

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2021

2021 TOU3 1560

THÈSE

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

Présentée et soutenue publiquement

par

Orianna DESPRES

le 4 juin 2021

**L'intelligence artificielle au service de la réfraction subjective
dans l'optimisation de la précision réfractive lors du LASIK**

Directeur de thèse : Pr François MALECAZE

JURY

Monsieur le Professeur Pierre FOURNIE

Président

Monsieur le Professeur François MALECAZE

Assesseur

Monsieur le Professeur Vincent SOLER

Assesseur

Madame le Docteur Myriam CASSAGNE

Assesseur

Monsieur le Docteur Antoine MICHAU

Suppléant



TABLEAU du PERSONNEL HOSPITALO-UNIVERSITAIRE
des Facultés de Médecine de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2020

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ADOUE Daniel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BONAFE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire associé	M. DUTAUX Guy	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. TKACZUK Jean
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FABIE Michel	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. FOURTANIER Gilles		

Professeurs Émérites

Professeur ADER Jean-Louis	Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur LANG Thierry
Professeur ARBUS Louis	Professeur LARENG Louis
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur LAURENT Guy
Professeur BOCCALON Henri	Professeur LAZORTHES Yves
Professeur BONEU Bernard	Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur CARATERO Claude	Professeur MANELFE Claude
Professeur CHAMONTIN Bernard	Professeur MASSIP Patrice
Professeur CHAP Hugues	Professeur MAZIERES Bernard
Professeur CONTE Jean	Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur COSTAGLIOLA Michel	Professeur RISCHMANN Pascal
Professeur DABERNAT Henri	Professeur RIVIERE Daniel
Professeur FRAYSSE Bernard	Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur DELISLE Marie-Bernadette	Professeur SALVAYRE Robert
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur SARRAMON Jean-Pierre
Professeur JOFFRE Francis	Professeur SIMON Jacques

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN

37 allées Jules Guesde - 31000 TOULOUSE

Doyen : Didier CARRIE

P.U. - P.H.

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1^{ère} classe

2^{ème} classe

M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie	Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. AMAR Jacques (C.E)	Thérapeutique	M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. AVET-LOISEAU Hervé (C.E.)	Hématologie, transfusion	M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne	M. CAVAINAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)	M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. BONNEVILLE Paul (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. BRASSAT David	Neurologie	M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire	M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. BUREAU Christophe	Hépatogastro-entéro	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique	M. PAGES Jean-Christophe	Biologie Cellulaire et Cytologie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. SIZUN Jacques	Pédiatrie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	Mme TREMOLLIERS Florence	Biologie du développement
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie		
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique		
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie		
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie		
M. GAME Xavier	Urologie	P.U. Médecine générale	
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	M. MESTHÉ Pierre	
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	M. OUSTRIC Stéphane (C.E)	
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique		
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale	Professeur Associé Médecine générale	
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition	M. ABITTEBOUL Yves	
M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie	Mme IRI-DELAHAYE Motoko	
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'urgence	M. POUTRAIN Jean-Christophe	
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie		
M. MALAUAUD Bernard	Urologie	Professeur Associé en Bactériologie - Virologie ; Hygiène Hospitalière	
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique	Mme MALAUAUD Sandra	
M. MARCHOU Bruno (C.E)	Maladies Infectieuses		
M. MAZIERES Julien	Pneumologie		
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique		
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie		
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie		
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie		
M. OSWALD Eric (C.E)	Bactériologie-Virologie		
M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique		
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie		
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.		
M. PAUL Carle	Dermatologie		
M. PAYOUX Pierre	Biophysique		
M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie		
M. PERON Jean-Marie	Hépatogastro-entérologie		
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie		
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie		
M. RECHER Christian (C.E)	Hématologie		
M. RISCHMANN Pascal (C.E)	Urologie		
M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie		
M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile		
M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie		
M. SANS Nicolas	Radiologie		
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques		
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire		
M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale		
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépatogastro-entérologie		

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : Elie SERRANO

P.U. - P.H.

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1^{ère} classe

2^{ème} classe

M. ARBUS Christophe	Psychiatrie	M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. ACAR Philippe	Pédiatrie	M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. ACCADBLE Franck	Chirurgie Infantile	M. BERRY Antoine	Parasitologie
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie	Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie	M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie	M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
Mme BURRA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire	Mme FARUCH-BILFELD Marie	Radiologie et Imagerie Médicale
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie	M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie	Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. GARRIDO-STÖWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. CHAYNES Patrick	Anatomie	M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. COURBON Frédéric	Biophysique	M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie	M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire	M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie	M. PUGNET Grégory	Médecine interne, Gériatrie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique	M. RENAUDINEAU Yves	Immunologie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire	Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie	M. TACK Ivan	Physiologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie, Eco. de la Santé et Prév.	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique	M. YSEBAERT Loic	Hématologie
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie		
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie		
M. HUYGHE Eric	Urologie		
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie		
M. LARRUE Vincent	Neurologie		
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie		
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie		
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation		
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie		
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie		
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation		
M. OTAL Philippe	Radiologie		
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile		
M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition		
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie		
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale		
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie		
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie		
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne		
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie		
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie		
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie		
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail		
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie		
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive		
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie		
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique		
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique		
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie		
		P.U. Médecine générale	
		Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve	
		Professeur Associé de Médecine	
		M. BOYER Pierre	
			M. STILLMUNKES André

M.C.U. - P.H.		M.C.U. - P.H.	
M. APOIL Pol Andre	Immunologie	Mme ABRAVANEL-LEGRAND Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie et Biologie Moléculaire	Mme BREHIN Camille	Pédiatrie
Mme BELLIERE-FABRE Julie	Néphrologie	Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion	M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
M. BIETH Eric	Génétique	Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition	Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie	Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie	Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie	M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CONGY Nicolas	Immunologie	M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COURBON Christine	Pharmacologie	Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
M. CUROT Jonathan	Neurologie	Mme CORRE Jill	Hématologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie	M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie	M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie	M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. GANDET Pierre	Biophysique	M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie	Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire	Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
M. HAMDJ Safouane	Biochimie	Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie; Hygiène Hospit.
Mme HITZEL Anne	Biophysique	Mme GALINIER Anne	Nutrition
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie	Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire	M. GASQ David	Physiologie
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale	M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie	Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie	M. GUERBY Paul	Gynécologie-Obstétrique
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie	M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie ; Addictologie
Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie	Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
Mme MONTASTIER-SIMMERMAN Emilie	Nutrition	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie	M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire	Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
Mme PERROT Aurore	Hématologie ; Transfusion	M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. PILLARD Fabien	Physiologie	M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie	Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène	M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie	M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie	Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique	Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et Médecine Nucléaire
M. TREINER Emmanuel	Immunologie	M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique	M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme VIJA Lavinia	Biophysique et médecine nucléaire	Mme SIEGFRIED Aurore	Anatomie et Cytologie Pathologiques
		Mme VALLET-GAREL Marion	Physiologie
		M. VERGEZ François	Hématologie
		M. YRONDI Antoine	Psychiatrie d'Adultes ; Addictologie
M.C.U. Médecine générale		M.C.U. Médecine générale	
M. BRILLAC Thierry		M. BISMUTH Michel	
Mme DUPOUY Julie		M. ESCOURROU Emile	

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr CHICOULAA Bruno
Dr FREYENS Anne
Dr PUECH Marielle

Dr BIREBENT Jordan
Dr BOURGEOIS Odile
Dr LATROUS Leila
Dr. BOUSSIER Nathalie

A mon Maître et Président du jury,

Monsieur le Professeur Pierre FOURNIE

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier

Ophthalmologiste

Vous me faites l'honneur de présider ce jury et de juger ce travail.

Je vous remercie de nous faire profiter de votre excellence avec tant d'accessibilité au quotidien. Votre confiance nous pousse à donner le meilleur de chacun.

Soyez assuré de mon plus profond respect.

A mon Maître et Directeur de thèse,

Monsieur le Professeur François MALECAZE

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier

Ophthalmologiste

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur de me confier et de diriger ce travail.

Je ne peux qu'être admirative devant votre énergie déployée pour faire briller notre service.

Je vous suis très reconnaissante de m'avoir transmis une partie de votre savoir et de votre expérience qui me serviront grandement lors de ma future carrière.

Soyez assuré de mon plus profond respect.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur Vincent SOLER

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier

Ophthalmologiste

Merci d'accepter de juger mon travail.

Votre volonté et vos efforts continus pour améliorer nos pratiques et le fonctionnement de notre service forcent le respect.

Je vous remercie pour votre disponibilité et vos enseignements.

Soyez assuré de mon plus profond respect.

A mon Maître et juge,

Madame le Docteur Myriam CASSAGNE

Praticien Hospitalier

Ophthalmologiste

Je te remercie de me faire l'honneur de siéger dans ce jury de thèse.

Merci pour ton accompagnement au quotidien et tout au long de ce travail. Ta bienveillance et ton dévouement pour les patients sont exemplaires. J'aurai plaisir à continuer à apprendre à tes côtés.

Je tiens à t'exprimer ici toute ma reconnaissance et mon profond respect.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Docteur Antoine MICHAU

Chef de clinique des Hôpitaux

Ophthalmologiste

Je te remercie de me faire l'honneur de siéger dans ce jury de thèse.

Merci Antoine pour tes conseils avisés, tes lectures, tes relectures, le temps que tu as consacré à m'aider avec beaucoup de bienveillance.

Tes connaissances et ton professionnalisme forcent le respect.

Sois assuré de mon profond respect et de ma gratitude.

Aux orthoptistes du service, et tout particulièrement à Corinne, Marie Pierre et Claire. Ce travail n'aurait jamais été possible sans votre implication et participation directe. Veuillez-vous assurer du profond respect que j'ai pour votre travail et votre rigueur. Merci pour votre bienveillance, votre patience, de nous guider grâce à votre expérience tout au long de nos études.

Aux infirmières et aides-soignantes du service et du bloc opératoire, merci de nous materner, de nous épauler, de pallier nos lacunes et de nous faciliter la vie au quotidien. Merci pour votre bonne humeur qui fait régner une chouette ambiance.

A Monsieur Eric CHAPOTOT, merci pour votre aide précieuse.

Au service du Docteur JAULERRY, merci de m'avoir accueilli à mes débuts. Veuillez-vous assurer que vos conseils en matière de cataracte résonnent encore en moi. Votre service respire la sympathie.

Au service du Docteur NGUYEN, merci pour ce semestre inoubliable. Merci pour votre dévotion pour l'île de la Réunion, je n'ai pas de mot pour exprimer votre générosité. Je trouve fascinant que trois hommes arrivent à répondre aux besoins de la population avec une telle excellence dans tous les domaines de l'ophtalmologie. Merci pour votre confiance, votre formation médicale et chirurgicale, mais surtout votre accueil. Je n'oublie pas l'équipe paramédicale qui a rendu ce stage encore plus doux.

Au service du Professeur NORDMANN, Veuillez-vous assurer Monsieur de l'excellence de votre service. Merci au meilleur surfeur et spécialiste des ptérygions, le **Docteur Igor LELEU**. Merci pour ta patience, ton énergie et ton acharnement à m'inculquer ton savoir en matière de glaucome. Merci pour ta confiance et ton compagnonnage chirurgical, j'ai énormément appris lors de ce stage grâce à toi.

Au service du Professeur SOL, merci pour l'accueil lors de notre premier semestre. C'est toujours avec plaisir que je croise chacun de vous, aussi différents que vous soyez vous avez su rendre à ce service une ambiance joviale et studieuse.

Au service du Professeur SAILLER, et plus particulièrement au **Professeur Gregory PUGNET**. Merci pour ton accueil et ta confiance. Merci pour ton implication et ta disponibilité pour le service d'ophtalmologie. Même si les réunions de médecine interne ressemblaient à Kamoulox pour moi, tu as su m'intégrer et me transmettre, au moins en partie, tes qualités humaines. Je n'oublierai pas les infirmières de l'HDJ qui m'ont épaulée et bien fait rire. Merci à **Marie** d'avoir été une co-interne très à l'écoute et un super docteur.

A mes chefs et co-internes,

A Madame le Docteur PAGOT MATHIS, merci de nous transmettre votre passion pour la rétine chirurgicale. **A Jacmine**, merci d'être toujours disponible pour nous aider, le mieux ce sont les avis donnés autour du café le midi. **A Pricille**, merci pour votre patience et humanité quant à votre prise en charge des uvéites. **A Anaïs, Cyrielle et Safa**, pour leur gentillesse, leur bonne humeur et leur disponibilité lors de mes premiers semestres, je suis toujours ravie d'avoir de vos nouvelles. **A Hyosun**, à toi qui m'as conforté dans mon envie de faire du segment antérieur, pour ton esprit vif et cette volonté de nous transmettre tant sur le plan médical que chirurgical. **A Fanny**, merci de prendre autant de temps pour notre formation, c'est un plaisir d'être goûteuse de tes recettes culinaires. **A Felix**, merci de t'être autant impliqué dans notre formation, de nous avoir transmis le traditionnel plateau de shot de vodka de trop. **A Thomas, Amélie, Jeanne et Valérie**, pour leur disponibilité et bonne humeur. **A Alex**, merci pour avoir toujours été notre référent, depuis la neurochirurgie, si jamais je ne perce pas, j'espère avoir une place à la clinique des limailles. **A Gisèle et Vanessa**, pour leur soutien actuel et lors de mon premier semestre. C'est vous qui m'avez appris les bases je vous en suis très reconnaissante ! **A Saleh et Lucie**, pour vos conseils avisés passés et à venir. **A Camille et Biba**, d'avoir mis des paillettes en stage. **A Kévin**, d'être toujours disponible au bout du fils pour un conseil professionnel ou pour le kite ! **A Manue**, pour ces bons conseils sur la Réunion. **A Pierre**, pour l'honneur de nous avoir fait profiter de ton étoile d'or et de tes blagues à chaque coin des couloirs. **A Edouard**, pour être une si belle personne, n'en doute pas, sur tous les plans. Ces derniers semestres n'auraient pas la même saveur sans toi ! **A Lauriane**, pour un futur escape game. **A Pauline**, pour être une chouette copine, je ne me suis toujours pas remise à réviser l'EBO sans toi... **A Gabi**, pour les pranks ensemble. **A JPL**, d'avoir le cœur sur la main, j'ai hâte qu'on se fasse un nouveau brunch. **A Jeremy**, pour tes blagues sur Softalmo, j'ai hâte d'être co-chef avec toi, notre binôme a toujours été soudé, j'espère quand même que tu ramèneras du café dans notre bureau... **A PA**, t'as sacrément pris depuis que tu vas à la salle. **A Clément**, le papa poule. **A Alix**, et ses bons plans voyages. **A Ayria**, la rétinologue. **A Jean**, et notre équipe de braqueurs de cristallins. **A Gabrielle**, la douceur incarnée. **A Camille**, et le pastis. **A Helo**, et ces bons plans randos. **A Ines**, la fashion addict. **A FP**, pour ta zen attitude. **A Noémie**, pour être toujours de bonne humeur. **A la Ched**, refaite de commencer ma journée avec toi lors de nos covoits. **A Julie**, la plus sérieuse. **A la Lib**, et ses bon plans lecture. **A Rémi**, pour avoir insuffler une tornade de détente dans la team ophtalmo. **A Lisa**, pour nos débriefs des marseillais. **A Raph**, pour être toujours dans le contrôle. **A Chloé**, pour être toujours partante. **A Nada**, pour nous régaler. **A Lucien**, la force tranquille. **A Andris**, mon challengeur en cuisine, tiens-toi prêt. **A Yasmine, Noria et PH** et leur enthousiasme. Notre force est d'être toujours très solidaires, certains sont devenus de vrais amis, c'est un plaisir les matins de vous retrouver et de travailler avec vous.

A mes amis,

Du lycée,

A Justine, merci pour ton soutien sans faille. Tu es d'une force incroyable, je suis si fière de notre fidèle amitié.

Les petits gars, Manon, Leo, Malou, Célia, Loune, Adrien, Lucas, Alex, Edwin je suis trop contente que nos horizons différents ne nous aient pas fait se séparer. Merci de m'avoir supportée en classe, ce n'était pas une mince affaire.

De l'externat,

A Clément et Valentine, merci mon Clemchou d'avoir été là dès la première année à m'encourager comme jamais. Merci pour ta générosité et tes blagues toujours bien léchées. Merci copine d'être le meilleur binôme qu'on aurait pu rêver. Ton amitié m'est chère. Vous êtes le couple le plus choupinoux que je connaisse.

A Zver, merci pour ton coaching à l'américaine, à bientôt sur un trail ensemble !

Aux chefs, merci à tous pour m'avoir fait passer les plus belles années étudiantes possibles, des journées à la BU à toutes nos soirées à la triloc, à la Mez, et en after au studio et à la chapelle. **Henri**, pour tous nos moments à refaire le monde, sacré tchacheur, **Alix**, la force tranquille, **Oliv** le cœur tendre, **Hugo** le fougueux, **Germain** le gars sûr, **Lazarre** et ses bons bails, **Franz** le cuistot runneur, **PL**, Le Pied, **le Coyotte**, pour les tarots et d'être un jukebox vivant, **Mainmain** le confreur le plus stock, **Dadou** l'énergie à l'état pur. Et la belle **Clémence**, pour ses réparties aussi grandes que ses connaissances sur Booba.

De la Réunion,

A mon Loulou, je n'aurai pas pu rêver mieux comme colloc et co-interne. Toujours partant et motivé, je n'ai pas vu passer le temps ensemble !

A Sébastien, merci de nous faire profiter de ton organisation sur chaque sortie, merci de nous sauver aussi à distance quand on se perd ! Vivement qu'on se retrouve avec **Charlotte** pour boire un coup ou faire une jolie rando.

A la colloc des feux de l'amour.

De Toulouse,

A la colloc,

A Tibaut, mon partner in crime, Bonny and Clyde, je sais que je peux toujours compter sur toi quoiqu'il arrive. Tu étais là pour vider ma voiture le premier jour de l'internat, je ne compte même plus le nombre de déménagements dans lesquels tu m'as aidé, drôlement serviable... Je n'oublierais jamais notre covoit du tonnerre avec l'Espace. On a commencé ensemble, on finit ensemble !

A Timila, merci ma Timi d'être autant à l'écoute et solidaire quoiqu'il arrive, tu es un rayon de soleil. Je suis très honorée d'être une de tes demoiselles d'honneur.

A Antoine, merci d'être toujours si prévenant et d'avoir toujours la pêche même avec des grosses joues ou une jambe en moins. J'adore ce regard malicieux qui m'annonce qu tu vas dire une grosse bêtise.

Au Fan Club,

J'ai eu une chance incroyable d'arriver de Besançon seule et de trouver une seconde famille comme vous. C'était la colonie de vacances tous les jours, j'avais si hâte de rentrer tous les jours débrifer notre journée, d'entendre en échos les rires communicatifs de **Boech et Hugo** sur un de leurs derniers jeux de mots. D'entendre les bons bails de **Batou**. D'écouter **Ben** dissenter sur les intérêts de l'intubation oesophagienne. D'écouter les catastrophes de **Diana**. De faire des RCP gestion de dimanche fin d'aprem, et d'entendre tous vos tips. De mener des enquêtes avec l'inspecteur **Sanchez** pour connaître l'auteur du premier vomito inter-étage? **Hubert** une idée ? D'écouter **Forceur** raconter sa dernière mésaventure. De faire des soirées tisanes avec **Marion** et **Léopoldine**. De colorier avec **Michel**. De se détendre avec **Antoine**. Et faire de l'haltérophilie avec **Pitch**. Et puis on a quitté la colline, on n'a pas arrêté le squash (et pas squatsh) avec **Aurore**. On a squatté le filoch, jamais une fouche de trop hein **Camé** ? On n'a surement pas déserté le Biko avec **Tim**, on a commencé à jouer au jeu du 'sur quel canapé a fini **Douik** ?'. A force de vivre tous ensemble, ça nous faisait prendre le petit déjeuner ensemble style White Russian avec **Chaud**, et puis on enchainait avec une bonne soirée internat où **Léo** était toujours sobrement habillé. On écoutait la dernière nouvelle lubie de **Boris** autour d'un Pittaya. On est parti à Berlin et on a rencontré tigrrou **Wiwi**, la susu ! On a bien sué avec **Emiloche** pour débriefer et se donner bonne conscience. Pas autant que quand on regardait **Ondine** joué pour Laloubère. On a remis ça à la Concorde avec les verres de vin d'**Olga**, la répartie cinglante d'**Anne**, et la fille la plus lisse **Vinciane**. On s'est émancipées, on a fait des soirées filles, où on aura bien dansé avec **Manon**, on aura bien triché avec **Pauline**. On aura fait du ski de rando avec **Alexis**. Ça nous arrive de nous croiser à l'hôpital, on fait des concours à qui sera le plus détesté au téléphone avec **Harold**. Et **Tibère** et **Suissi**... Vivement les prochaines aventures.

Au Girls Gang,

A Aurianne, merci depuis Tarbes d'être une amie toujours à l'écoute et généreuse.

A Anna, merci pour ta répartie aussi grande que ton énergie.

A Blandine, merci d'avoir été un amour de colloc, toujours partante.

A Luce, pour ces gardes à l'AMT qui sont beaucoup mieux passées grâce à toi, et à ton peps en dehors.

A Aris, pour t'occuper si bien d'Adrien, c'est toujours un plaisir de t'avoir à manger à la maison.

A Sidi, pour ton rire et la meilleure intégration non médecine ever, je te jure on va la boire cette bière !

A ma famille,

A toi maman, merci d'être un magnifique exemple de femme forte et indépendante. Merci **Bernard** de ta patience, notamment lors de ma première année de médecine, merci de m'apprendre à relativiser et d'être un si bon exemple de bon vivant.

A toi papa, merci de m'avoir inculqué cette éducation. Votre goût pour l'excellence avec maman m'a permis de m'armer au mieux pour mon futur. Merci à **Michèle** d'apporter un équilibre avec toute la tendresse et la douceur dont tu es dotée.

A ma sœur, merci d'avoir mis la barre si haute en étant un tel exemple à suivre. Merci pour ton soutien sans faille, ton accompagnement quotidien, ta confiance pour **Octave**. Je suis ravie que tu aies trouvé quelqu'un d'aussi exceptionnel et juste en la personne de **Mathieu**. Vous formez une magnifique famille. Et **Agathe** est clairement la plus belle.

A mes grands-parents, Mamy Éliane, pour toute ta tendresse et ton énergie à nous occuper l'été. **Papy Michel,** pour tous tes réveils à éplucher les patates.

Papy Jeannot pour tes valeurs, ta bonté, ton dévouement. **Mamy Jacqueline,** pour tes traits de caractères dans lesquels je me reconnais tant.

A mes Demi-sœurs et frère et leur famille, pour leur soutien, pour tous les rires et bons conseils.

A ma marraine, pour ta joie de vivre, **A mon parrain** pour ta créativité débordante, **à mes oncles et tantes, à mes cousins et cousines** que j'ai toujours plaisir à retrouver. A quand la cousinade ?!

A Martine et Gilles pour leur accueil si chaleureux sur Toulouse.

A Pascale et Pierre, merci pour toutes les attentions qui me poussent à penser que je n'aurai pu rêver mieux comme belle famille.

A toi, Adrien, merci mon amourette des îles d'avoir rendu ce rêve réel. Merci pour ton amour, de m'apaiser, de ta patience et ton soutien au quotidien.

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER
FACULTÉ DE MÉDECINE TOULOUSE-PURPAN

Serment d'Hippocrate

*Sur ma conscience, en présence de mes maîtres et de mes condisciples,
je jure d'exercer la médecine suivant les lois de la morale,
de l'honneur et de la probité.*

*Je pratiquerai scrupuleusement tous mes devoirs envers les malades,
mes confrères et la société.*

TABLE DES MATIERES

Table des matières	17
Table des illustrations	18
A- Figures	18
B- Tableaux	18
Liste des abréviations	19
I- Introduction	20
A- Le LASIK	20
B- Historique de la réfraction subjective.....	20
C- Objectifs de l'étude.....	21
II- Matériel et méthode.....	22
A- Schéma de l'étude	22
B- Population cible.....	22
1- Critères d'inclusion.....	22
2- Critères d'exclusion.....	22
C- Suivi clinique	23
1- Examens préopératoires.....	23
2- Réfraction Vision-R.....	23
3- Réfraction traditionnelle	23
4- Procédure chirurgicale.....	24
5- Examens postopératoires	24
D- Critères de jugement	25
E- Analyses statistiques	25
III- Résultats	26
A- Population étudiée	26
B- Résultats réfractifs.....	27
1- Prédicibilité.....	27
2- Efficacité.....	29
3- Sécurité	31
4- Satisfaction	31
IV- Discussion	32
V- Conclusion	35
Bibliographie.....	36

TABLE DES ILLUSTRATIONS

A- Figures

Figure 1. Équivalent sphérique traité en fonction de l'équivalent sphérique programmé dans le groupe réfraction Vision-R (A) et le groupe réfraction traditionnelle (B).....28

Figure 2. Distribution de l'équivalent sphérique manifeste en postopératoire.....29

Figure 3. Distribution de la meilleure acuité visuelle de loin non corrigée en postopératoire et de la meilleure acuité visuelle corrigée en préopératoire dans les groupes réfraction Vision-R (A) et traditionnelle (B)..... 31

Figure 4. Distribution des changements de ligne d'acuité Snellen de la MAVC en postopératoire.....32

B- Tableaux

Tableau 1. Caractéristiques préopératoires des groupes réfraction Vision-R et traditionnelle.....27

Tableau 2. Caractéristiques postopératoires des groupes réfraction Vision-R et traditionnelle.....30

LISTE DES ABREVIATIONS

AV : Acuité visuelle

D : Dioptrie(s)

QoV : Quality of Vision / Qualité de vision

LASIK: kératomileusis par laser in situ

MAR : Angle minimum de résolution

MAVC : Meilleure acuité visuelle corrigée

MAVNC : Meilleure acuité visuelle non corrigée

MSE : Équivalent sphérique manifeste

I- INTRODUCTION

A- Le LASIK

Le kératomileusis par laser in situ (LASIK¹) est une technique de chirurgie réfractive cornéenne lamellaire soustractive dérivée du principe de kératomileusis développé par Barraquer². Après la découpe d'un volet cornéen superficiel avec charnière, une photoablation réfractive par laser Excimer est réalisée aux dépens de la face stromale, avant la réapplication du volet cornéen³. Le LASIK est la chirurgie la plus réalisée pour corriger les amétropies dans le monde. Il doit sa popularité à son excellente efficacité, sécurité, stabilité, prédictibilité dans le traitement de la myopie, avec ou sans astigmatisme et satisfaction des patients⁴. Bien que ces résultats réfractifs soient excellents, ils restent perfectibles. Les résultats réfractifs du LASIK dépendent de multiples facteurs : centrage du traitement⁵, variabilité de l'index réfractif⁶, hydratation cornéenne⁷, incidence non normale des rayons du laser⁸, stabilité de la fluence⁹, cicatrisation épithéliale¹⁰, biomécanique cornéenne¹¹, sécheresse oculaire¹² mais c'est la réfraction pré-opératoire qui est le principal facteur de prédictibilité du LASIK. Actuellement, ce facteur semble le plus intéressant pour améliorer la prédictibilité des résultats réfractifs du LASIK.

B- Historique de la réfraction subjective

La réfraction subjective constitue la première étape de toute chirurgie réfractive. Les techniques de réfraction subjective couramment utilisées par la plupart des praticiens de nos jours datent du XX^{ème} siècle. La « méthode du brouillard » découle des travaux du physicien William Swaine qui, en 1925, publia la relation entre la défocalisation et l'acuité visuelle¹³. La méthode de la recherche du cylindre par la technique des cylindres croisés à retournement a été proposée dès 1907 par l'ophtalmologiste américain Edward Jackson. Cette méthode dite traditionnelle n'a que peu évolué depuis. La réfraction est déterminée à l'aide de verres d'essais dont les puissances s'échelonnent par pas de 0.25 D. Seule la manière de présenter les verres a été modifiée et rendue plus pratique : à la traditionnelle monture d'essai connue depuis le XVIII^{ème} siècle ont succédé le réfracteur manuel apparu en 1930, puis le réfracteur à commandes automatisées peu avant les années 2000. La méthode de présentation par verres de pas de 0.25 D impose intrinsèquement une limite de précision à la réfraction. Une étude récente a démontré que sur un échantillon représentatif de patients, 95% d'entre eux sont

sensibles à un changement dioptrique inférieur à 0.25 D¹⁴. Aujourd'hui, l'évolution de la technique de l'optique instrumentale et de l'optoélectronique permettent de réaliser des systèmes optiques produisant des variations continues de puissance. Les changements simultanés de la sphère, du cylindre et de l'axe, par des pas de variations de puissances de dimensions variables, associés à des algorithmes semi-automatisés, permettent de proposer une nouvelle mesure de la réfraction subjective.

C- Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'apport d'un réfractomètre de dernière génération basé sur l'intelligence artificielle dans les résultats réfractifs après le LASIK.

II- MATERIEL ET METHODE

A- Schéma de l'étude

Cette étude observationnelle, monocentrique, rétrospective a été menée, de janvier 2020 à février 2021, au sein du service d'ophtalmologie de l'hôpital Purpan du Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse.

Les évaluateurs n'ont pas participé à la procédure chirurgicale et le chirurgien n'a été impliqué ni dans le recueil ni dans l'analyse des données postopératoires.

Les principes éthiques de la déclaration d'Helsinki et la réglementation française des essais cliniques dits « hors loi Jardé » ont été respectés.

B- Population cible

1- Critères d'inclusion

Tous les patients âgés de 20 à 45 ans opérés d'une chirurgie réfractive par LASIK à partir de la réfraction obtenue à l'aide d'un réfracteur de nouvelle génération pour une myopie modérée (comprise entre -2.00 D et -5.25 D), avec un astigmatisme faible (compris entre 0.00 D et -2.00 D) étaient inclus. Un groupe contrôle de taille identique, répondant aux mêmes critères, a ensuite été constitué pour des patients opérés à partir de la réfraction traditionnelle.

2- Critères d'exclusion

Les patients ayant des antécédents de chirurgie réfractive ou oculaire étaient exclus, il en était de même pour les patients perdus de vue en postopératoire.

C- Suivi clinique

1- Examens préopératoires

Les données préopératoires suivantes ont été recueillies : réfraction objective (Tonoref III™, Nidek, Japon), évaluation de la pression intraoculaire, topographies cornéennes spéculaires (TMS IV™, Tomey, Allemagne) et en élévation (Pentacam™, Oculus, Allemagne et Orbscan II™, Orbtex, Bausch et Lomb, États-Unis), pupillométrie, dispositif de topographie pour un traitement personnalisé (WaveLight® Topolyzer®, Alcon, Suisse) et examen à la lampe à fente. Une réfraction subjective (Vision-R ou traditionnelle) a été réalisée dans une pièce éclairée à 350 lux. La meilleure acuité visuelle non corrigée (MAVSC) et la meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) ont été déterminées.

2- Réfraction Vision-R

La réfraction du Vision-R a été effectuée par un réfractonniste. Le Vision-R800™ (Essilor, France) est composé d'un module optique composé d'une lentille sphérique déformable et de 2 lentilles cylindriques rotatives pilotées par des micromoteurs. Il permet ainsi de générer toutes les puissances sphériques de -20 D à +20 D par pas de 0.01 D, toutes puissances cylindriques (jusqu'à 8 D, par pas de 0.01 D) ainsi que toutes les orientations possibles de l'axe cylindrique (de 0 à 180°, par pas de 0.1°). Par ailleurs, la sphère, le cylindre et son axe peuvent être modifiés simultanément, ce qui permet d'avoir accès à toute formule de réfraction de manière instantanée et continue. Le Vision-R800™ détermine à l'aide d'algorithmes semi-automatisés d'abord le niveau de brouillage de la vision du patient, puis va débrouiller en fonction de la sensibilité du patient. Il affine la réfraction subjective dans ses 3 composantes en une séquence unique grâce à une technique de réfraction vectorielle dans laquelle la puissance et l'axe du cylindre changent simultanément, tandis que la valeur de la puissance équivalente sphérique reste constante. Enfin, la mesure de la distance entre les sommets avec des caméras vidéo, utile d'autant plus pour les myopies fortes¹⁵ et la compensation de la distance d'examen de la réfraction étaient intégrées.

3- Réfraction traditionnelle

La réfraction classique est réalisée par un réfractonniste expérimenté avec une échelle de Monoyer. La réfraction est réalisée à l'aide d'un réfractomètre automatique (Tonoref III™,

Nidek, Japon), l'écran de lecture est placé à 5 m du patient. A partir des valeurs des réfractions objectives, la vision du patient est brouillée par l'addition d'une sphère de + 2.00 D, le patient est débrouillé lentement par pas de 0.25 D jusqu'à obtenir la puissance de la 'sphère au palier'. L'axe et la puissance du cylindre sont déterminés selon la technique des cylindres croisés de Jackson. Les changements de puissance du cylindre étaient compensés par un ajustement de la puissance de la sphère et chacun de ces changements étaient vérifiés à deux reprises. La sphère finale est la valeur la plus hypermétrope possible. Toutes les mesures ont été réalisées sans cycloplégie.

4- Procédure chirurgicale

Tous les yeux ont été traités par le même chirurgien (Pr MALECAZE), à l'aide de la même plateforme chirurgicale (laser femtoseconde FS200 et laser excimer EX500, Wavelight®, Alcon, Suisse). Tous les volets ont été réalisés à l'aide du laser FS200 femtoseconde, utilisant les réglages standards (9.7 mm de diamètre à 110 μ m de profondeur). La photoablation, basée sur la formule de Munnerlyn¹⁶ a été réalisée par le laser excimer EX500 sur une zone optique de 6.50 mm. Pour tous les yeux, l'emmétropie était ciblée. Pour tous les yeux, la délivrance du traitement était centrée sur la pupille et bénéficiait d'un système de guidage des poursuites oculaires.

5- Examens postopératoires

Conformément aux pratiques dans notre centre, tous les patients inclus avaient bénéficié d'un examen à la lampe à fente le lendemain de la chirurgie à la recherche de complications postopératoires (déplacement ou plis du volet, dépôts de l'interface, infiltrats cornéens).

Il est classique d'examiner les patients au 3^{ème} mois postopératoire (M3)¹⁷ et les données de ces visites ont été recueillies : réfraction objective par pas de 0.01 D, réfraction subjective avec l'autoréfractomètre nouvelle génération (MAVSC et MAVC) dans les mêmes conditions qu'en préopératoire, 2 topographies (TMS IVTM, Tomey, Allemagne et PentacamTM, Oculus, Allemagne) et examen à la lampe à fente pour quantifier un éventuel syndrome sec. Chaque patient a rempli la version française du questionnaire Quality Of Vision (QoV)¹⁸ (échelle : 0 : excellente qualité de vision, à 100 : mauvaise qualité de vision). Le questionnaire QoV comprend 30 items avec 10 symptômes : éblouissement, halo, dispersion lumineuse, vision terne, brouillard visuel, déformation des images, image double ou multiple, fluctuation de la vision, difficulté d'accommodation, difficulté dans

l'appréciation des distances. Chacun était noté selon 3 barèmes : fréquence, sévérité et inconfort. Une illustration de chaque symptôme était présentée aux patients. Une moyenne du score QoV était obtenue en ajoutant tous les scores des 30 réponses et en divisant par le nombre total d'items. Le score était exprimé en pourcentage. Une question supplémentaire concernant la satisfaction globale était posée au patient, le score allait de 0 (insatisfait) à 100 (très satisfait).

D- Critères de jugement

Le critère de jugement principal était la prédictibilité réfractive à 3 mois d'une chirurgie par LASIK. La prédictibilité réfractive est définie comme étant l'écart à la cible en équivalent sphérique de la réfraction subjective.

Les critères de jugement secondaires étaient :

- L'indice d'efficacité, défini comme étant le rapport entre la MAVSC postopératoire et la MAVC préopératoire ;
- L'indice de sécurité, défini comme étant le rapport entre la MAVC postopératoire et la MAVC préopératoire ;
- L'analyse de la satisfaction, par comparaison des scores QoV et de satisfaction globale.

E- Analyses statistiques

Des tests t de Student pour échantillons indépendants ont été réalisés pour les comparaisons de variables quantitatives.

Des tests du Chi² ont été réalisés pour les comparaisons de variables catégorielles.

Les tests statistiques ont été réalisés à l'aide des logiciels R et Excel. La significativité statistique a été définie par $p < 0,05$.

III- RESULTATS

A- Population étudiée

154 yeux ont été inclus de 94 patients différents. Le groupe réfraction Vision-R comportait 77 yeux, le groupe réfraction traditionnelle comportait également 77 yeux. Les caractéristiques de la population étudiée sont résumées dans le tableau 1. L'âge moyen était similaire dans les deux groupes (31.36 ans dans le groupe réfraction Vision-R et 30.50 dans le groupe réfraction traditionnelle). Le logarithme de l'angle minimum de résolution (logMAR) de la MAVC pré-opératoire était meilleur dans le groupe réfraction traditionnelle. Aucune différence significative entre les deux groupes en préopératoire n'était observée dans l'équivalent sphérique manifeste (MSE), dans la sphère manifeste ni dans le cylindre manifeste. Aucune complication chirurgicale n'a été relevée dans les 2 groupes.

Tableau 1. Caractéristiques préopératoires des groupes réfraction Vision-R et traditionnelle

	Vision-R	Traditionnelle	p-value*
Nombre de patients	48	46	
Nombre d'yeux	77	77	
% de femmes/% d'hommes	79.2/20.8	58.4/41.6	
Age (ans)			
Moyenne ± écart type	31.36 ± 6.00	30.50 ± 6.28	0.39
Minimum/maximum	20/45	20/45	
Meilleure acuité visuelle corrigée†	0.001 ± 0.02	-0.03 ± 0.04	<0,00001
Équivalent sphérique			
Moyenne ± écart type	-4.12 ± 0.87	-4.29 ± 0.81	0.11
Minimum/maximum	-5.8/-2.74	-6.08/-2.82	
Cylindre			
Moyenne ± écart type	-0.63 ± 0.42	-0.57 ± 0.44	0.35
Minimum/maximum	-1.83 / -0.06	-1.75 / 0	

*Comparaison entre les groupes réfractions Vision R et traditionnelle. $p < 0.05$ = statistiquement significatif.

†en échelle logarithmique d'angle minimum de résolution

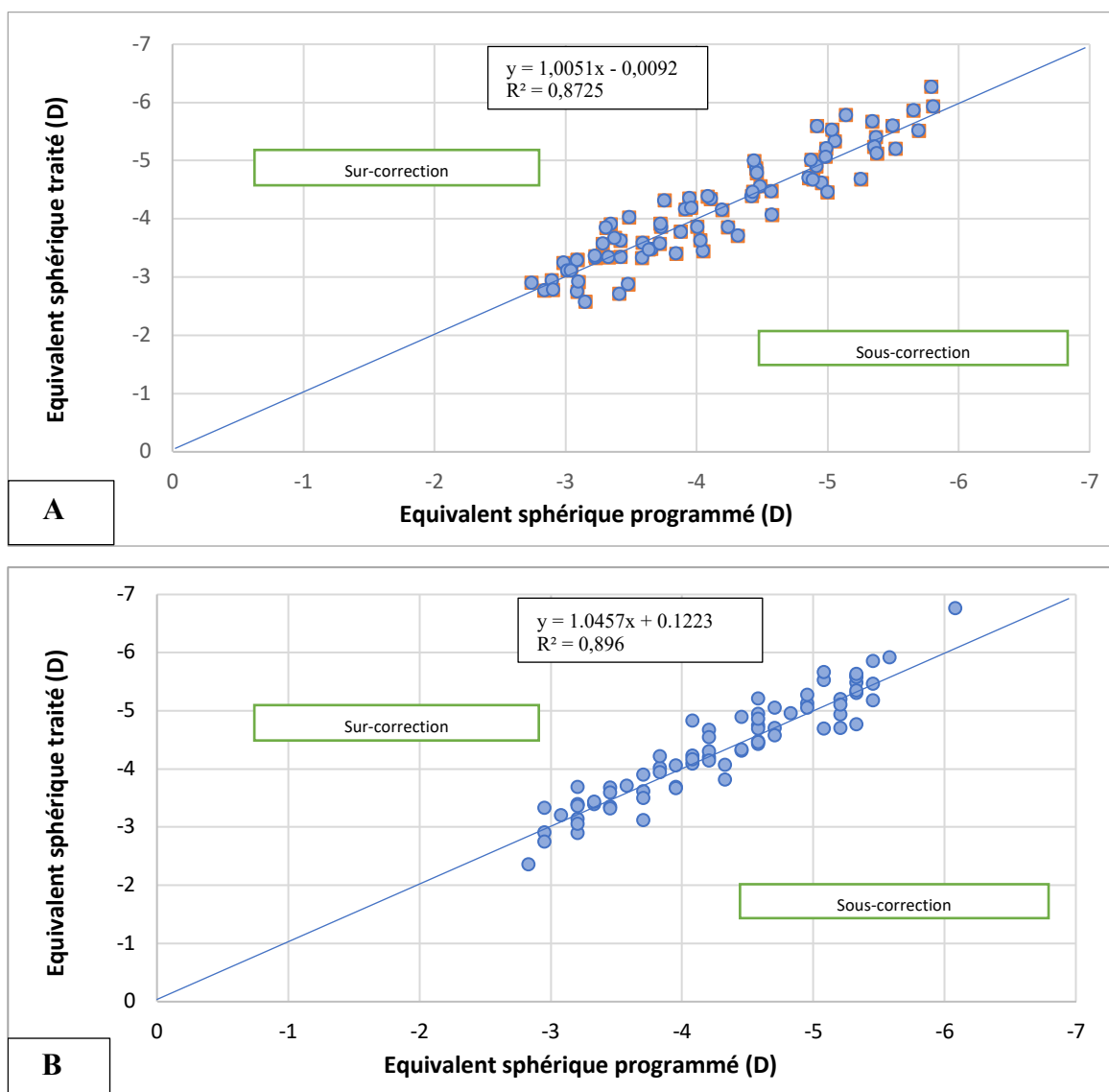
B- Résultats réfractifs

1- Prédicibilité

Le MSE à M3 était de 0.03 ± 0.33 D [-0.70; 0.68 D] pour les yeux traités selon la réfraction du Vision-R et 0.07 ± 0.29 D [-0.58; 0.76 D] pour les yeux traités selon la réfraction traditionnelle ; la différence est non statistiquement significative ($p=0.39$).

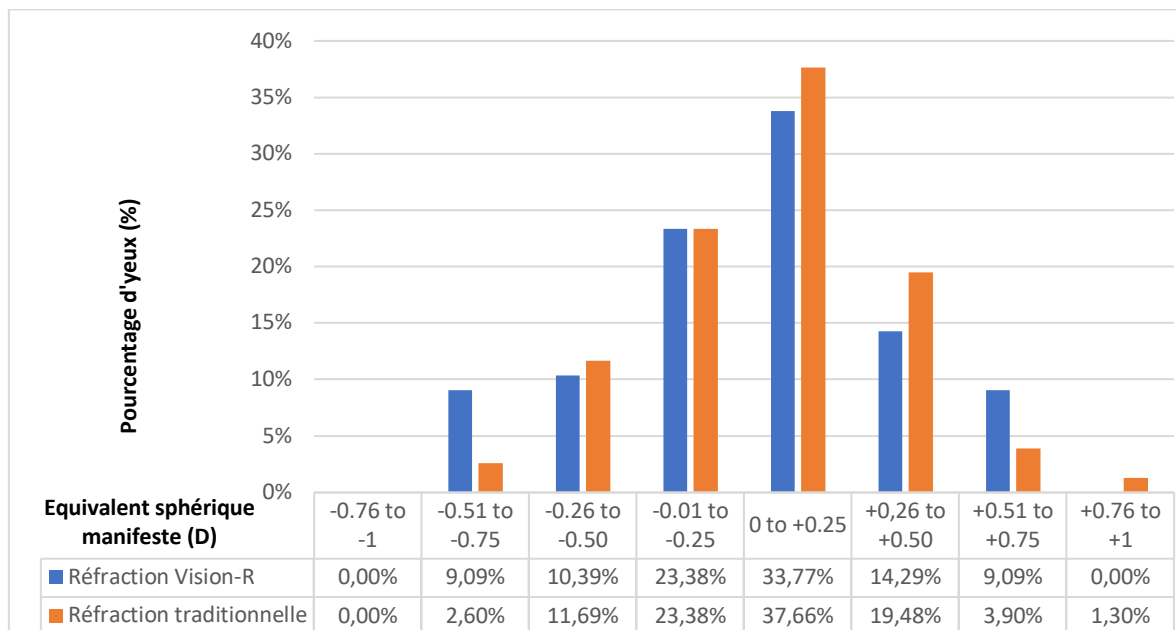
La figure 1 est une représentation en nuage de points de l'équivalent sphérique traité par rapport à l'équivalent sphérique programmé à 3 mois du traitement par LASIK. Les deux techniques présentaient des distributions similaires, de part et d'autre de la droite représentant l'emmétropie, avec peu de sous ou sur-correction.

Figure 1. *Équivalent sphérique traité en fonction de l'équivalent sphérique programmé dans le groupe réfraction Vision-R (A) et le groupe réfraction traditionnelle (B)*



La figure 2 présente la distribution à M3 de l'équivalent sphérique manifeste. 81.82 % des yeux du groupe réfraction Vision-R et 92.21 % des yeux du groupe réfraction traditionnelle étaient à ± 0.50 D du résultat attendu ($p=0.36$)

Figure 2. Distribution de l'équivalent sphérique manifeste en postopératoire



La moyenne du cylindre a diminué de -0.63 ± 0.42 D en préopératoire à -0.47 ± 0.26 D à M3 pour le groupe réfraction Vision-R. Pour le groupe réfraction traditionnelle, il est passé en préopératoire de -0.57 ± 0.44 D à -0.35 ± 0.24 D à M3. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes concernant la réduction de l'astigmatisme ($p=0.44$).

2- Efficacité

Le tableau 2 présente les caractéristiques postopératoires des deux groupes. Il n'existait aucune différence significative entre les groupes réfraction Vision-R et réfraction traditionnelle concernant la sphère manifeste, l'équivalent sphérique et la meilleure acuité visuelle corrigée. A M3, il existait des différences significatives entre les deux groupes concernant le cylindre manifeste et le logMAR de la meilleure acuité visuelle non corrigée.

Tableau 2. Caractéristiques postopératoires des groupes réfraction Vision-R et traditionnelle.

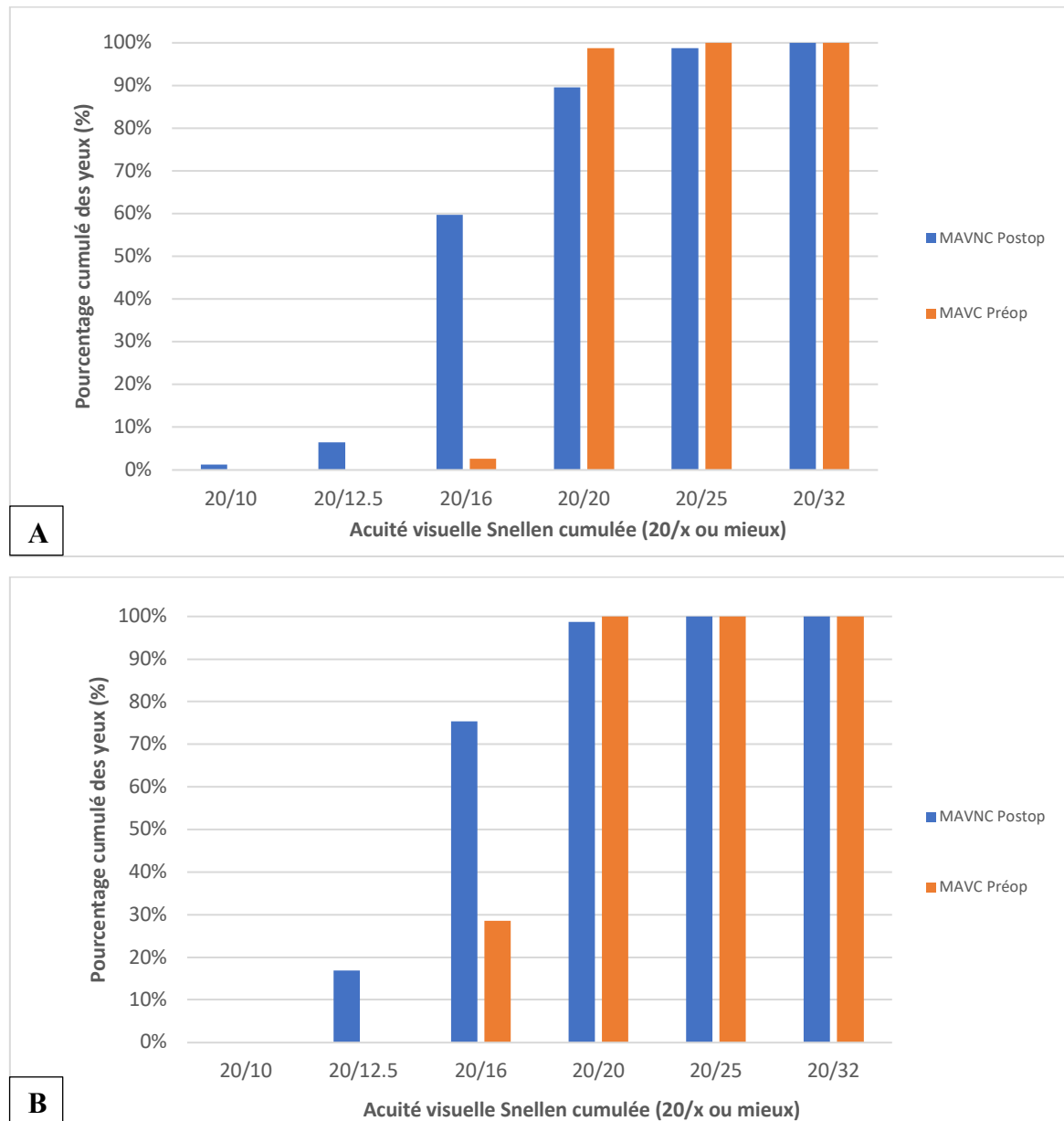
	Vision-R	Traditionnelle	p-value*
Meilleure acuité visuelle corrigée†	-0.06 ± 0.07	-0.08 ± 0.06	0.33
Meilleure acuité visuelle non corrigée†	-0.04 ± 0.08	-0.08 ± 0.07	0.004
Sphère	0.27 ± 0.36	0.25 ± 0.28	0.73
Cylindre	-0.47 ± 0.26	-0.35 ± 0.24	0.002
Équivalent sphérique	0.03 ± 0.33	0.07 ± 0.29	0.39

*Comparaison entre les groupes réfractifs Vision R et traditionnelle. p<0.05=statistiquement significatif.

†en échelle logarithmique d'angle minimum de résolution

A M3, 69 (89.61%) yeux du groupe réfraction Vision-R et 76 (98.7%) yeux du groupe réfraction traditionnelle avaient une MAVNC postopératoire à 20/20 (Figure 3). L'indice d'efficacité à M3 était de 1.11 ± 0.20 pour le groupe réfraction Vision-R et de 1.14 ± 0.20 pour le groupe réfraction traditionnelle ($p=0.49$).

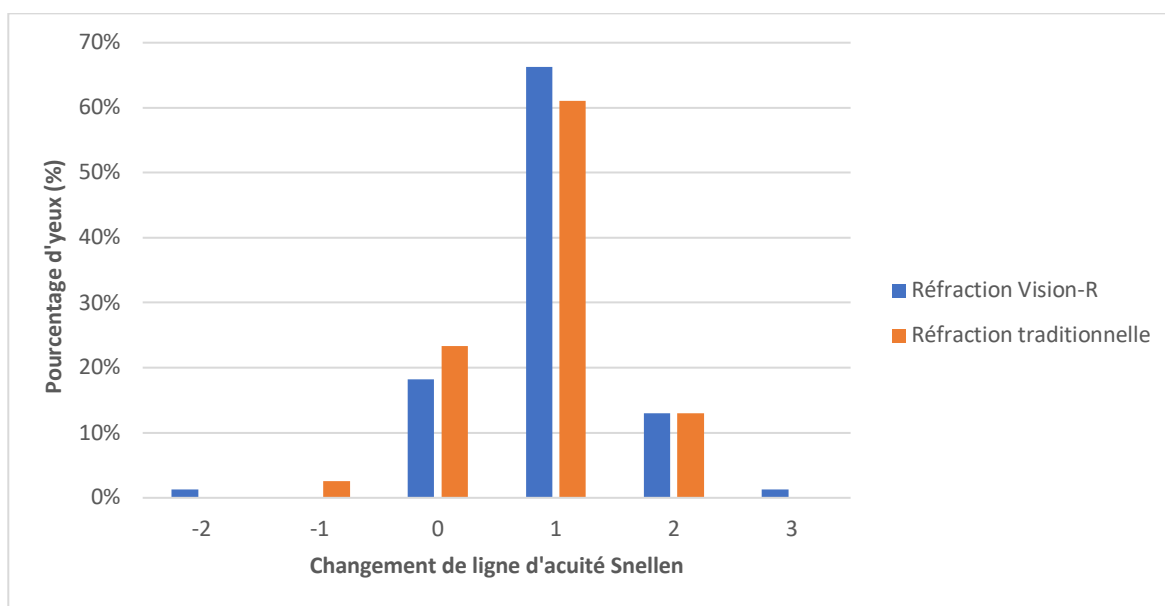
Figure 3. Distribution de la meilleure acuité visuelle de loin non corrigée en postopératoire et de la meilleure acuité visuelle corrigée en préopératoire dans les groupes réfraction Vision-R (A) et traditionnelle (B).



3- Sécurité

A M3, dans le groupe de réfraction Vision-R, un œil a perdu 1 ligne en MAVC et un œil a perdu 2 lignes contre deux yeux et aucun œil, respectivement, dans le groupe de réfraction traditionnelle (figure 4). L'indice de sécurité, qui a été déterminé comme le rapport entre la MAVC postopératoire et la MAVC préopératoire, était similaire dans les deux groupes : 1.22 ± 0.19 après la réfraction Vision-R et 1.19 ± 0.19 après la réfraction traditionnelle ($p=0.25$).

Figure 4. Distribution des changements de ligne d'acuité Snellen de la MAVC en postopératoire



4- Satisfaction

Le score moyen du QoV était de 7.90 % pour le groupe de réfraction Vision-R et de 7.25 % pour le groupe de réfraction traditionnelle ; aucune différence statistiquement significative n'a été observée ($p=0.52$). Le score moyen de satisfaction globale était élevé dans les deux groupes : 94.16 et 92.86 pour les groupes Vision-R et réfraction traditionnelle respectivement. De plus, aucune différence significative n'a été observée dans le score de satisfaction globale entre les groupes ($p=0.59$).

IV- DISCUSSION

Plus de 16 millions de chirurgies LASIK ont été réalisées au cours des 25 dernières années¹⁹. Aujourd'hui, cette procédure est sûre et prédictible avec un pourcentage élevé d'yeux emmétropes après l'opération. Les résultats réfractifs du groupe réfraction traditionnelle (92.21 % \pm 0.50 D) sont en accord avec ceux rapportés dans la littérature récente pour la plateforme Wavelight® (Alcon, Suisse) (91.3% % \pm 0.50 D)²⁰.

Pour améliorer encore les résultats, l'objectif de notre étude était d'optimiser le principal facteur de prédictibilité du LASIK : la réfraction préopératoire. Pour obtenir la réfraction la plus juste possible, certains auteurs ont proposé une réfraction la plus objective possible basée sur la mesure aberrométrique²¹, mais cette stratégie est encore controversée. Pour notre part, nous avons trouvé plus approprié de nous concentrer sur l'amélioration de la réfraction subjective, qui est plus proche de la vision de la vie quotidienne de nos patients, et qui est susceptible d'être améliorée avec l'avènement de l'intelligence artificielle. Ainsi, ce travail a évalué l'apport d'un nouveau prototype de réfracteur couplé à l'intelligence artificielle, le Vision-R800™. Ce prototype de réfracteur de dernière génération devrait permettre une réfraction plus précise grâce à i. un module optique à variation continue de puissance permettant des pas de 0.01 D, ii. une méthode de réfraction vectorielle avec action simultanée sur les trois composantes de la réfraction : sphère, cylindre et axe, iii. l'utilisation d'algorithmes semi-automatisés utilisant des méthodes psychométriques ciblant la perception du patient, permettant de déterminer la réfraction en fonction de la sensibilité du patient , iv. une mesure précise et continue de la distance avec le vertex cornéen par des caméras vidéo ainsi qu'une conversion intégrée à l'infini, améliorant la précision de la réfraction finale.

A notre connaissance, les résultats cliniques utilisant ce réfracteur n'ont pas encore été publiés dans des revues internationales à comité de lecture. Devant de telles caractéristiques pouvant conduire à une amélioration de la précision de la réfraction subjective, nous avons décidé d'utiliser ce réfractomètre dans une indication de chirurgie réfractive.

La présence des algorithmes semi-automatisés intégrés dans le réfracteur Vision-R800™ devraient améliorer la variabilité des réponses des patients et la reproductibilité d'un praticien à l'autre. Une étude préliminaire a montré qu'en standardisant la méthode de réfraction, il existait une reproductibilité de moins de 0.25 D entre différents praticiens, alors

que les études utilisant différents réfractomètres rapportent une prédictibilité de ± 0.50 D²²⁻²⁵.

En conséquence, nous avons mené une étude rétrospective comparant les résultats réfractifs après LASIK d'un groupe bénéficiant d'une réfraction traditionnelle basée sur la méthode du brouillard par un réfractionniste expérimenté avec un groupe bénéficiant de cette réfraction de dernière génération. Les derniers logiciels de photoablation sont compatibles avec la programmation d'une réfraction à 0,01 D près²⁶, ce qui nous permet de programmer la réfraction très précise obtenue par le réfractomètre Vision-R.

Notre étude n'a pas trouvé de différence significative dans les comparaisons statistiques de ces deux groupes en ce qui concerne les équivalents sphériques subjectifs postopératoires ($p=0,39$), la prédictibilité ($p=0,36$), l'efficacité ($p=0,49$). L'absence de différences significatives entre les deux groupes peut s'expliquer par le fait qu'il est plus difficile de démontrer la supériorité d'une nouvelle technique si la technique de référence fournit déjà d'excellents résultats. Dans notre étude, comme ce nouveau réfractomètre n'avait jusqu'alors jamais fait l'objet de publications internationales, nous avons décidé, par précaution, de n'inclure que des yeux myopes et astigmatés modérés. Cependant, ces niveaux d'amétropie sont déjà associés à d'excellents résultats de prédictibilité du LASIK.²⁰

La seule différence observée concernait la MAVNC postopératoire: elle était meilleure dans le groupe réfraction traditionnelle. Cela peut s'expliquer par une différence préopératoire significative de MAVC en faveur de ce groupe.

En ce qui concerne l'astigmatisme, bien que nous ayons observé une différence significative postopératoire de la puissance moyenne ($p=0,002$), le taux de diminution était similaire dans les deux groupes ($p=0,44$).

Concernant la sécurité, l'indice de sécurité était similaire dans les deux groupes et conforme à la littérature²⁰. Dans le groupe de réfraction traditionnelle, un œil a perdu ≥ 2 lignes de MAVC, car le jour de l'examen, le patient présentait une kératite ponctuée superficielle centrale transitoire. Plus le score QoV est élevé, plus les symptômes visuels liés à la baisse de la vision sont rapportés. Dans cette étude, les résultats du QoV étaient inférieurs à 10% dans les deux groupes et en accord avec l'étude de Chiche et al²⁷.

Quoiqu'il en soit, l'étude a montré des résultats équivalents entre les deux groupes et l'indice d'efficacité était supérieur à 1 dans les deux groupes (montrant que de meilleures réfractions subjectives sont obtenues en postopératoire dans les deux groupes par rapport à la vision préopératoire). Ainsi, les résultats obtenus par un réfractionniste non familier au réfractomètre Vision-R800TM ont été aussi efficaces que ceux obtenus par un réfractionniste expérimenté utilisant la technique traditionnelle. Ce nouvel outil pourrait permettre dès à

présent à un chirurgien ne disposant pas encore d'une équipe aguerrie à la réfraction préopératoire d'obtenir des résultats similaires.

Ces résultats doivent être confirmés par des études supplémentaires évaluant des réfractions plus complexes telles que les astigmatismes élevés et les astigmatismes mixtes pour lesquels la prédictibilité est aujourd'hui encore plus perfectible²⁸⁻³⁰.

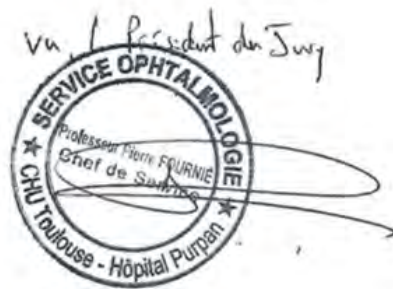
Ces premiers résultats sont très encourageants et amènent à penser que la dernière génération de réfracteurs améliorera la sensibilité de la mesure de la réfraction et sera plus efficace pour limiter la variabilité des réfractions due aux patients et aux praticiens.

Enfin, cette nouvelle technologie n'est qu'à ses prémices. Elle est en constante évolution puisque les algorithmes basés sur l'intelligence artificielle qui " guident " la réfraction sont évolutifs et seront certainement améliorés dans le futur.

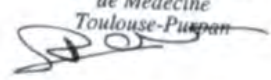
V- CONCLUSION

Le LASIK est la chirurgie réfractive la plus réalisée de nos jours pour traiter la myopie. Les résultats déjà excellents semblent encore perfectibles. La prédictibilité de la chirurgie réfractive dépend en premier lieu de la réfraction subjective préopératoire. Cette étude a évalué l'apport d'un nouveau réfracteur subjectif à variation continue de puissance intégrant des logiciels d'intelligence artificielle pour permettre une programmation opératoire affinée. Dans les amétropies modérées étudiés, les résultats réfractifs n'étaient pas améliorés par rapport à la technique traditionnelle de réfraction subjective réalisée par un personnel hautement qualifié. Cependant bien que la méthode conventionnelle permette déjà d'excellents résultats postopératoires, cette nouvelle méthode de réfraction a donné des résultats équivalents. En effet aucune différence significative concernant la prédictibilité, l'efficacité, la sécurité ou la satisfaction n'a été mise en évidence dans notre étude.

Des études portant sur des amétropies plus importantes et pour lesquelles le LASIK présente des résultats moins prédictibles seraient nécessaires pour poursuivre l'évaluation de cette technologie. Enfin, avec l'amélioration constante des logiciels d'intelligence artificielle, cette première génération de réfracteur sera sans nul doute encore améliorée dans le futur pour tendre vers la réfraction la plus précise possible.



Vu et permis d'imprimer le :
Le Doyen de la Faculté
de Médecine
Toulouse-Purpan



Didier CARRIÉ
D. CARRIÉ,
Doyen de la Faculté de Médecine
Toulouse Purpan

BIBLIOGRAPHIE

1. Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, Frenschok O, Georgiadis A. Laser in situ keratomileusis. *Lasers Surg Med.* 1990;10(5):463-468. doi:10.1002/lsm.1900100511
2. Barraquer JI. Keratomileusis. *Int Surg.* 1967;48(2):103-117.
3. Société française d'ophtalmologie. *Chirurgie réfractive.* Masson; 2001.
4. Sandoval HP, Donnenfeld ED, Kohnen T, et al. Modern laser in situ keratomileusis outcomes: *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(8):1224-1234. doi:10.1016/j.jcrs.2016.07.012
5. Wang L, Koch DD. Residual higher-order aberrations caused by clinically measured cyclotorsional misalignment or decentration during wavefront-guided excimer laser corneal ablation: *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(12):2057-2062. doi:10.1016/j.jcrs.2008.08.015
6. Patel S, Tutchenko L. The refractive index of the human cornea: A review. *Contact Lens Anterior Eye.* 2019;42(5):575-580. doi:10.1016/j.clae.2019.04.018
7. Dougherty PJ, Wellish KL, Maloney RK. Excimer laser ablation rate and corneal hydration. *Am J Ophthalmol.* 1994;118(2):169-176. doi:10.1016/s0002-9394(14)72896-x
8. Jiménez JR, Anera RG, Jiménez del Barco L, Hita E. Effect on laser-ablation algorithms of reflection losses and nonnormal incidence on the anterior cornea. *Appl Phys Lett.* 2002;81(8):1521-1523. doi:10.1063/1.1502192
9. Mrochen M, Schelling U, Wuellner C, Donitzky C. Influence of spatial and temporal spot distribution on the ocular surface quality and maximum ablation depth after photoablation with a 1050 Hz excimer laser system: *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(2):363-373. doi:10.1016/j.jcrs.2008.10.053
10. Reinstein DZ, Srivannaboon S, Gobbe M, et al. Epithelial thickness profile changes induced by myopic LASIK as measured by Artemis very high-frequency digital ultrasound. *J Refract Surg Thorofare NJ 1995.* 2009;25(5):444-450. doi:10.3928/1081597X-20090422-07
11. Dupps WJ, Wilson SE. Biomechanics and wound healing in the cornea. *Exp Eye Res.* 2006;83(4):709-720. doi:10.1016/j.exer.2006.03.015
12. Koh S. Irregular Astigmatism and Higher-Order Aberrations in Eyes With Dry Eye Disease. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2018;59(14):DES36-DES40. doi:10.1167/iovs.17-23500
13. Swaine W. The relation of visual acuity and accommodation to ametropia. *Trans Opt Soc.* 1925;27(1):9-27. doi:10.1088/1475-4878/27/1/303
14. Marin G, Meslin D. Réfraction : les patients sont plus sensibles que le quart de dioptrie ! Published online 2020:4.

15. Sebag M, Meslin D. Réfraction : la distance verre-œil importe ! Published online 2020;4.
16. Chang AW, Tsang AC, Contreras JE, et al. Corneal tissue ablation depth and the Munnerlyn formula. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(6):1204-1210. doi:10.1016/s0886-3350(02)01918-1
17. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Change in epithelial thickness profile 24 hours and longitudinally for 1 year after myopic LASIK: three-dimensional display with Artemis very high-frequency digital ultrasound. *J Refract Surg Thorofare NJ 1995*. 2012;28(3):195-201. doi:10.3928/1081597X-20120127-02
18. McAlinden C, Pesudovs K, Moore JE. The development of an instrument to measure quality of vision: the Quality of Vision (QoV) questionnaire. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(11):5537-5545. doi:10.1167/iovs.10-5341
19. Solomon KD, Fernández de Castro LE, Sandoval HP, et al. LASIK world literature review: quality of life and patient satisfaction. *Ophthalmology*. 2009;116(4):691-701. doi:10.1016/j.ophtha.2008.12.037
20. Niparugs M, Tananuvat N, Chaidaroon W, Tangmonkongvoragul C, Ausayakhun S. Outcomes of LASIK for Myopia or Myopic Astigmatism Correction with the FS200 Femtosecond Laser and EX500 Excimer Laser Platform. *Open Ophthalmol J*. 2018;12(1):63-71. doi:10.2174/1874364101812010063
21. Rampat R, Debellemanière G, Malet J, Gatinel D. Using Artificial Intelligence and Novel Polynomials to Predict Subjective Refraction. *Sci Rep*. 2020;10(1):8565. doi:10.1038/s41598-020-65417-y
22. Bullimore MA, Fusaro RE, Adams CW. The repeatability of automated and clinician refraction. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom*. 1998;75(8):617-622. doi:10.1097/00006324-199808000-00028
23. Répétabilité intra-examineurs et reproductibilité inter-examineurs d'une réfraction subjective. *Réalités Ophtalmologiques*. Published November 18, 2019. Accessed March 9, 2021. <https://www.realites-ophtalmologiques.com/2019/11/18/repetabilite-intra-examineurs-et-reproductibilite-inter-examineurs-dune-refraction-subjective/>
24. Goss DA, Grosvenor T. Reliability of refraction--a literature review. *J Am Optom Assoc*. 1996;67(10):619-630.
25. Raasch TW, Schechtman KB, Davis LJ, Zadnik K, CLEK Study Group. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus Study. Repeatability of subjective refraction in myopic and keratoconic subjects: results of vector analysis. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. 2001;21(5):376-383. doi:10.1046/j.1475-1313.2001.00596.x
26. Mrochen M, Donitzky C, Wüllner C, Löffler J. Wavefront-optimized ablation profiles: theoretical background. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30(4):775-785. doi:10.1016/j.jcrs.2004.01.026

27. Chiche A, Trinh L, Saada O, et al. Early recovery of quality of vision and optical performance after refractive surgery: Small-incision lenticule extraction versus laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2018;44(9):1073-1079. doi:10.1016/j.jcrs.2018.06.044
28. Ivarsen A, Næser K, Hjortdal J. Laser in situ keratomileusis for high astigmatism in myopic and hyperopic eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2013;39(1):74-80. doi:10.1016/j.jcrs.2012.08.054
29. Varley GA, Huang D, Rapuano CJ, et al. LASIK for hyperopia, hyperopic astigmatism, and mixed astigmatism: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2004;111(8):1604-1617. doi:10.1016/j.opthta.2004.05.016
30. Salz JJ, Stevens CA, LADARVision LASIK Hyperopia Study Group. LASIK correction of spherical hyperopia, hyperopic astigmatism, and mixed astigmatism with the LADARVision excimer laser system. *Ophthalmology*. 2002;109(9):1647-1656; discussion 1657-1658. doi:10.1016/s0161-6420(02)01133-8

L'intelligence artificielle au service de la réfraction subjective dans l'optimisation de la précision réfractive lors du LASIK

Objectif : Comparer les résultats réfractifs du LASIK entre la traditionnelle et la nouvelle intelligence artificielle optimisant la réfraction subjective (Vision-R™).

Méthodes : Dans cette étude rétrospective, monocentrique, les patients myopes modérés (-2,00 à -5,25D) avec un faible astigmatisme ($\leq -2D$) éligibles à la chirurgie LASIK, ont été divisés en deux groupes. Un groupe pour lequel la programmation du laser excimer a été faite selon une réfraction subjective de dernière génération réalisée avec le réfracteur Vision-R™ (Essilor, France). La programmation de l'autre groupe était basée sur la réfraction préopératoire traditionnelle exécutée par un réfracteur expérimenté. Tous les yeux ont été traités sur la même plateforme (Wavelight®, Alcon, Suisse). La réfraction objective par pas de 0,01D, la meilleure acuité visuelle non corrigée corrigée (MAVNC), la meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC), la réfraction manifeste équivalente sphérique (MRSE) et le questionnaire de qualité de vision (QoV) ont été recueillis en préopératoire et à 3 mois postopératoires (M3) pour tous les patients.

Résultats : 154 yeux (94 patients) ont été inclus. Le MRSE à M3 était de $0,03 \pm 0,33D$ dans le groupe Vision-R et de $0,07 \pm 0,29D$ dans le groupe de réfraction traditionnelle ($p=0,39$). 81,82 % des yeux du groupe Vision-R et 92,21 % des yeux du groupe traditionnel étaient à $\pm 0,50D$ du résultat escompté ($p=0,36$). L'indice d'efficacité (MAVNC / MAVC préopératoire) et la magnitude de l'astigmatisme étaient équivalents dans les deux groupes ($p=0,49$ et $p=0,78$, respectivement). La qualité de vision rapportée par les patients et la satisfaction globale étaient similaires dans les deux groupes (respectivement $p=0,52$ et $p=0,59$)

Conclusion : Le Vision-R offre une réfraction subjective aussi efficace qu'une réfraction traditionnelle avec la possibilité de programmer par pas de 0,01D en chirurgie LASIK chez les patients atteints de myopie faible à modérée.

TITRE EN ANGLAIS : Optimizing subjective refraction for LASIK refractive precision by artificial intelligence

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

MOTS-CLÉS : Réfraction subjective, Acuité visuelle, LASIK, Myopie, Réfracteur à variation continue de puissance, Intelligence artificielle, Prédicibilité réfractive

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Professeur François MALECAZE