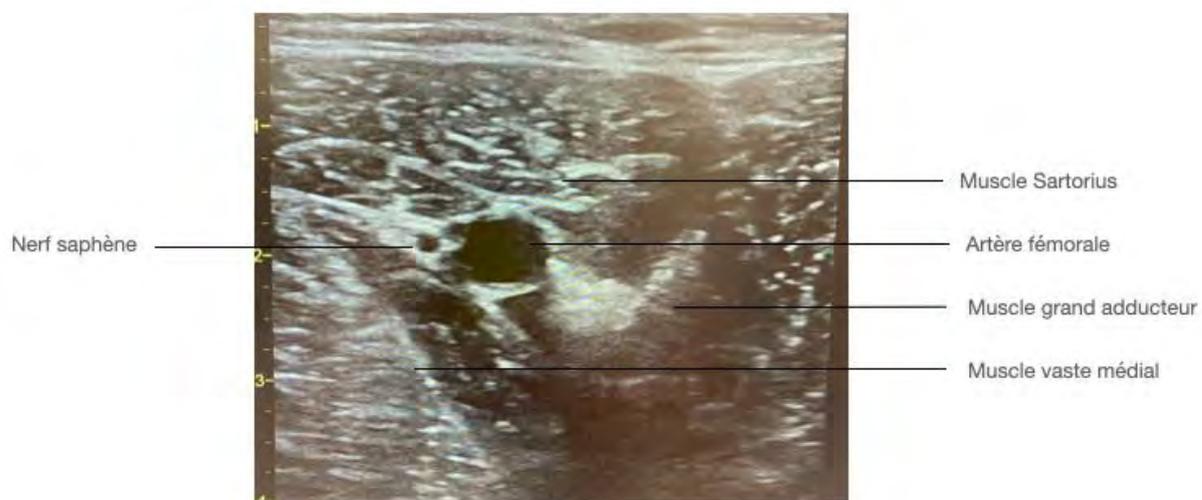
# ANNEXES

## Annexe 1

**Table pratique : équianalgésie d'épargne morphinique**

Dénomination	Facteur de conversion	Équivalent de la dose morphine PO
Poudre d'opium	1/10	25mg de poudre d'opium = 2,5mg morphine PO
Codéine	1/6	60mg de codéine = 10mg de morphine PO
Tramadol oral	1/10 à 1/5	50mg de tramadol = 5 à 10mg morphine PO
Dihydrocodéine	1/3	60mg de dihydrocodéine = 20mg de morphine PO
Morphine Orale (Actisolan, Oramorph)	1	Dépense de référence
Morphine SC	2	5mg morphine SC = 10 mg morphine PO
Morphine IV	3	10mg morphine IV = 30mg morphine PO
Nalbuphine SC	2	5mg de nalbuphine SC = 10mg de morphine PO
Oxycodone orale	1,5 à 2	5mg oxycodone PO = 7,5 à 10mg Morphine PO 10mg morphine PO = 5mg oxycodone PO
Oxycodone IV	3	10mg oxycodone IV = 30mg de morphine PO
Hydromorphone	7,5	4mg d'hydromorphone = 30mg de morphine PO
Buprénorphine sublingual	30	0,2mg de buprénorphine = 6mg de morphine PO
Fentanyl Transdermique	100	25µg/h de fentanyl transdermique = 600 µg/j = 60 mg de morphine PO/j

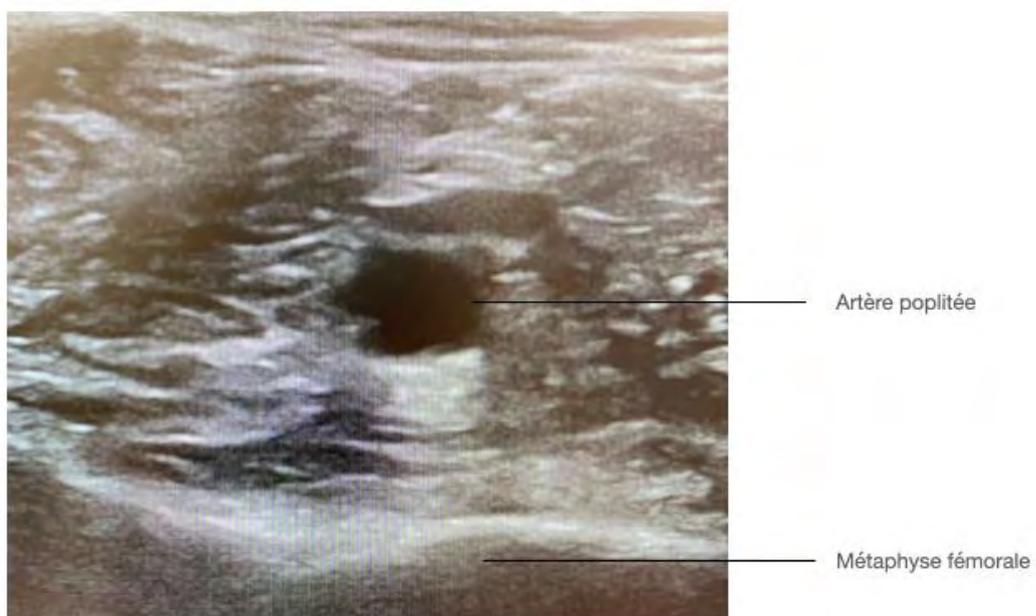
## Annexe 2 : bloc du nerf saphène au canal des adducteurs



### Annexe 3 : iPACK



Après déplacement céphalique de la sonde :



## Annexe 4 : score LYSHOLM

INSTABILITE	Jamais de déroboement	
	En exercice, rarement	
	En exercice, féquemment	
	Occasionnelle, vie courante	
	A chaque pas	
DOULEUR	Jamais	
	En exercice, modérée	
	En exercice, importante	
	Marche > 2km, importante	
	Constante	
BLOCAGE	Jamais	
	Accrochage sans blocage	
	Blocage occasionnel	
	Blocage fréquent	
GONFLEMENT	Jamais	
	En exercice intense	
	En activité courante	
	Constant	
ESCALIER	Aucune difficulté	
	Léger handicap	
	Une marche à la fois	
	Impossible	
ACCROUISSMENT	Aucune difficulté	
	Léger handicap	
	Pas plus de 90°	
	Impossible	
BOITERIE	Aucune	
	Modérée ou occasionnelle	
	Sévère et constante	
UTILISATION D'UNE CANNE	Jamais	
	Permanente	
	Station debout impossible	

## Annexe 5 : score KOOS

SYMPTOMES AU COURS DES 8 DERNIERS JOURS					
	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Tout le temps
Est-ce que votre genou gonfle ?					
Entendez-vous/ressentez-vous des craquements ou des bruits en bougeant le genou ?					
Est-ce que votre genou accroche ou se bloque en bougeant ?					
Pouvez-vous étendre votre genou complètement ?					
Pouvez-vous plier votre genou complètement ?					
RAIDEUR AU COURS DES 8 DERNIERS JOUR					
	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
Le matin au réveil, la raideur (sensation d'avoir du mal à bouger) de votre genou est :					
Après être resté(e) assis(e), couché(e), ou au repos pendant la journée, la raideur de votre genou est :					
DOULEUR AU COURS DES 8 DERNIERS JOURS					
	Jamais	1 fois /mois	1 fois /semaine	Tous les jours	Tout le temps
Avez-vous souvent mal au genou ?					
	Absent	Léger	Modéré	Fort	Extrême
Quelle a été l'importance de votre douleur du genou en tournant, pivotant sur votre jambe ?					
Quelle a été l'importance de votre douleur du genou en étendant complètement le genou ?					
En pliant complètement le genou ?					
En marchant sur un terrain plat ?					
En montant ou en descendant les escaliers ?					
Au lit la nuit ?					
En restant assis(e) ou couché(e) ?					
En restant debout ?					

FONCTION, VIE QUOTIDIENNE : au cours des 8 derniers jours, quelle a été votre difficulté pour...					
	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
Descendre les escaliers ?					
Monter les escaliers ?					
Vous relever d'une position assise ?					
Rester debout ?					
Vous pencher en avant pour ramasser un objet ?					
Marcher sur un terrain plat ?					
Monter ou descendre de voiture ?					
Faire vos courses ?					
Mettre vos chaussettes ou vos collants ?					
Sortir du lit ?					
Enlever vos chaussettes ou vos collants ?					
Vous retourner ou garder le genou dans la même position en étant couché(e) ?					
Entrer ou sortir d'une baignoire ?					
Rester assis(e) ?					
Vous asseoir ou vous relever des toilettes ?					
Faire de gros travaux ménagers (déplacer des objets lourds, récurer les sols, ...) ?					
Faire des petits travaux ménagers (faire la cuisine, faire la poussière, ...) ?					
ACTIVITÉS, LOISIRS : au cours des 8 derniers jours, quelle a été votre difficulté pour les activités suivantes ?					
	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
Rester accroupi(e) ?					
Courir ?					
Sauter ?					
Tourner, pivoter sur votre jambe ?					
Rester à genoux ?					
QUALITÉ DE VIE					
	Jamais	1 fois /mois	1 fois /semaine	Tous les jours	Tout le temps
Pensez-vous souvent à votre problème de genou ?					
	Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Extrêmement
Avez-vous modifié votre façon de vivre pour éviter les activités qui pourraient aggraver votre problème de genou ?					
Est-ce qu'un manque de confiance dans votre genou vous gêne ?					
Finalement, êtes-vous gêné(e) par votre genou ?					

## Annexe 6 : score IKDC

SYMPTÔMES	
Quel niveau d'activité le plus important pouvez-vous accomplir sans souffrir du genou ?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou</li> </ul>	
Au cours des quatre dernières semaines, ou depuis votre accident ou blessure, combien de fois avez-vous souffert du genou ? 0 correspond à "Constamment" et 10 correspond à "Jamais".	
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
Quel est l'intensité de la douleur ? 0 correspond à "La pire douleur" et 10 correspond à "Aucune".	
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
Au cours des quatre dernières semaines, ou depuis l'accident ou blessure, votre genou était-il raide ou gonflé ?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas du tout</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un peu</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moyennement</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaucoup</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Énormément</li> </ul>	
Quel est le niveau le plus haut d'activité que vous pouvez accomplir sans que votre genou enfle ?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou</li> </ul>	
Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis l'accident ou blessure, votre genou s'est-il bloqué ?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oui</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non</li> </ul>	
Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez accomplir sans que votre genou se dérobe ?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou</li> </ul>	
ACTIVITÉS SPORTIVES	
Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez pratiquer régulièrement ?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou</li> </ul>	

	Pas difficile	Légèrement difficile	Difficile	Très difficile	Impossible
Rencontrez-vous des difficultés pour monter les escaliers ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour descendre les escaliers ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour s'agenouiller (poids du corps sur le devant du genou) ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour s'accroupir ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour s'asseoir ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour se lever d'une chaise ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour courir en ligne droite ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour sauter avec réception sur la jambe faible ?					
Rencontrez-vous des difficultés pour s'arrêter et repartir brusquement (marche, course à pied) ?					
FONCTIONNEMENT					
Noter le fonctionnement du genou sur une échelle de 0 à 10 (0 étant l'incapacité à accomplir les activités de la vie quotidienne et 10 correspondant au fonctionnement optimal)					
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0					

## Abstract

### **Postoperative analgesic benefit of the Infiltration between the Popliteal Artery and the posterior Capsule of the Knee (iPACK) in the anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction surgery: a randomized, controlled, clinical trial.**

**Background:** The ACL reconstruction is known to be sometimes painful in the postoperative period, and regional analgesia is of major interest in this setting. However, the optimal regional analgesia, providing effective analgesia without delaying the functional rehabilitation, is still controversial. We hypothesized that, compared to an Adductor Canal nerve Block (ACB) alone, an added iPACK would decrease morphine consumption by 25% during the 48 first postoperative hours.

**Methods:** 90 patients scheduled for primary ACL reconstruction under general anesthesia were prospectively enrolled in this single-blind, randomized, controlled study, and allocated to the control group (ACB, n = 45) or the study group (ACB + iPACK, n = 45). All other anesthetic features, notably the general anesthesia and the postoperative analgesic regimen, were standardized. The primary outcome was the amount of postoperative oral morphine equivalent consumption at day 2. Secondary outcomes were maximal pain scores at different time point, opioids adverse effects, and functional scores at 3, 6 and 9 months. Data are expressed as median [25<sup>th</sup> – 75<sup>th</sup> percentile].

**Results:** Compared to ACB alone, an added iPACK did not reduce the morphine consumption at day 2 after the surgery (respectively, 50 [13,5-102,5] mg vs 60 [31,5-89] mg, p = 0,49). Pain scores and morphine consumption were not different between groups at any time point. No significant intergroup differences were found in terms of opioid- related side effects. Functional retrieval data are not yet available.

**Conclusions:** iPACK added to ACB has no additional analgesic benefits for primary ACL reconstruction realized under general anesthesia in the setting of an adequate basic postoperative analgesia regimen. This negative result could be explained by a lower morphine consumption than expected or the surgical local infiltration analgesia performed in all patients.

## **Bénéfice antalgique post-opératoire de l'iPACK dans la chirurgie réparatrice du ligament antérieur du genou (LCA) : un essai contrôlé randomisé.**

**Introduction :** La chirurgie réparatrice du LCA est douloureuse, et l'anesthésie loco-régionale est devenue un point-clé de l'analgésie post-opératoire. Cependant, la meilleure technique, assurant une analgésie suffisante sans retarder la récupération fonctionnelle, reste sujet à controverse. Nous avons émis l'hypothèse que l'association d'un iPACK à un bloc au canal des adducteurs (BCA), comparé à un BCA seul, diminuerait de 25% la consommation morphinique dans cette indication.

**Méthodes :** 90 patients devant subir une première reconstruction chirurgicale de LCA sous anesthésie générale ont été inclus dans cet essai clinique contrôlé randomisé, en simple aveugle. Le groupe contrôle (n = 45) recevait un BCA, et le groupe interventionnel (n = 45) recevait un BCA associé à un iPACK. Tous les autres paramètres anesthésiques, notamment l'anesthésie générale et l'analgésie post-opératoire, étaient standardisés. Le critère de jugement principal était la consommation morphinique, mesurée en équivalent de morphine orale, à 48h post-opératoires. Les critères de jugement secondaires étaient les scores de douleur maximale à différents temps de l'étude, les effets indésirables des morphiniques, et les scores de récupération fonctionnelle à 3, 6 et 9 mois. Les données sont exprimées en médiane [25<sup>ème</sup> – 75<sup>ème</sup> percentile].

**Résultats :** En comparaison au BCA seul, l'association iPACK + BCA ne permet pas de diminuer la consommation morphinique à 48h post-opératoires (respectivement, 50 [13,5-102,5] mg vs 60 [31,5-89] mg, p = 0,49). Les scores de douleur et la consommation morphinique étaient comparables à tous les temps de mesure. Aucune différence significative n'a été trouvée en termes d'effets secondaires des morphiniques. Les données concernant la récupération fonctionnelle ne sont pas encore disponibles.

**Conclusion :** L'association d'un iPACK à un BCA n'a pas de bénéfice analgésique additionnel pour la chirurgie réparatrice de LCA sous anesthésie générale, dans le cadre d'une analgésie post-opératoire classique appropriée. Ce résultat négatif peut être expliqué par une consommation morphinique inférieure à celle prévue ou par la réalisation systématique d'une infiltration locale chirurgicale chez tous les patients.