

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

**FACULTE DE MEDECINE ET DES
SCIENCES BIOMEDICALES**



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

**FACULTY OF MEDICINE AND
BIOMEDICAL SCIENCES**

**DEPARTEMENT D'OPHTALMOLOGIE, D'ORL ET DE
STOMATOLOGIE**

Caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant emmétrope à l'Hôpital Militaire de Région N°2.

Thèse rédigée et soutenue en vue de l'obtention du Doctorat en Médecine

Générale par :

GASSINA TOKODI LAURENT

Matricule : 15M019

Directeur :

Pr KOKI Godefroy

*Maître de Conférences Agrégé
d'Ophtalmologie*

Co-Directeur:

Dr MVLONGO TSIMI

Caroline

*Maître-Assistante
d'Ophtalmologie*

Année académique 2023 - 2024

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

**FACULTE DE MEDECINE ET DES
SCIENCES BIOMEDICALES**



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

**FACULTY OF MEDICINE AND
BIOMEDICAL SCIENCES**

**DEPARTEMENT D'OPHTALMOLOGIE, D'ORL ET DE
STOMATOLOGIE**

**Caractéristiques tomographiques de la cornée de
l'enfant camerounais emmétrope de 3 à 19 ans à
l'Hôpital Militaire de Région N°2.**

Thèse rédigée et soutenue en vue de l'obtention du Doctorat en Médecine

Générale par :

GASSINA TOKODI LAURENT

Matricule : 15M019

Date de soutenance : 04/07/2023

Jury de thèse :

Président du jury

- **Pr EPEE Emilienne**

Rapporteur

- **Dr MVLONGO TSIMI
Caroline**

Membres

- **Dr AKONO ZOUA Marie
Evodie**

Equipe d'encadrement :

Directeur

Pr KOKI Godefroy

Maître de Conférences Agrégé
d'Ophtalmologie

Co-directeur

Dr MVLONGO TSIMI Caroline
Maître-Assistante d'Ophtalmologie

Année académique 2023 - 2024

SOMMAIRE

DEDICACES	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DU PERSONNEL ADMINISTRATIF ET ACADEMIQUE	V
SERMENT D'HIPPOCRATE	II
RESUME.....	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS.....	V
LISTE DE TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	VIII
INTRODUCTION.....	10
CHAPITRE I : CADRE DE LA RECHERCHE.....	12
CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTERATURE	14
II.A. Rappels anatomiques.....	15
II.B. Etat des lieux sur la question.....	57
CHAPITRE III : METHODOLOGIE	60
CHAPITRE IV : RESULTATS	69
CHAPITRE V : DISCUSSION.....	82
CONCLUSION	88
RECOMMANDATIONS.....	90
REFERENCES.....	92
ICONOGRAPHIE.....	96
ANNEXES	101
TABLE DES MATIERES	109

DEDICACES

Je dédie ce travail à mes parents bien aimés

M. TOKODI LASSOU et Mme TOKODI Odile née MALGUINA.



REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail de recherche et à l'issue de ma formation de médecin généraliste, ma gratitude s'adresse tout d'abord au Dieu Tout Puissant, sans qui ce travail n'aurait été réalisé et qui m'a guidé durant ces sept ans d'étude médicale et aux personnes ci-après :

- Mon Directeur de thèse, le Professeur KOKI Godefroy, qui nous a fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail malgré ses multiples occupations. Professeur, merci pour votre rigueur, votre disponibilité et vos qualités humaines. Veuillez trouver ici, Professeur, le témoignage de ma profonde gratitude.
- Mon Co-directeur, Madame le Docteur MVILLENGO TSIMI Caroline, pour ses appréciations critiques et son encadrement, qui m'ont été utiles à plus d'un titre. Recevez l'expression de ma profonde reconnaissance.
- A Madame le Doyen de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I pour son soutien et ses encouragements.
- Aux membres du jury, pour les observations utiles permettant de parfaire ce travail.
- Au Médecin Chef de l'Hôpital Militaire de Région N°2, pour l'opportunité qu'il nous a offerte de mener notre étude dans la structure placée sous sa responsabilité.
- Au Chef de service d'Ophtalmologie de l'Hôpital Militaire de Région N°2, le Docteur BIANGOU NYAMSI Prisca, pour l'encadrement et l'encouragement.
- Aux résidents d'ophtalmologie de l'Hôpital Militaire de Région N°2 : les Docteurs MBACHAM Fanny, ELOUNDOU Ingrid, FOQUE Muriel, NYATCHOU Ariel pour leur accueil convivial, leur soutien et leur grande disponibilité.
- Au personnel de l'unité d'ophtalmologie de l'Hôpital Militaire de Région N°2, sans oublier l'ensemble du personnel de l'hôpital pour leur disponibilité et leur sens de collaboration.
- Au personnel enseignant et administratif de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I, pour les connaissances transmises, suivi et l'encadrement, tout au long de notre parcours.
- A tous les résidents en ophtalmologie pour leur disponibilité et leurs conseils, en particulier les Docteurs ESSENGUE Emmanuel, CALYSSA MPOUAL, BELLA Sorelle, NFOR SONE et FADANKA Bruno pour leur accompagnement.
- A mes frères et sœurs : NOSTA YELDA Félicité, DIDA Véronique, VIDA TOKODI Joséphine, NGOMNI Thimotée, HALALDA TOKODI Solange, TAPSIA Joseph, ASSIDA

Christine, TOKODI DAMAISOU Joseph, TOCKANG TOKODI Thimotée, RISSIA Evrad, à qui je dis merci pour leur soutien sans failles tout au long de mes études.

- A mes amis ATSAMA Josée, ONOUM EKONO Olive, TAGATIO Christian, PEDIE Stevenson, Ted Landry ZE ENAM, AMOMBO ONDIGUI Célin, TALLA MBARGA, SINTAFEU Thimoléon et BARMBAYE Emmanuel, pour leur présence dans les moments les plus sensibles.
- A mes amis et proches : MOTOUAL NDILNODJI Tatiana, ANYOUZO’O ELA Simon Yvan, NTCHAM MEZA Pierre Donald, ADJESSA ABEGA Yvan Christian, NGA ONDOBO Germain et MEYEBE Thibaut pour le soutien.
- A mes amis et proches du collège de la Retraite : EMBOLO Ruth Lucie, MANGA Josépha, ABOMO Olivia, LEUMEGNE Aude Larissa, WANDJI Morelle, KOUAM Henry, MVOGO André.
- A tous mes amis et ainés académiques particulièrement les docteurs : Agnès PORTALIER, NKONDJOCK Thierry, ABDOUL Nassir, ABDOUL Wahhab, ETOUTOU Georges, ALAMINE Ramadane et BILDI Jérôme pour leur soutien et conseils.
- A mes ami(e)s et camarades de la 47^e, 48^e et 49^e promotion pour la solidarité, la sagesse cultivée ensemble, les moments de joie et de stress passés en votre compagnie. Je souhaite à chacun de vous une bonne carrière professionnelle.
- A mon groupe de stage de Santé intégré à l'Hôpital Saint Jean de Malte de Njombe pour le partage, la convivialité, la fraternité et l'entraide académique dont ils ont fait preuve, j'ai nommé : EBA Valérie, AKAMBA Royale, ONDIGUI Michelle, AYUK Elisabeth, ELAGE Nancy, TSANGA Darlène, YOMB Xavier, NKPWANG Marcel, NGUEMBA Bastien, DONGUIM Maxime et NDOUNIA Loïc.
- A mes cadet(te)s DJORIODA Florine, MEKEME Marie, BARAN Marie, NGALI Laetisia, NGO MBOG Jessica et KETSIA Marie, pour le soutien multivarié et les encouragements.
- A l'association des étudiants en médecine « Espoir Médical du Septentrion », pour la convivialité et le savoir-vivre enseigné, tout particulièrement à ses membres de la 47^e.
- Au cercle des étudiants en médecine Bassa Mpo'o Bati pour la convivialité et le savoir-vivre enseigné, tout particulièrement à ses membres de la 47^e.
- Au cercle des étudiants en médecine natifs du Sud Cameroun pour la convivialité et le savoir-vivre enseigné, tout particulièrement à ses membres de la 47^e.
- A tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce travail, à qui je dis Merci.

LISTE DU PERSONNEL ADMINISTRATIF ET ACADEMIQUE

1. PERSONNEL ADMINISTRATIF

Doyen : Pr NGO UM Epse MEKA ESTHER JULIETTE

Vice- Doyen chargé de la programmation et du suivi des activités académiques : Pr NTSAMA ESSOMBA Claudine Mireille

Vice- Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération : Pr ZEH Odile Fernande

Vice-Doyen chargé de la Scolarité, des Statistiques et du Suivi des Etudiants : Pr NGANOU Chris Nadège épouse GNINDJIO

Chef de la Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche : Dr VOUNDI VOUNDI Esther

Chef de la Division Administrative et Financière : Mme ESSONO ENFA Muriel Glawdis

Coordonnateur Général du Cycle de Spécialisation : Pr NJAMNSHI Alfred KONGNYU

Chef de Service Financier : Mme NGAMLI NGOU Mireille Albertine épouse WAH

Chef de Service Adjoint Financier : Mme MANDA BANA Marie Madeleine épouse ENGUENE

Chef de Service de l'Administration Générale et du Personnel : Pr SAMBA Odette NGANO ép. TCHOUAWOU

Chef de Service des Diplômes : Mme ASSAKO Anne DOOBA

Chef de Service Adjoint des Diplômes : Dr NGONO AKAM MARGA Vanina

Chef de Service de la Scolarité et des Statistiques : Mme BIENZA Aline

Chef de Service Adjoint de la Scolarité et des Statistiques : Mme FAGNI MBOUOMBO AMINA épouse ONANA

Chef de Service du Matériel et de la Maintenance : Mme HAWA OUMAROU

Chef de Service Adjoint du Matériel et de la Maintenance : Dr MPONO EMENGUELE Pascale épouse NDONGO

Bibliothécaire en Chef par intérim : Mme FROUSSILOU née MAME Marie-Claire

Comptable Matières : M. MOUMEMIE NJOUNDIYIMOUN MAZOU

2. COORDONNATEURS DES CYCLES ET RESPONSABLES DES FILIERES

Coordonnateur Filière Médecine Bucco-dentaire : Pr BENGONDO MESSANGA Charles

Coordonnateur de la Filière Pharmacie : Pr NTSAMA ESSOMBA Claudine

Coordonnateur Filière Internat : Pr ONGOLO ZOGO Pierre

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Anatomie Pathologique : Pr SANDO Zacharie

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Anesthésie Réanimation : Pr ZE MINKANDE Jacqueline

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Chirurgie Générale : Pr NGO NONGA Bernadette

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Gynécologie et Obstétrique : Pr DOHBIT Julius SAMA

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Médecine Interne : Pr NGANDEU Madeleine

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Pédiatrie : Pr MAH Evelyn MUNGYEH

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Biologie Clinique : Pr KAMGA FOUAMNO Henri Lucien

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Radiologie et Imagerie Médicale : Pr ONGOLO ZOGO Pierre

Coordonnateur du Cycle de Spécialisation en Santé Publique : Pr TAKOUGANG Innocent

Coordonnateur de la formation Continue : Pr KASIA Jean Marie

Point focal projet : Pr NGOUPAYO Joseph

Responsable Pédagogique CESSI : Pr ANKOUANE ANDOULO Firmin

3. DIRECTEURS HONORAIRES DU CUSS

Pr MONEKOSSO Gottlieb (1969-1978)

Pr EBEN MOUSSI Emmanuel (1978-1983)

Pr NGU LIFANJI Jacob (1983-1985)

Pr CARTERET Pierre (1985-1993)

4. DOYENS HONORAIRES DE LA FMSB

Pr SOSSO Maurice Aurélien (1993-1999)

Pr NDUMBE Peter (1999-2006)

Pr TETANYE EKOE Bonaventure (2006-2012)

Pr EBANA MVOGO Côme (2012-2015)

5. PERSONNEL ENSEIGNANT

N°	NOMS ET PRENOMS	GRADE	DISCIPLINE
DEPARTEMENT DE CHIRURGIE ET SPECIALITES			
1	SOSSO Maurice Aurélien (CD)	P	Chirurgie Générale
2	DJIENTCHEU Vincent de Paul	P	Neurochirurgie
3	ESSOMBA Arthur (CD par Intérim)	P	Chirurgie Générale
4	HANDY EONE Daniel	P	Chirurgie Orthopédique
5	MOUAFO TAMBO Faustin	P	Chirurgie Pédiatrique
6	NGO NONGA Bernadette	P	Chirurgie Générale
7	NGOWE NGOWE Marcellin	P	Chirurgie Générale
8	OWONO ETOUNDI Paul	P	Anesthésie-Réanimation
9	ZE MINKANDE Jacqueline	P	Anesthésie-Réanimation
10	BAHEBECK Jean	MCA	Chirurgie Orthopédique
11	BANG GUY Aristide	MCA	Chirurgie Générale
12	BENGONO BENGONO Roddy Stéphan	MCA	Anesthésie-Réanimation
13	FARIKOU Ibrahima	MCA	Chirurgie Orthopédique
14	JEMEA Bonaventure	MCA	Anesthésie-Réanimation
15	BEYIHA Gérard	MC	Anesthésie-Réanimation
16	EYENGA Victor Claude	MC	Chirurgie/Neurochirurgie
17	GUIFO Marc Leroy	MC	Chirurgie Générale

18	NGO YAMBEN Marie Ange	MC	Chirurgie Orthopédique
19	TSIAGADIGI Jean Gustave	MC	Chirurgie Orthopédique
20	BELLO FIGUIM	MA	Neurochirurgie
21	BIWOLE BIWOLE Daniel Claude Patrick	MA	Chirurgie Générale
22	FONKOUÉ Loïc	MA	Chirurgie Orthopédique
23	KONA NGONDO François Stéphane	MA	Anesthésie-Réanimation
24	MBOUCHE Landry Oriole	MA	Urologie
25	MEKEME MEKEME Junior Barthelemy	MA	Urologie
26	MULUEM Olivier Kennedy	MA	Orthopédie-Traumatologie
27	SAVOM Eric Patrick	MA	Chirurgie Générale
28	AHANDA ASSIGA	CC	Chirurgie Générale
29	AMENGLE Albert Ludovic	CC	Anesthésie-Réanimation
30	BIKONO ATANGANA Ernestine Renée	CC	Neurochirurgie
31	BWELE Georges	CC	Chirurgie Générale
32	EPOUPA NGALLE Frantz Guy	CC	Urologie
33	FOUDA Jean Cédrick	CC	Urologie
34	IROUME Cristella Raïssa BIFOUNA épouse NTYO'O NKOUOMOU	CC	Anesthésie-Réanimation
35	MOHAMADOU GUEMSE Emmanuel	CC	Chirurgie Orthopédique
36	NDIKONTAR KWINJI Raymond	CC	Anesthésie-Réanimation
37	NWAHA MAKON Axel Stéphane	CC	Urologie
38	NYANIT BOB Dorcas	CC	Chirurgie Pédiatrique
39	OUMAROU HAMAN NASSOUROU	CC	Neurochirurgie
40	ARROYE BETOU Fabrice Stéphane	AS	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
41	ELA BELLA Amos Jean-Marie	AS	Chirurgie Thoracique
42	FOLA KOPONG Olivier	AS	Chirurgie
43	FOSSI KAMGA GACELLE	AS	Chirurgie Pédiatrique
44	GOUAG	AS	Anesthésie Réanimation
45	MBELE Richard II	AS	Chirurgie Thoracique
46	MFOUAPON EWANE Hervé Blaise	AS	Neurochirurgie
47	NGOUATNA DJEUMAKOU Serge Rawlings	AS	Anesthésie-Réanimation
48	NYANKOUE MEBOUINZ Ferdinand	AS	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

DEPARTEMENT DE MEDECINE INTERNE ET SPECIALITES

49	SINGWE Madeleine épse NGANDEU (CD)	P	Médecine Interne/Rhumatologie
50	ANKOUANE ANDOULO	P	Médecine Interne/ Hépato-Gastro-Entérologie
51	ASHUNTANTANG Gloria Enow	P	Médecine Interne/Néphrologie
52	BISSEK Anne Cécile	P	Médecine Interne/Dermatologie
53	KAZE FOLEFACK François	P	Médecine Interne/Néphrologie
54	KUATE TEGUEU Calixte	P	Médecine Interne/Neurologie
55	KOUOTOU Emmanuel Armand	P	Médecine Interne/Dermatologie

56	MBANYA Jean Claude	P	Médecine Interne/Endocrinologie
57	NDJITOYAP NDAM Elie Claude	P	Médecine Interne/ Hépato-Gastro-Entérologie
58	NDOM Paul	P	Médecine Interne/Oncologie
59	NJAMNSHI Alfred KONGNYU	P	Médecine Interne/Neurologie
60	NJOYA OUDOU	P	Médecine Interne/Gastro-Entérologie
61	SOBNGWI Eugène	P	Médecine Interne/Endocrinologie
62	PEFURA YONE Eric Walter	P	Médecine Interne/Pneumologie
63	BOOMBHI Jérôme	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
64	FOUDA MENYE Hermine Danielle	MCA	Médecine Interne/Néphrologie
65	HAMADOU BA	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
66	MENANGA Alain Patrick	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
67	NGANOU Chris Nadège	MCA	Médecine Interne/Cardiologie
68	KOWO Mathurin Pierre	MC	Médecine Interne/ Hépato-Gastro-Entérologie
69	KUATE née MFEUKEU KWA Liliane Claudine	MC	Médecine Interne/Cardiologie
70	NDONGO AMOUGOU Sylvie	MC	Médecine Interne/Cardiologie
71	DEHAYEM YEFOU Mesmin	MA	Médecine Interne/Endocrinologie
72	ESSON MAPOKO Berthe Sabine épouse PAAMBOG	MA	Médecine Interne/Oncologie Médicale
73	ETOA NDZIE épouse ETOGA Martine Claude	MA	Médecine Interne/Endocrinologie
74	MAÏMOUNA MAHAMAT	MA	Médecine Interne/Néphrologie
75	MASSONGO MASSONGO	MA	Médecine Interne/Pneumologie
76	MBONDA CHIMI Paul-Cédric	MA	Médecine Interne/Neurologie
77	NDJITOYAP NDAM Antonin Wilson	MA	Médecine Interne/Gastroentérologie
78	NDOBO épouse KOE Juliette Valérie Danielle	MA	Médecine Interne/Cardiologie
79	NGAH KOMO Elisabeth	MA	Médecine Interne/Pneumologie
80	NGARKA Léonard	MA	Médecine Interne/Neurologie
81	NKORO OMBEDE Grâce Anita	MA	Médecine Interne/Dermatologue
82	OWONO NGABEDE Amalia Ariane	MA	Médecine Interne/Cardiologie Interventionnelle
83	NTSAMA ESSOMBA Marie Josiane épouse EBODE	MA	Médecine Interne/Gériatrie
84	ATENGUENA OBalemBa Etienne	CC	Médecine Interne/Cancérologie Médicale
85	FOJO TALONGONG Baudelaire	CC	Médecine Interne/Rhumatologie
86	KAMGA OLEN Jean Pierre Olivier	CC	Médecine Interne/Psychiatrie
87	MENDANE MEKOBE Francine épouse EKOBENA	CC	Médecine Interne/Endocrinologie
88	MINTOM MEDJO Pierre Didier	CC	Médecine Interne/Cardiologie
89	NTONE ENYIME Félicien	CC	Médecine Interne/Psychiatrie

90	NZANA Victorine Bandolo épouse FORKWA MBAH	CC	Médecine Interne/Néphrologie
91	ANABA MELINGUI Victor Yves	AS	Médecine Interne/Rhumatologie
92	EBENE MANON Guillaume	AS	Médecine Interne/Cardiologie
93	ELIMBY NGANDE Lionel Patrick Joël	AS	Médecine Interne/Néphrologie
94	KUABAN Alain	AS	Médecine Interne/Pneumologie
95	NKECK Jan René	AS	Médecine Interne
96	NSOUNFON ABDOU WOUOLIYOU	AS	Médecine Interne/Pneumologie
97	NTYO'O NKOUUMOU Arnaud Laurel	AS	Médecine Interne/Pneumologie
98	TCHOUANKEU KOUNGA Fabiola	AS	Médecine Interne/Psychiatrie

DEPARTEMENT D'IMAGERIE MEDICALE ET RADIOLOGIE

99	ZEH Odile Fernande (CD)	P	Radiologie/Imagerie Médicale
100	GUEGANG GOUJOU. Emilienne	P	Imagerie Médicale/Neuroradiologie
101	MOIFO Boniface	P	Radiologie/Imagerie Médicale
102	ONGOLO ZOGO Pierre	MCA	Radiologie/Imagerie Médicale
103	SAMBA Odette NGANO	MC	Biophysique/Physique Médicale
104	MBEDE Maggy épouse ENDEGUE MANGA	MA	Radiologie/Imagerie Médicale
105	MEKA'H MAPENYA Ruth-Rosine	MA	Radiothérapie
106	NWATSOCK Joseph Francis	CC	Radiologie/Imagerie Médicale Médecine Nucléaire
107	SEME ENGOUMOU Ambroise Merci	CC	Radiologie/Imagerie Médicale
108	ABO'O MELOM Adèle Tatiana	AS	Radiologie et Imagerie Médicale

DEPARTEMENT DE GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE

109	NGO UM Esther Juliette épouse MEKA (CD)	MCA	Gynécologie Obstétrique
110	FOUMANE Pascal	P	Gynécologie Obstétrique
111	KASIA Jean Marie	P	Gynécologie Obstétrique
112	KEMFANG NGOWA Jean Dupont	P	Gynécologie Obstétrique
113	MBOUDOU Émile	P	Gynécologie Obstétrique
114	MBU ENOW Robinson	P	Gynécologie Obstétrique
115	NKWABONG Elie	P	Gynécologie Obstétrique
116	TEBEU Pierre Marie	P	Gynécologie Obstétrique
117	BELINGA Etienne	MCA	Gynécologie Obstétrique
118	ESSIBEN Félix	MCA	Gynécologie Obstétrique
119	FOUEDJIO Jeanne Hortence	MCA	Gynécologie Obstétrique
120	NOA NDOUA Claude Cyrille	MCA	Gynécologie Obstétrique
121	DOHBIT Julius SAMA	MC	Gynécologie Obstétrique
122	MVE KOH Valère Salomon	MC	Gynécologie Obstétrique
123	METO GO NTSAMA Junie Annick	MA	Gynécologie Obstétrique
124	MBOUA BATOUR Véronique Sophie	CC	Gynécologie Obstétrique
125	MENDOUA Michèle Florence épouse NKODO	CC	Gynécologie Obstétrique
126	NSAHLAI Christiane JIVIR FOMU	CC	Gynécologie Obstétrique

127	NYADA Serge Robert	CC	Gynécologie Obstétrique
128	TOMPEEN Isidore	CC	Gynécologie Obstétrique
129	EBONG Cliford EBONTANE	AS	Gynécologie Obstétrique
130	MPONO EMENGUELE Pascale épouse NDONGO	AS	Gynécologie Obstétrique
131	NGONO AKAM Marga Vanina	AS	Gynécologie Obstétrique

DEPARTEMENT D'OPHTALMOLOGIE, D'ORL ET DE STOMATOLOGIE

132	DJOMOU François (CD)	P	ORL
133	EBANA MVOGO Côme	P	Ophtalmologie
134	ÉPÉE Émilienne épouse ONGUENE	P	Ophtalmologie
135	KAGMENI Gilles	P	Ophtalmologie
136	NDJOLO Alexis	P	ORL
137	NJOCK Richard	P	ORL
138	OMGBWA EBALE André	P	Ophtalmologie
139	BILLONG Yannick	MCA	Ophtalmologie
140	DOHVOMA Andin Viola	MCA	Ophtalmologie
141	EBANA MVOGO Stève Robert	MCA	Ophtalmologie
142	KOKI Godefroy	MCA	Ophtalmologie
143	MINDJA EKO David	MC	ORL/Chirurgie Maxillo-Faciale
144	NGABA Olive	MC	ORL
145	ANDJOCK NKOUO Yves Christian	MA	ORL
146	MEVA'A BIOUELE Roger Christian	MA	ORL-CCF
147	MOSSUS Yannick	MA	ORL-CCF
148	MVILONGO TSIMI épouse BENGONO Caroline	MA	Ophtalmologie
149	NGO NYEKI Adèle-Rose épouse MOUAHA-BELL	MA	ORL-CCF
150	NOMO Arlette Francine	MA	Ophtalmologie
151	AKONO ZOUA épouse ETEME Marie Evodie	MA	Ophtalmologie
152	ASMAOU BOUBA Dalil	CC	ORL
153	ATANGA Léonel Christophe	CC	ORL-CCF
154	BOLA SIAFA Antoine	CC	ORL
155	NANFACK NGOUNE Chantal	MA	Ophtalmologie

DEPARTEMENT DE PEDIATRIE

156	ONGOTSOYI Angèle épouse PONDY (CD)	P	Pédiatrie
157	KOKI NDOMBO Paul	P	Pédiatre
158	ABENA OBAMA Marie Thérèse	P	Pédiatrie
159	CHIABI Andreas	P	Pédiatrie
160	CHELO David	P	Pédiatrie
161	MAH Evelyn	P	Pédiatrie
162	NGUEFACK Séraphin	P	Pédiatrie

163	NGUEFACK épouse DONGMO Félicitée	P	Pédiatrie
164	NGO UM KINJEL Suzanne épse SAP	MCA	Pédiatrie
165	KALLA Ginette Claude épse MBOPI KEOU	MC	Pédiatrie
166	MBASSI AWA Hubert Désiré	MC	Pédiatrie
167	NOUBI Nelly épouse KAMGAING MOTING	MC	Pédiatrie
168	EPEE épouse NGOUE Jeannette	MA	Pédiatrie
169	KAGO TAGUE Daniel Armand	MA	Pédiatrie
170	MEGUIEZE Claude-Audrey	MA	Pédiatrie
171	MEKONE NKWELE Isabelle	MA	Pédiatrie
172	TONY NENGOM Jocelyn	MA	Pédiatrie

**DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE, PARASITOLOGIE, HEMATOLOGIE ET
MALADIES INFECTIEUSES**

173	MBOPI KEOU François-Xavier (CD)	P	Bactériologie/ Virologie
174	ADIOGO Dieudonné	P	Microbiologie/Virologie
175	GONSU née KAMGA Hortense	P	Bactériologie
176	LUMA Henry	P	Bactériologie/ Virologie
177	MBANYA Dora	P	Hématologie
178	OKOMO ASSOUMOU Marie Claire	P	Bactériologie/ Virologie
179	TAYOU TAGNY Claude	P	Microbiologie/Hématologie
180	CHETCHA CHEMENGI Bernard	MC	Microbiologie/Hématologie
181	LYONGA Emilia ENJEMA	MC	Microbiologie Médicale
182	TOUKAM Michel	MC	Microbiologie
183	NGANDO Laure épouse MOUDOUTE	MA	Parasitologie
184	BEYALA Frédérique	CC	Maladies Infectieuses
185	BOUM II YAP	CC	Microbiologie
186	ESSOMBA René Ghislain	CC	Immunologie
187	MEDI SIKE Christiane Ingrid	CC	Maladies infectieuses
188	NGOGANG Marie Paule	CC	Biologie Clinique
189	NDOUMBA NKENGUE Annick épouse MINTYA	CC	Hématologie
190	VOUNDI VOUNDI Esther	CC	Virologie
191	ANGANDJI TIPANE Prisca épouse ELLA	AS	Biologie Clinique /Hématologie
192	Georges MONDINDE IKOMEY	AS	Immunologie
193	MBOUYAP Pretty Rosereine	AS	Virologie

DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE

194	KAMGNO Joseph (CD)	P	Santé Publique /Epidémiologie
195	ESSI Marie José	P	Santé Publique/Anthropologie Médicale
196	TAKOUGANG Innocent	P	Santé Publique
197	BEDIANG Georges Wylfred	MCA	Informatique Médicale/Santé Publique
198	BILLONG Serges Clotaire	MC	Santé Publique
199	NGUEFACK TSAGUE	MC	Santé Publique /Biostatistiques

200	EYEBE EYEBE Serge Bertrand	CC	Santé Publique/Epidémiologie
201	KEMBE ASSAH Félix	CC	Epidémiologie
202	KWEDI JIPPE Anne Sylvie	CC	Epidémiologie
203	MOSSUS Tatiana née ETOUNOU AKONO	CC	Expert en Promotion de la Santé
204	NJOU MEMI ZAKARIAOU	CC	Santé Publique/Economie de la Santé
205	ABBA-KABIR Haamit-Mahamat	AS	Pharmacien
206	AMANI ADIDJA	AS	Santé Publique
207	ESSO ENDALLE Lovet Linda Augustine Julia	AS	Santé Publique
208	MBA MAADJHOU Berjauline Camille	AS	Santé Publique/Epidémiologie Nutritionnelle

DEPARTEMENT DES SCIENCES MORPHOLOGIQUES-ANATOMIE PATHOLOGIQUE

209	MENDIMI NKODO Joseph (CD)	MC	Anatomie Pathologie
210	SANDO Zacharie	P	Anatomie Pathologie
211	BISSOU MAHOP Josue	MC	Médecine de Sport
212	KABEYENE OKONO Angèle Clarisse	MC	Histologie/Embryologie
213	AKABA Désiré	MC	Anatomie Humaine
214	NSEME ETOUCKEY Georges Eric	MC	Médecine Légale
215	NGONGANG Gilbert FranK Olivier	MA	Médecine Légale
216	MENDOUGA MENYE Coralie Reine Bertine épse KOUOTOU	CC	Anatomopathologie
217	ESSAME Eric Fabrice	AS	Anatomopathologie

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE

218	NDONGO EMBOLA épse TORIMIRO Judith (CD)	P	Biologie Moléculaire
219	PIEME Constant Anatole	P	Biochimie
220	AMA MOOR Vicky Joceline	P	Biologie Clinique/Biochimie
221	EUSTACE BONGHAN BERINYUY	CC	Biochimie
222	GUEWO FOKENG Magellan	CC	Biochimie
223	MBONO SAMBA ELOUMBA Esther Astrid	AS	Biochimie

DEPARTEMENT DE PHYSIOLOGIE

224	ETOUNDI NGOA Laurent Serges (CD)	P	Physiologie
225	ASSOMO NDEMBA Peguy Brice	MC	Physiologie
226	AZABJI KENFACK Marcel	CC	Physiologie
227	DZUDIE TAMDJA Anastase	CC	Physiologie
228	EBELL'A DALLE Ernest Remy Hervé	CC	Physiologie humaine

DEPARTEMENT DE PHARMACOLOGIE ET DE MEDECINE TRADITIONNELLE

229	NGONO MBALLA Rose ABONDO (CD)	MC	Pharmaco-thérapeutique africaine
230	NDIKUM Valentine	CC	Pharmacologie
231	ONDOWA NGUELE Marc Olivier	AS	Pharmacologie

DEPARTEMENT DE CHIRURGIE BUCCALE, MAXILLO-FACIALE ET PARODONTOLOGIE

232	BENGONDO MESSANGA Charles (CD)	P	Stomatologie
-----	---------------------------------------	---	--------------

233	EDOUMA BOHIMBO Jacques Gérard	MA	Stomatologie et Chirurgie
234	LOWE NANTCHOUANG Jacqueline Michèle épouse ABISSEGUE	CC	Odontologie Pédiatrique
235	MBEDE NGA MVONDO Rose	CC	Médecine Bucco-dentaire
236	MENGONG épouse MONEBOULOU Hortense	CC	Odontologie Pédiatrique
237	NDJOH Jules Julien	CC	Chirurgien-Dentiste
238	NOKAM TAGUEMNE M.E.	CC	Médecine Dentaire
239	GAMGNE GUIADEM Catherine M	AS	Chirurgie Dentaire
240	KWEDI Karl Guy Grégoire	AS	Chirurgie Bucco-Dentaire
241	NIBEYE Yannick Carine Brice	AS	Bactériologie
242	NKOLO TOLO Francis Daniel	AS	Chirurgie Bucco-Dentaire

DEPARTEMENT DE PHARMACOGNOSIE ET CHIMIE PHARMACEUTIQUE

243	NTSAMA ESSOMBA Claudine (CD)	P	Pharmacognosie /Chimie pharmaceutique
244	NGAMENI Bathélémy	P	Phytochimie/ Chimie Organique
245	NGOUPAYO Joseph	P	Phytochimie/Pharmacognosie
246	GUEDJE Nicole Marie	MC	Ethnopharmacologie/Biologie végétale
247	BAYAGA Hervé Narcisse	AS	Pharmacie

DEPARTEMENT DE PHARMACOTOXICOLOGIE ET PHARMACOCINETIQUE

248	ZINGUE Stéphane (CD)	MC	
249	FOKUNANG Charles	P	Biologie Moléculaire
250	TEMBE Estella épse FOKUNANG	MC	Pharmacologie Clinique
251	ANGO Yves Patrick	AS	Chimie des substances naturelles
252	NENE AHIDJO épouse NJITUNG TEM	AS	Neuropharmacologie

DEPARTEMENT DE PHARMACIE GALENIQUE ET LEGISLATION PHARMACEUTIQUE

253	NNANGA NGA Emmanuel (CD)	P	Pharmacie Galénique
254	MBOLE Jeanne Mauricette épse MVONDO M.	CC	Management de la qualité, Contrôle qualité des produits de santé et des aliments
255	NYANGONO NDONGO Martin	CC	Pharmacie
256	SOPPO LOBE Charlotte Vanessa	CC	Contrôle qualité médicaments
257	ABA'A Marthe Dereine	AS	Analyse du Médicament
258	FOUMANE MANIEPI NGOUOPIHO Jacqueline Saurelle	AS	Pharmacologie
259	MINYEM NGOMBI Aude Périne épouse AFUH	AS	Réglementation Pharmaceutique

P = Professeur

MA = Maître Assistant

MCA = Maître de Conférences Agrégé

CC = Chargé de Cours

MC = Maître de Conférences

AS = Assistant

SERMENT D'HIPPOCRATE



Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus. Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité.

La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948

RESUME

Introduction :

La cornée située à l'avant de l'œil, est une tunique protectrice du globe oculaire encastrée dans la sclérotique comme un verre de montre, transparente dotée de propriétés physiques, chimiques, optiques et métaboliques. Un œil est considéré comme emmétrope lorsque les rayons lumineux provenant de l'infini se focalisent correctement sur la rétine, sans nécessiter d'accommodation. Elle présente des caractéristiques particulières chez le mélanoderme camerounais qu'il nous a paru important de déterminer.

Objectif :

Déterminer les caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope à l'Hôpital Militaire de Région N°2.

Méthodologie :

Il s'agissait d'une étude transversale analytique monocentrique menée du 15 février au 15 mai 2024. Etaient inclus dans notre étude, tous les enfants âgés de 3 à 19 ans venus ou amenés en consultation à l'Hôpital Militaire de Région N°2, emmétropes avec ou sans correction, ne présentant aucune pathologie oculaire et ayant consentis avec leurs parents à participer à l'étude. Etaient exclus, tous les enfants amétropes avec la correction optique et ceux qui désiraient se retirer de l'étude quel qu'en soit la raison. L'échantillon était consécutif. Les données étaient collectées à partir d'une fiche technique et analysées grâce au logiciel IBM-SPSS version 25.0.

Résultats :

Au cours de notre étude, 443 enfants soit 886 yeux ont été retenus avec une moyenne d'âge de $11,83 \pm 4,06$ ans, avec des extrêmes de 4 et 19 ans. Le sex ratio H/F était de 0,46. Le niveau d'étude le plus représenté était le niveau secondaire. La pression intraoculaire moyenne était de $16,6 \pm 2,1$ mmHg et la kératométrie moyenne de $42,19 \pm 1,08$ D. La pachymétrie centrale moyenne était de $531,38 \pm 33,20$ μm et celles périphériques étaient de $562,00 \pm 30,70$ μm , $560,12 \pm 27,70$ μm , $543,56 \pm 13,29$ μm et $549,07 \pm 18,82$ μm respectivement pour les portions nasale, supérieure, temporale et inférieure. L'épaisseur de l'épithélium cornéen moyen était de $48,12 \pm 4,32$ μm et la cornée révélait une structure normale, sans dystrophie, pour l'ensemble de ses couches chez la totalité de notre population d'étude. Une association significative positive a été retrouvée entre l'épaisseur cornéenne centrale et la pression intraoculaire ($r=+0,187$; $p=0,001$). Elle était significative négative entre l'épaisseur centrale de la cornée et le rayon de courbure cornéenne ($r=-0,074$; $p=0,004$).

Conclusion :

L'épaisseur cornéenne centrale chez les enfants camerounais reste dans les limites de la normale, bien qu'inférieure à celle des enfants d'origine caucasienne et asiatique.

Mots clés : Cornée, Emmétrope, Enfants, OCT-SA, Douala-Cameroun.

ABSTRACT

Introduction:

The cornea, located at the front of the eye, is a protective layer of the eyeball embedded in the sclera like a watch glass, transparent and endowed with physical, chemical, optical, and metabolic properties. An eye is considered emmetropic when light rays coming from infinity focus correctly on the retina without the need for accommodation. It presents particular characteristics in Cameroonian descent that we deemed important to determine.

Objective:

To determine the tomographic characteristics of the cornea of emmetropic Cameroonian children at Second Region Military Hospital.

Methodology:

This was a single-center cross-sectional analytical study conducted from February 15th to May 15th, 2024. Included in our study were all children aged 3 to 19 years who came or were brought for consultation at the Second Region Military Hospital, emmetropic with or without correction, without any ocular pathology, and who consented, along with their parents, to participate in the study. Excluded were all ametropic children with optical correction and those who wished to withdraw from the study for any reason. The sample was consecutive. Data were collected using a technical form and analyzed using IBM-SPSS software version 25.0.

Results:

During our study, 443 children, totaling 886 eyes, were included with a mean age of 11.83 ± 4.06 years, ranging from 4 to 19 years. The male-to-female ratio was 1:2. The most represented education level was secondary education. The mean intraocular pressure was 16.6 ± 2.1 mmHg, and the mean keratometry was 42.19 ± 1.08 D. The mean central pachymetry was 531.38 ± 33.20 μm , and the peripheral ones were 562.00 ± 30.70 μm , 560.12 ± 27.70 μm , 543.56 ± 13.29 μm , and 549.07 ± 18.82 μm , respectively, for the nasal, superior, temporal, and inferior portions. The mean corneal epithelial thickness was 48.12 ± 4.32 μm , and the cornea showed a normal structure without dystrophy across all layers in the entire study population. Positive significant association was found between central corneal thickness and intraocular pressure ($r=+0.187$; $p=0.001$). A significant negative association was observed between central corneal thickness and corneal curvature radius ($r=-0.993$; $p=0.004$).

Conclusion:

Central corneal thickness in Cameroonian children remains within normal limits, though lower than that of Caucasian and Asian children.

Keywords: Cornea, Emmetropia, Children, OCT-SA, Douala-Cameroun.

LISTE DES ABREVIATIONS

- AC** : avec correction
- AF** : angiographie à la fluorescéine
- AIC** : angle irido-cornéen
- A-scans/s** : a-scans axiaux par seconde
- AV** : acuité aisuelle
- AVL** : acuité visuelle de loin
- BAV** : baisse de l'acuité visuelle
- bFGF** : beta fibroblast growth factor
- CH** : corneal hysteresis
- CIER** : comité Institutionnel d'Éthique et de la Recherche
- cm** : centimètre
- CRF** : corneal resistance factor
- D** : dioptrie
- DMLA** : dégénérescence maculaire liée à l'âge
- DR** : rétinopathie diabétique
- EDI** : enhanced depth imaging
- EGF** : epithelial growth factor
- ET** : écart-type
- FMSB** : faculté de médecine et des sciences biomédicales
- FO** : fond d'œil
- g** : gramme
- GAG** : glycosaminoglycans
- HMR2** : Hôpital Militaire de Région N°2
- ICGA** : angiographie au vert d'indocyanine
- KPS** : kératites ponctuées superficielles
- LAF** : lampe à fente
- LASIK** : laser-assisted in situ keratomileusis
- MER** : Membranes épirétiniennes
- mm** : millimètre
- mmHg** : millimètre de mercure
- n** : indice relatif de réfraction
- NA** : non applicable

OCT : optical coherence tomography

OCT-A : OCT Angiographie

OCT-SA : tomographie en cohérence optique du segment antérieur

OD : œil droit

OG : œil gauche

OMS : organisation mondiale de la santé

ORA : ocular response analyzer

ORL : oto-rhino-laryngologie

OVCR : occlusion de la veine centrale de la rétine

PAS : periodic acid schiff

PIO : pression intra-oculaire

RNFLT : retinal nerve fiber layer thickness (épaisseur de la couche de fibres nerveuses rétiennes)

SA : segment antérieur

SD : spectral domain

SFO : société française d'ophtalmologie

SP : segment postérieur

SS : swept-source.

SSO : service spécialisé d'ophtalmologie

UY1 : université de Yaoundé I

VMA : vitréomacular adhesion (adhésion vitréo-maculaire)

VMT : vitréomacular traction (traction vitréo-maculaire)

mV : millivolt

GMPc : guanosine monophosphate cyclique

GDP : guanosine diphosphate

GTP : guanosine triphosphate

LISTE DE TABLEAUX

Tableau I : muscles extrinsèques de l'œil, action et innervation	24
Tableau II : caractéristiques techniques des appareils OCT commercialisés.....	51
Tableau III : états des lieux sur la question	57
Tableau IV : répartition de la population en fonction du niveau d'étude.....	72
Tableau V : données sur l'acuité visuelle.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau VI : données sur la PIO	73
Tableau VII : données sur les examens ophtalmologiques	73
Tableau VIII : distribution des moyennes des épaisseurs cornéennes périphériques.	76
Tableau IX : moyenne de l'épaisseur cornéenne centrale.....	78
Tableau X : tableau croisé entre l'ECC, l'âge et le sexe.....	79
Tableau XI : tableau croisé entre l'ECC et la PIO	79
Tableau XII : tableau croisé entre l'ECC, la kératométrie et le rayon de courbure cornéen ...	80

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : coupe sagittale du globe oculaire.....	15
Figure 2 : anatomie de l'angle irido-cornéen.....	17
Figure 3 : schéma d'une coupe sagittale des structures internes de l'œil.....	20
Figure 4 : coupe de l'œil montrant les milieux transparents et opaques.....	22
Figure 5 : coupe sagittale de la paupière supérieure	23
Figure 6 : les voies lacrymales	23
Figure 7 : anatomie des muscles oculomoteurs.....	24
Figure 8 : coupe de l'orbite osseuse.....	25
Figure 9 : coupe en vue supérieure de l'orbite et de l'œil	26
Figure 10: phénomène d'accommodation.....	28
Figure 11: phénomène de désaccommodassions.....	29
Figure 12 : image en tomographie à cohérence optique d'une cornée humaine normale.....	30
Figure 13 : coupe histologique de la cornée montrant la structure des différentes couches.	31
Figure 14 : spectre du visible	32
Figure 15 : système optique de l'œil qui est assimilé à 4 dioptres sphériques centrés sur le même axe de résolution.....	33
Figure 16 : emmétropie (système stigmate), myopie et hypermétropie	34
Figure 17 : lois de Descartes	35
Figure 18 : aberrations de sphéricité (effet caustique)	36
Figure 19 : coupe cornéenne	54
Figure 20 : coupe du segment antérieur	55
Figure 21 : pachymétrie cornéenne	56
Figure 22 : microcornée (diamètre cornéen 5 mm).....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 23 : mégalocornée	Erreur ! Signet non défini.
Figure 24 : kératocône.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 25 : dystrophie de Meesmann, aspect biomicroscopique.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 26 : aspect en OCT d'une dystrophie de Meesmann	Erreur ! Signet non défini.
Figure 27 : dystrophie maculaire.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 28 : aspect en OCT d'une dystrophie maculaire	Erreur ! Signet non défini.
Figure 29 : dystrophie de Schnyder familiale	Erreur ! Signet non défini.
Figure 30 : aspect en OCT d'une dystrophie cristalline.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 31 : dystrophie congénitale endothéliale héréditaire	Erreur ! Signet non défini.

Figure 32 : dystrophie postérieure polymorphe	Erreur ! Signet non défini.
Figure 33 : dystrophie de Reis-Bücklers, aspect biomicroscopique	Erreur ! Signet non défini.
Figure 34 : aspect en OCT d'une dystrophie de Reis-Bücklers	Erreur ! Signet non défini.
Figure 35 : dystrophie de Thiel-Behnke, aspect biomicroscopique	Erreur ! Signet non défini.
Figure 36 : aspect en OCT d'une dystrophie de Thiel-Behnke.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 37 : dystrophie grillagée type 1.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 38 : dystrophie grillagée, aspect biomicroscopique.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 39 : aspect en OCT d'une dystrophie grillagée.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 40 : dystrophie granulaire, aspect biomicroscopique.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 41 : aspect en OCT d'une dystrophie granulaire	Erreur ! Signet non défini.
Figure 42 : dystrophie d'Avellino, aspect biomicroscopique	Erreur ! Signet non défini.
Figure 43 : abcès de la cornée	Erreur ! Signet non défini.
Figure 44 : diagramme du flux des patients	70
Figure 45 : répartition de la population selon la tranche d'âge.....	71
Figure 46 : répartition de la population en fonction du sexe.....	71
Figure 47 : répartition de la population en fonction de la région d'origine	72
Figure 48 : distribution de l'épaisseur cornéenne centrale.....	75
Figure 49 : distribution des moyennes de l'épaisseur de l'épithélium cornéen.	77
Figure 50 : l'ECC en fonction de la PIO	80
Figure 51 : image montrant la réalisation d'un OCT-SA (anterior chamber) de l'œil droit ...	97
Figure 52 : image d'une carte de pachymétrie par OCT (Pachymétrie).	98
Figure 53 : image en coupe de la cornée centrale par OCT (HD Cornée)	99
Figure 54 : image en coupe du segment antérieur de l'œil, montrant la cornée, l'iris et de l'AIC par OCT-SA (Anterior chamber) chez un enfant de 15 ans.....	100

INTRODUCTION

La cornée située à l'avant de l'œil, est une tunique protectrice du globe oculaire encastrée dans la sclérotique comme un verre de montre, transparente, dotée de propriétés physiques, chimiques, optiques et métaboliques [1]. La coque cornéo-sclérale forme la couche la plus externe du globe oculaire. C'est une structure complexe qui, en plus d'avoir un rôle protecteur, est responsable d'environ deux tiers de la puissance optique de l'œil. Un œil est considéré comme emmétrope lorsque les rayons lumineux provenant de l'infini et traversant la cornée se focalisent précisément sur la rétine sans nécessiter d'accommodation. Les caractéristiques de la cornée peuvent varier selon plusieurs facteurs et celles-ci peuvent être décrites par différentes technologies. La Tomographie en Cohérence Optique est une technologie moderne d'imagerie oculaire non invasive développée en 1991, permettant une analyse détaillée et objective des structures de l'œil, y compris la cornée. L'avènement de cette technologie appliquée au segment antérieur a révolutionné l'analyse de la cornée [1–4].

Les données actuelles dans le monde, font état d'une épaisseur cornéenne centrale moyenne chez les enfants de 554,19 µm en Chine d'après Wei et *al*, tandis que Qian et *al* retrouvaient une épaisseur de l'épithélium cornéen à 52,8 µm [5, 6]. En Afrique, des études portées sur une population d'enfants tunisiens menée par Ouazzazi et *al*, retrouvaient une épaisseur cornéenne centrale moyenne de 545,31 µm [8]. Au Cameroun, Omgbwa et *al* en 2010 avaient retrouvé chez les enfants une épaisseur cornéenne centrale moyenne de $538,6 \pm 30,03$ µm [9].

Cependant, les études réalisées dans notre environnement et à notre portée sont moins tournées vers les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la cornée de l'adulte, encore plus de l'enfant. La disponibilité de la tomographie en cohérence optique du segment antérieur dans notre milieu nous a donné l'opportunité de déterminer les différentes caractéristiques de la cornée de l'enfant emmétrope dans un hôpital de la ville de Douala au Cameroun.

CHAPITRE I : CADRE DE LA RECHERCHE

I.1. JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE

La cornée est essentielle pour la réfraction de la lumière et la formation d'une image nette sur la rétine. Ainsi, la présence d'anomalies cornéennes peut entraîner un trouble de la vision allant jusqu'à la cécité. Cependant, les données sur les paramètres tomographiques de la cornée dans notre contexte restent peu documentées. Ce qui nous donne l'opportunité de déterminer les caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope.

I.2. QUESTION DE RECHERCHE

Quelles sont les caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope ?

I.3. HYPOTHESES DE RECHERCHE

Les enfants emmétropes auraient des caractéristiques cornéennes tomographiques différentes de celles des enfants caucasiens et asiatiques.

I.4. OBJECTIFS

I.4.1. Objectif général

Déterminer les caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope de 3 à 19 ans à l'Hôpital Militaire de Région N°2.

I.4.2. Objectifs spécifiques

1. Déterminer les caractéristiques sociodémographiques de la population étudiée.
2. Décrire les caractéristiques cliniques ophtalmologiques des enfants emmétropes.
3. Mesurer les épaisseurs cornéennes centrales et périphériques de l'enfant emmétrope par tomographie en cohérence optique dans notre milieu.
4. Identifier les facteurs influençant l'épaisseur cornéenne centrale.
5. Rechercher les dystrophies et autres anomalies cornéennes congénitales ou génétiques.

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTERATURE

II.A. Rappels anatomiques

1. Globe oculaire et annexes

1.1. Anatomie

1.1.1. Le globe oculaire

C'est l'organe de la vision située à la partie antérieure de l'orbite, ayant la forme d'une sphère de 24mm chez l'adulte pèse 7g et a un volume de 6,5cm³ [1].

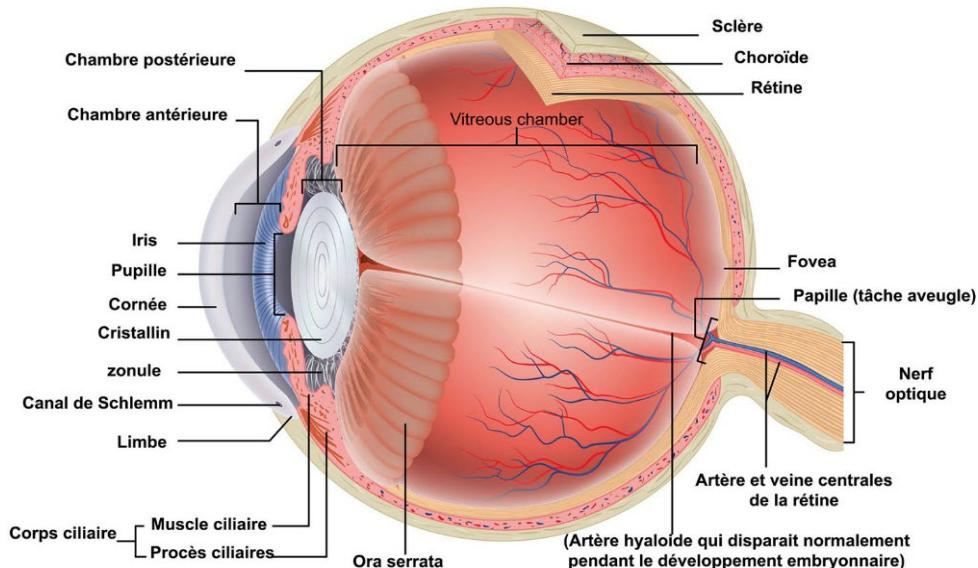


Figure 1 : coupe sagittale du globe oculaire [10].

Il comporte deux segments : antérieur et postérieur.

- ❖ **Segment antérieur :** rassemblant la cornée, l'iris, la chambre antérieure, l'AIC, le cristallin, le corps ciliaire, ...

Le segment antérieur est divisé en deux chambres : la chambre antérieure en avant de l'iris et la chambre postérieure en arrière de l'iris. Il comprend les éléments suivants :

➤ **La cornée.**

➤ **L'iris :**

- Partie la plus antérieure de l'uvée faisant suite au corps ciliaire
- C'est une membrane pigmentée, circulaire et contractile, bombant vers l'avant et perforée en son centre d'un orifice : la pupille.
- L'iris présente deux bords :

- L'un externe périphérique qui s'insère sur le corps ciliaire
- L'autre interne délimitant la pupille
- La contraction et la dilatation de la pupille sont contrôlées par deux muscles antagonistes : le muscle sphincter pupillaire et le muscle dilatateur pupillaire
- Le réflexe pupillaire physiologique permet d'adapter la vision à la lumière ambiante grâce à ces muscles
- On parle de myosis quand la pupille est contractée et de mydriase quand la pupille est dilatée
- L'aniridie est l'absence d'iris
- L'hétérochromie est une différence de couleur entre les deux yeux ou entre des parties d'une même iris
- L'iris délimite la chambre antérieure de la chambre postérieure [2].

➤ **L'AIC :**

- L'angle irido-cornéen est délimité par la face antérieure de l'iris en arrière et la face postérieure de la cornée en avant.
- On retrouve à ce niveau plusieurs éléments ayant pour principale fonction l'excrétion de l'humeur aqueuse :
 - **L'anneau de Schwalbe** : condensation de la membrane de Descemet.
 - **Le trabéculum** : maille constituée de fibres de collagène ayant pour rôle la filtration de l'humeur aqueuse ; la dysfonction du trabéculum entraîne une augmentation de la pression intraoculaire par diminution de la filtration d'humeur aqueuse
 - **Le canal de Schlemm** : voie excrétrice de l'humeur aqueuse vers les veines sclérales et lymphatiques.
 - **L'éperon scléral** : également connu sous le nom de "spur scléral", est une saillie de la sclérotique située au niveau du limbe, entre la partie postérieure du canal de Schlemm et la partie antérieure du muscle ciliaire, et se terminant contre le système trabéculaire de la chambre antérieure [2].

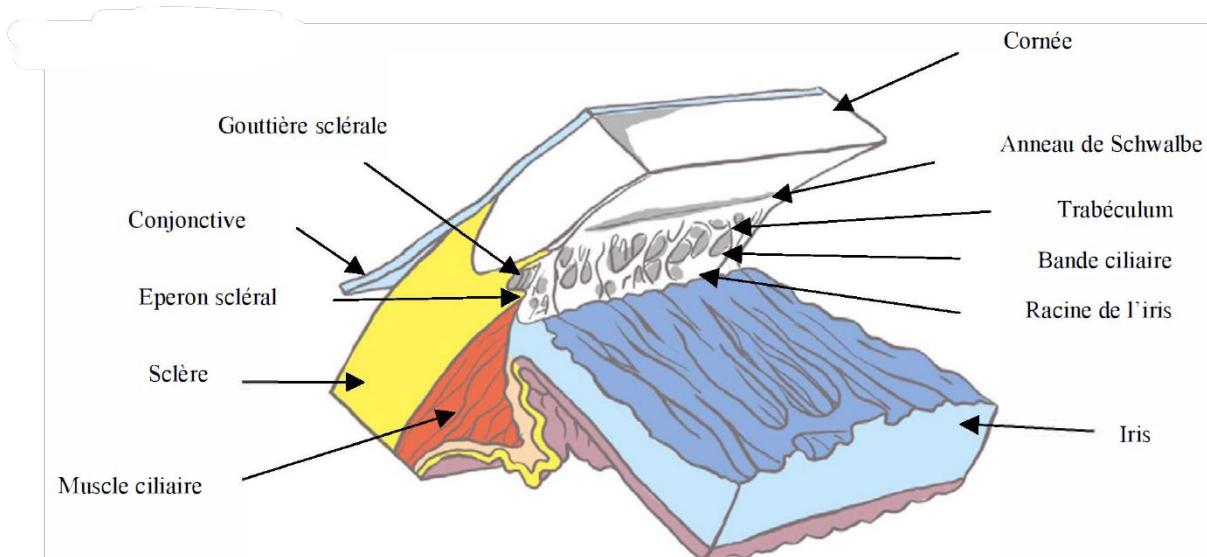


Figure 2 : anatomie de l'angle irido-cornéen [10].

➤ Le corps ciliaire

- Le corps ciliaire est le segment intermédiaire de l'uvée
- Circulaire et situé en arrière de l'iris, il est constitué de deux structures :
 - Le muscle ciliaire :
 - Rôle dans l'accommodation
 - Zone d'insertion de la racine de l'iris et de la zonule
 - Les procès ciliaires
 - Constitués d'un épithélium ciliaire
 - Rôle majeur dans la sécrétion d'humeur aqueuse
 - Richement vascularisés [2].

➤ Le cristallin :

- Lentille optique biconvexe de l'œil constituant le deuxième élément réfractif de l'œil après la cornée.
- Il compte pour le tiers du dioptrie oculaire, sa puissance réfractive normale est de 13 dioptries dans l'œil.
- Le cristallin est situé en arrière de l'iris et rattaché aux enveloppes de l'œil par les zonules au corps ciliaire
- Il est composé :
 - D'un noyau
 - D'un cortex
 - D'une capsule antérieure et postérieure

- Il est transparent sans vascularisation ni innervation ;
- Avec l'âge les différentes structures du cristallin peuvent s'opacifier et provoquer une cataracte ;
- Le cristallin est capable de se contracter grâce aux zonules sous l'effet du muscle ciliaire : rôle dans le phénomène d'accommodation ;
- La perte de cette fonction accommodative est progressive dans le temps et est responsable de la presbytie [2].

❖ **Segment postérieur :** sclère, choroïde, rétine, corps vitré, ...

➤ **La choroïde :**

- La choroïde est la membrane nourricière d'une partie du globe oculaire.
- Elle constitue une véritable **éponge vasculaire** située entre la rétine et la sclère.
- Elle est composée de nombreuses cellules pigmentées et d'éléments vasculo-nerveux
- Elle s'étend de la papille optique jusqu'aux corps ciliaires.
- A son niveau vont cheminer les artères ciliaires postérieures longues et courtes, les veines vortiqueuses et les nerfs ciliaires [2].

➤ **La rétine :**

- La rétine, organe sensible de la vision, s'étend et recouvre toute la face interne de la choroïde jusqu'à l'Ora Serrata.
- Sa fonction principale est la phototransduction.
- En avant, la rétine est en contact avec l'humeur vitrée et en arrière avec la choroïde.
- Il existe trois zones particulières :
 - La MACULA : zone centrale de la rétine.
 - La FOVEA : dépression centrale de la macula caractérisée par une densité importante de cônes où l'acuité visuelle est à son maximum.
 - La FOVEOLA : partie centrale de la fovéa, où la densité de cônes est maximale. C'est la zone la plus spécialisée de la rétine pour une vision fine et détaillée. La fovéola est également dépourvue de vaisseaux sanguins, ce qui réduit la diffusion de la lumière et améliore la qualité de l'image reçue par les photorécepteurs.
- La rétine est constituée de deux tissus :

- La couche neurosensorielle : composée de cônes et de bâtonnets : photorécepteurs qui captent les signaux lumineux et les transforment en signaux électrochimiques.
- L'épithélium pigmentaire qui a 3 grands rôles : rôle d'écran, rôle d'échanges dans le métabolisme de la vitamine A et rôle dans la phagocytose des articles externes des photorécepteurs [2].
- D'un point de vue histologique, on distingue 10 couches, qui sont de l'extérieur vers l'intérieur :
 - L'épithélium pigmentaire : cette couche se trouve à l'arrière de la rétine et est composée de cellules qui absorbent la lumière pour éviter la diffusion de la lumière à l'intérieur de l'œil. Elle joue un rôle crucial dans la protection et la régénération des photorécepteurs.
 - La couche des photorécepteurs : les cônes responsables de la vision centrale et des couleurs ; les bâtonnets : responsables de la vision périphérique et nocturne
 - La membrane limitante externe : cette membrane sépare les photorécepteurs des autres couches de la rétine et joue un rôle dans le maintien de l'intégrité structurale de la rétine.
 - La couche nucléaire externe : cette couche contient les noyaux des photorécepteurs et est impliquée dans le traitement préliminaire des signaux visuels.
 - La couche plexiforme externe : c'est là où se produisent les synapses entre les photorécepteurs et les cellules bipolaires, qui transmettent les signaux visuels aux cellules ganglionnaires.
 - La couche nucléaire interne : cette couche contient les noyaux des cellules bipolaires, horizontales et amacrines, qui sont impliquées dans le traitement et l'intégration des signaux visuels.
 - La couche plexiforme interne : c'est là où se produisent les synapses entre les cellules bipolaires, amacrines et horizontales d'une part, et les cellules ganglionnaires d'autre part.
 - La couche des cellules ganglionnaires : cette couche contient les corps cellulaires des cellules ganglionnaires, qui envoient les signaux visuels du système nerveux central via le nerf optique.
 - La couche des fibres optiques : cette couche est composée des axones des cellules ganglionnaires qui se regroupent pour former le nerf optique et transmettre les signaux visuels au cerveau

- La membrane limitante interne : cette membrane marque la séparation entre la rétine et la couche vitrée de l'œil, et joue un rôle dans le maintien de l'intégrité structurale de la rétine [2].

➤ **Le corps vitré :**

- De structure gélifiée au centre et fibreuse en périphérie, le vitré occupe les 4/5ème du volume oculaire soit 4 ml.
- Il a un rôle de tamponnement de la rétine et de site d'échanges avec les différentes structures avoisinantes.
- Il est entouré d'une fine membrane appelée l'hyaloïde, tapissant la face interne de la rétine.
- Toute traction des fibres vitréennes de la base du vitré peut déchirer la rétine et la décoller [2].

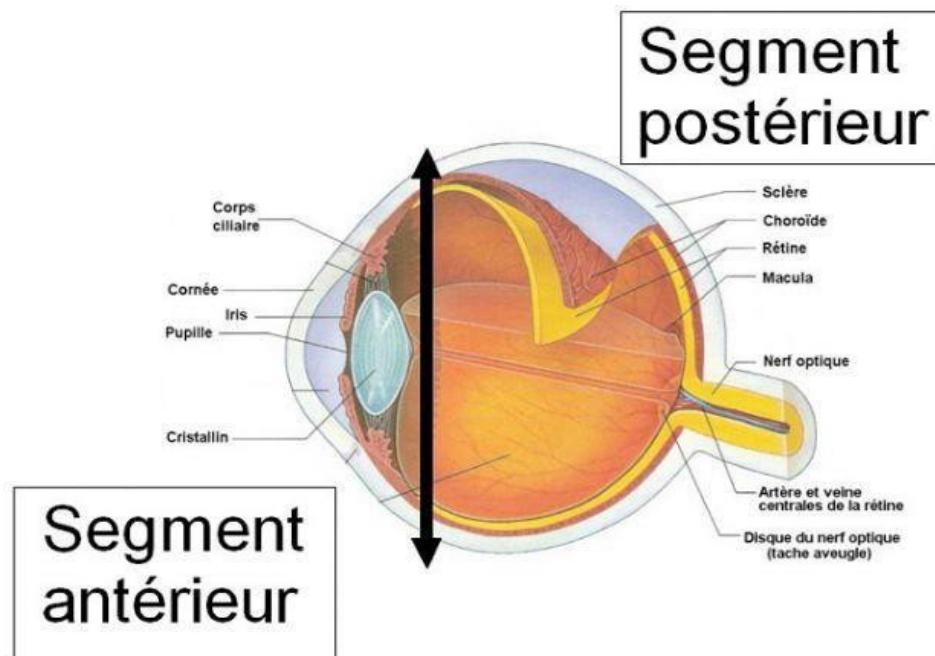


Figure 3 : schéma d'une coupe sagittale des structures internes de l'œil [10].

➤ **Trois (03) éléments :**

- **Membrane externe fibreuse ou coque cornéo-sclérale :** composée de plusieurs éléments qui jouent chacun un rôle précis au niveau de la protection de l'œil et de la

vision : la sclère, la conjonctive translucide et la cornée, de structure complexe avec ses 5 couches tissulaires. La sclère présente à sa partie postérieure un orifice dans lequel s'insère l'origine du nerf optique : la tête du nerf optique ou papille [2].

- **La membrane intermédiaire ou uvée :** qui comprend d'arrière en avant : la choroïde, tissu vasculaire responsable de la nutrition de l'épithélium pigmentaire et des couches externes de la rétine neurosensorielle ; le corps ciliaire dont la portion antérieure est formée d'une part par les procès ciliaires responsables de la sécrétion de l'humeur aqueuse sur lesquels est insérée la zonule et d'autre part, par le muscle ciliaire, dont la contraction permet l'accommodation par les changements de forme du cristallin transmit par la zonule. Enfin, l'iris qui est un diaphragme circulaire perforé en son centre par la pupille dont la taille de l'orifice change en fonction de l'intensité de la lumière [2].
- **La membrane interne ou rétine :** elle s'étend à partir du nerf optique en arrière et tapisse toute la face interne de la choroïde pour se terminer en avant en formant une ligne festonnée, l'Ora serrata, située postérieurement au corps ciliaire. Elle est constituée de deux tissus, la rétine neurosensorielle et l'épithélium pigmentaire. La rétine neurosensorielle est composée des premiers neurones de la voie optique comprenant les photorécepteurs, les cellules bipolaires et les cellules ganglionnaires, dont les axones constituent les fibres optiques qui se réunissent au niveau de la papille pour former le nerf optique [2].

➤ **Les milieux transparents :**

- **La cornée :** tunique transparente protectrice du globe oculaire encastrée dans la sclérotique comme un verre de montre.
- **L'humeur aqueuse :** liquide transparent, renouvelé toutes les 2 à 3h sécrété par les procès ciliaires au niveau de la chambre postérieure, se déplace vers la chambre antérieure à travers la pupille et est évacué par le sinus veineux de la sclère ou canal de Schlemm pour rejoindre la circulation générale. Elle maintient la forme du globe, correspond à un équilibre de pression entre l'enveloppe cornéo-sclérale et les structures intraoculaires, d'où la stabilité de la pression intraoculaire [2].
- **Le cristallin :** lentille transparente biconvexe en arrière de l'iris maintenu par ses ligaments suspenseurs, les zonules de Zinn. Avasculaire, il est capable de se déformer

sous l'effet de la contraction du muscle ciliaire et de modifier son pouvoir de convergence : c'est l'accommodation [2].

- **Le corps vitré :** plus grand milieu aqueux, gel transparent entouré d'une fine membrane, l'hyaloïde qui remplit les 4/5^e de la cavité oculaire et tapisse par sa face postérieure la face interne de la rétine. Elle aussi contribue au maintien de la pression intraoculaire [2].

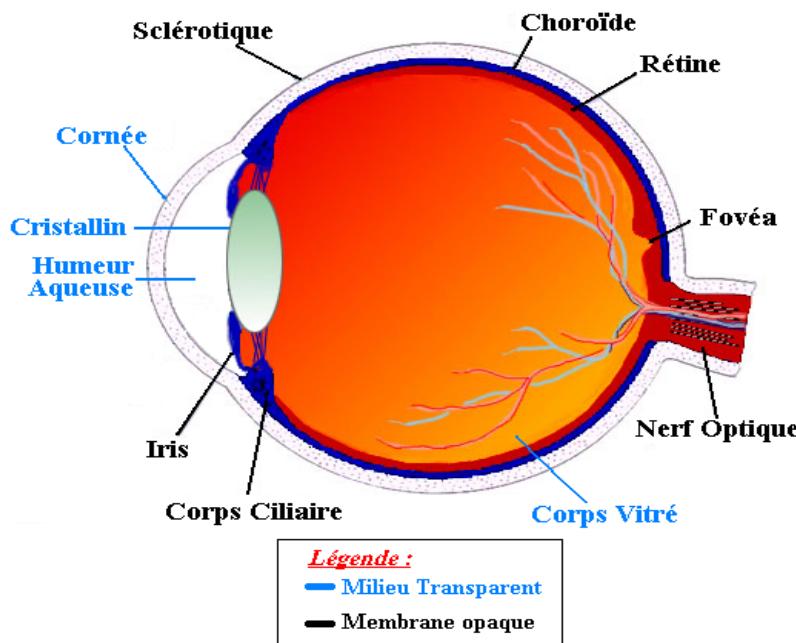


Figure 4 : coupe de l'œil montrant les milieux transparents et opaques [11].

1.1.2. Les annexes

➤ 1.1.2.1. Les paupières

Les paupières recouvrent la partie antérieure du globe oculaire. Ce sont des structures cutanéo-musculo-fibreuses richement vascularisées et innervées. Elles ont pour rôle de protéger le globe oculaire, de drainer les culs-de-sac lacrymaux et de participer à la mimique. Elles sont deux, une supérieure et une inférieure bordée en haut par les sourcils et en bas par les cils pour la paupière supérieure [10].

Pour la paupière inférieure, en haut elle est bordée par les cils et en bas par le sillon nasopalpébral. Leurs mouvements donnent lieu à l'ouverture et à la fermeture de la fente palpébrale.

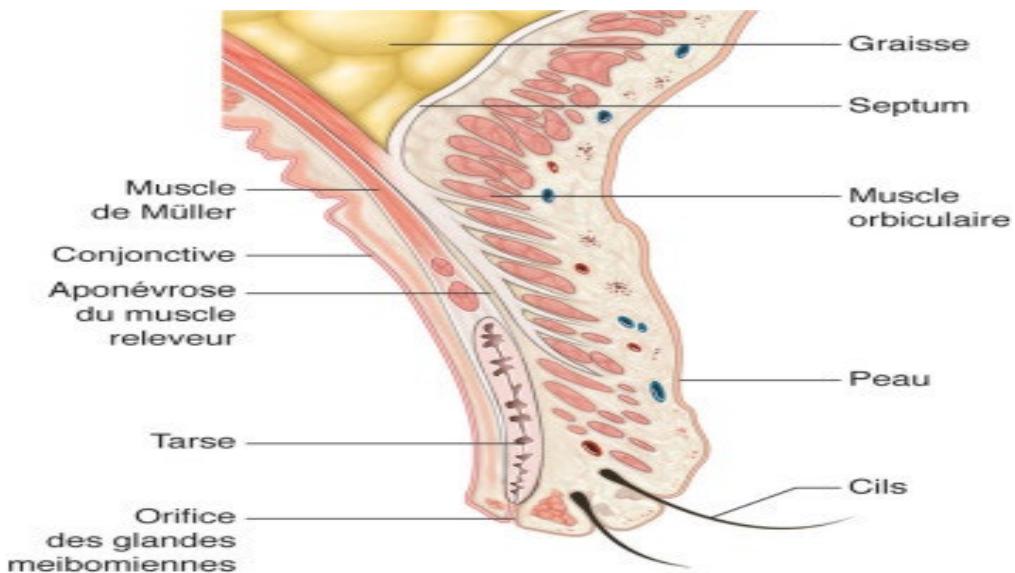


Figure 5 : coupe sagittale de la paupière supérieure [10].

➤ 1.1.2.2. Les voies lacrymales excrétrices

Les larmes, sécrétées par les glandes lacrymales, forment dans le cul-de-sac conjonctival inférieur : le lac lacrymal. Elles traversent successivement : les points lacrymaux (supérieur et inférieur), les canalicules (supérieur et inférieur), le canal commun, le sac lacrymal et le conduit lacrymo-nasal pour se déverser finalement au niveau des fosses nasales (Figure 6)[2].

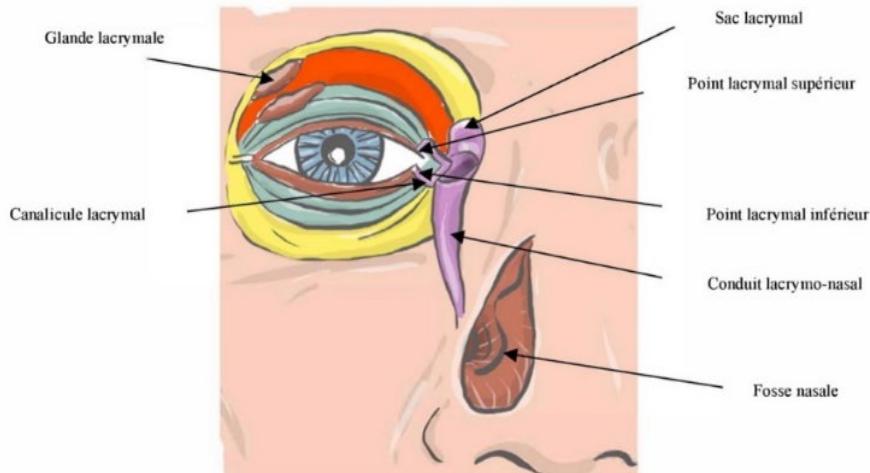


Figure 6 : les voies lacrymales [10].

➤ 1.1.2.3. Les muscles oculomoteurs et leur innervation

Le système musculaire oculomoteur comprend six muscles [10]:

- Quatre muscles droits dont ; Le muscle droit supérieur (nerf III), le muscle droit inférieur (nerf III), le muscle droit médial (nerf III) et le muscle droit latéral (nerf VI)
- Deux muscles obliques : le muscle oblique supérieur (nerf IV) et le muscle oblique inférieur (nerf III).

Tableau I : muscles extrinsèques de l'œil, action et innervation

Muscle	Actions principales	Innervation
Droit supérieur	Élévation	M.O.C. (nerf crânien n°III)
Droit médial	Adduction	M.O.C. (nerf crânien n°III)
Droit inférieur	Abaissement	M.O.C. (nerf crânien n°III)
Droit latéral	Abduction	Abducteur (nerf crânien n°VI)
Oblique supérieur	Regard en bas et en dehors	Trochléaire(nerf crânien n°IV)
Oblique inférieur	Regard en haut et en dedans	M.O.C. (nerf crânien n°III)

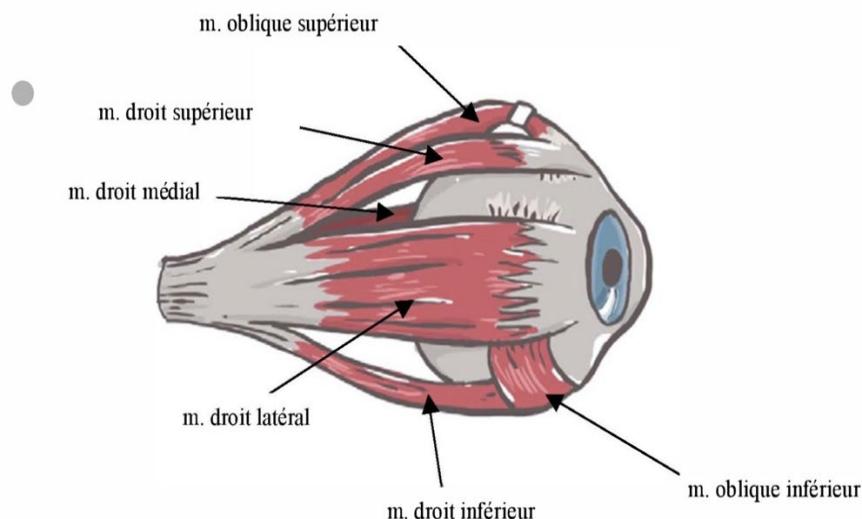


Figure 7 : anatomie des muscles oculomoteurs [10]

➤ 1.1.2.4. La conjonctive

La conjonctive normale est une membrane translucide qui borde la surface interne des paupières (conjonctive palpébrale) et se réfléchit sur le globe (conjonctive bulbaire) pour recouvrir sa surface antérieure jusqu'à la limite cornéenne (limbe) en formant des culs de sacs conjonctivaux [2].

➤ 1.1.2.5. L'orbite osseuse

Les cavités orbitaires se situent symétriquement de part et d'autre de la racine du nez, sous l'étage antérieur de la base du crâne. Elles contiennent l'appareil de la vision. Chaque orbite est composée de sept os : le sphénoïde, l'éthmoïde, le frontal, le maxillaire supérieur, le malaire, l'unguis et le palatin qui forment les quatre parois de la cavité dont le sommet se situe au niveau de la partie large de la fente du sphénoïde. Le sommet postérieur correspond à la fente dite sphénoïdale et au trou optique, par lesquels sort le nerf optique, et pénètrent les nerfs oculomoteurs et les vaisseaux ophtalmiques [10].

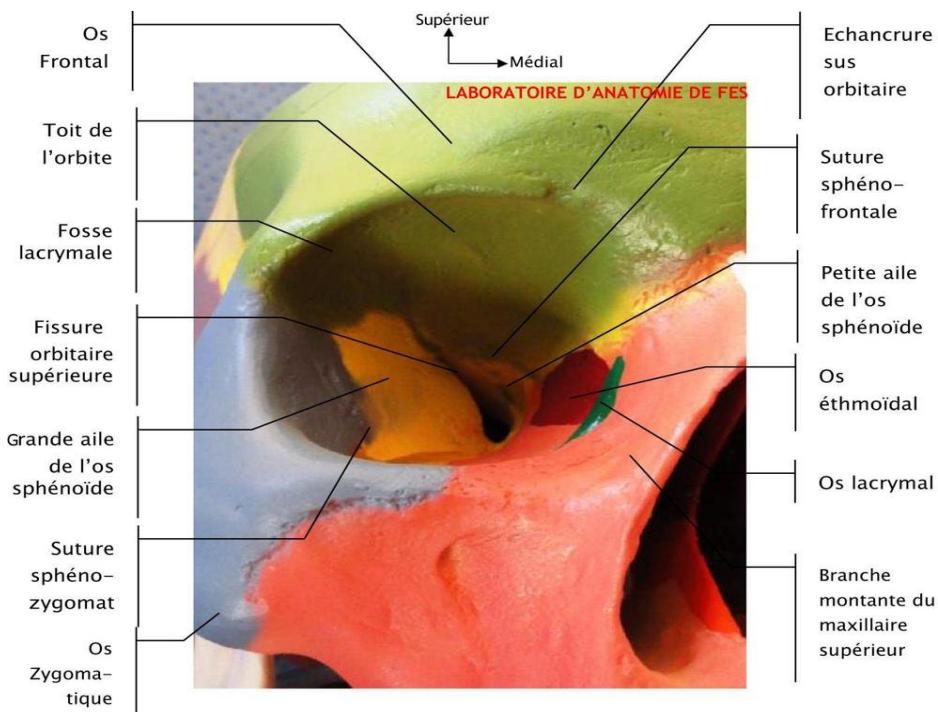


Figure 8 : coupe de l'orbite osseuse [10].

Les 4 muscles droits oculomoteurs prennent leur insertion postérieure au sommet de l'orbite et sont reliés vers l'avant par une membrane appelée aponévrose de Tenon, formant un cône sur

lequel repose le globe oculaire. Dans l'orbite, les éléments de l'œil sont protégés par la graisse orbitaire. La glande lacrymale est située en arrière du rebord supérieur, à la partie externe [2].

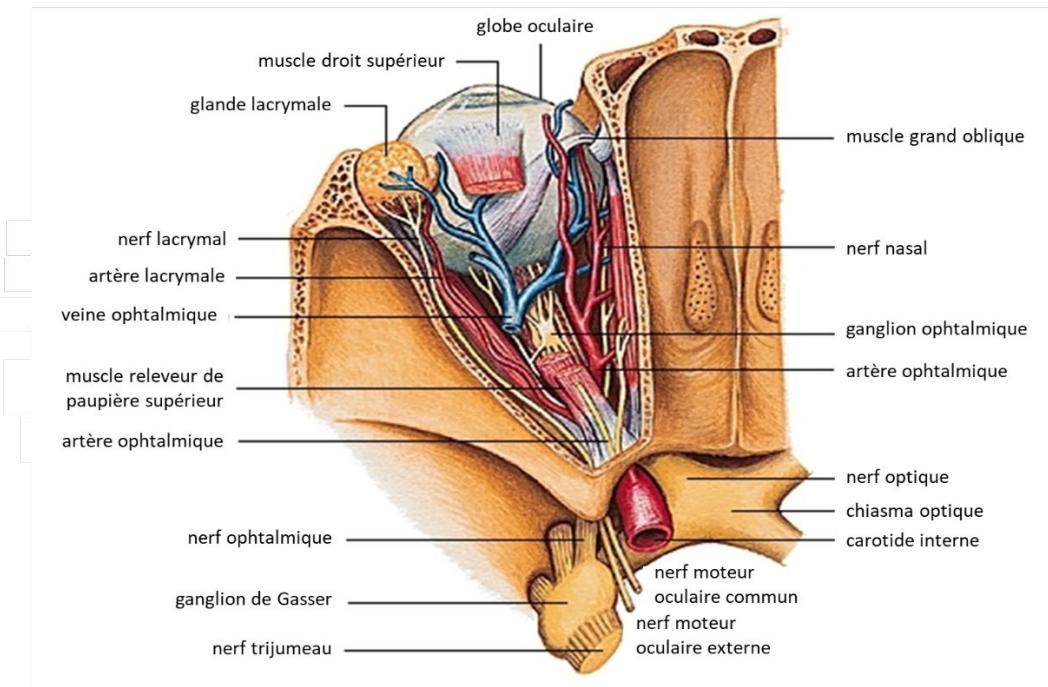


Figure 9 : coupe en vue supérieure de l'orbite et de l'œil [2].

➤ 1.1.2.6. La graisse orbitaire

La graisse orbitaire représente, globe excepté, le constituant principal du contenu orbitaire, occupant un tiers du volume orbital global (globe compris). En effet, elle se trouve dans tous les espaces laissés libres par le globe et les muscles oculomoteurs. Le volume moyen occupé par la graisse est de 10 à 11 ml. Les études anatomiques de la graisse orbitaire permettent de distinguer deux types de graisse : la graisse jaune et la graisse blanche. La graisse dite jaune est un amas graisseux situé au niveau de la paupière supérieure, au-dessus du globe [2].

Macroscopiquement, cette graisse se présente comme un tissu de consistance relativement fluide et de coloration jaune. Son analyse histologique montre qu'il s'agit d'un tissu graisseux finement lobulé ne se différenciant pas de la graisse des autres régions anatomiques de l'organisme. La résection de cette graisse, effectuée couramment en pratique esthétique, est sans grand danger. De coloration plus pâle, la graisse blanche, ou graisse orbitaire proprement dite, est en quantité beaucoup plus abondante. C'est elle qui occupe tous les espaces laissés libres par les éléments musculaires, vasculo-nerveux et par le globe.

Sur le plan histologique, cette graisse blanche ne se différencie d'un tissu graisseux ordinaire que par sa plus grande richesse en fibres et en terminaisons nerveuses [2].

1.2. Physiologie

❖ De l'humeur aqueuse

- Sécrétion de l'humeur aqueuse : l'humeur aqueuse est, sécrétée par le corps ciliaire au niveau de la chambre postérieure, qui gagne la chambre antérieure par la pupille et la quitte par le filtre trabéculaire. L'humeur aqueuse est le déterminant le plus important de la PIO, qui résulte d'un équilibre dynamique entre les processus de formation de l'humeur aqueuse et ses possibilités d'élimination [1, 2].
- Excrétion de l'humeur aqueuse : L'humeur aqueuse est évacuée au niveau de l'AIC. Cette évacuation s'effectue pour 90% par la voie principale trabéculo-canalaire constituée par le trabéculum, le canal de Schlemm et ses vaisseaux efférents, et pour 10% par les voies accessoires uvéo-sclérales [1, 2].

❖ De la vision

Le **dioptre** de l'œil doit donner une image nette sur la rétine d'un objet visuel, sans accommodation surajoutée, lorsque celui-ci est situé à l'infini, ou avec accommodation surajoutée, lorsqu'il est plus rapproché [43].

La **réfraction** de l'œil désigne le pouvoir réfractif global de l'ensemble des milieux oculaires. Il est égal à la somme du pouvoir réfractif D des surfaces de transitions entre les milieux d'indices de réfraction différents qui se succèdent dans l'œil, de la surface antérieure de la cornée à la rétine [43].

Pour le clinicien, cependant, le terme de « réfraction » désigne de façon usuelle le rapport entre la réfraction globale et la longueur axiale de l'œil : si les deux grandeurs sont en adéquation, l'œil est emmétrope ; si elles ne le sont pas, l'œil est amétrope, (hypermétrope ou myope), sans ou avec un astigmatisme surajouté.

❖ Lentille convergente de l'œil

La lentille convergente de l'œil est une lentille épaisse d'une puissance totale d'un peu plus de 60 dioptries. Elle est composée de deux lentilles principales [43] :

- La face antérieure de la cornée d'une puissance de 40 à 45 dioptries ;
- Le cristallin (une succession de transitions) d'une puissance d'environ 21 dioptries.

Les deux lentilles donnent une image inversée O' d'un objet O.

Dans l'œil emmétrope la réfraction globale et la longueur axiale de l'œil sont en adéquation, indépendamment de la dimension du globe oculaire

Dans l'œil myope la réfraction globale est trop forte par rapport à la longueur axiale de l'œil. L'image d'un objet visuel situé à l'infini se forme en avant de la rétine, même dans l'œil non accommodant [43].

Dans l'œil hypermétrope la réfraction globale est trop faible par rapport à la longueur axiale de l'œil. L'image d'un objet visuel situé à l'infini se forme en arrière de la rétine dans l'œil non accommodant [43]

❖ Accommodation

Les yeux possèdent un pouvoir accommodatif qui leur permet de voir net une image à différentes distances.

Entre le Punctum Remotum et le Punctum Proximum, le cristallin va effectuer une "mise au point", il va augmenter son pouvoir dioptrique en se courbant ; le Punctum Remotum étant le point le plus éloigné que l'œil voit net sans accommoder, et le Punctum Proximum, le point le plus rapproché que l'œil voit net en accommodant au maximum. Le Punctum Remotum d'un emmétrope est situé à l'infini [43].

Lors de l'accommodation, en plus d'une courbure du cristallin, il existe également une contraction pupillaire et un mouvement de convergence.

L'amplitude d'accommodation est exprimée en dioptres.

Le muscle ciliaire permet la déformation du cristallin. Il est innervé d'une part par des fibres parasympathiques qui permettent l'accommodation, et d'autre part, par des fibres sympathiques qui permettent la désaccommodation [43].

Lorsque l'œil accommode, le muscle ciliaire se contracte ce qui entraîne un relâchement des fibres de la zonule, et donc le cristallin prend une forme plus sphérique.

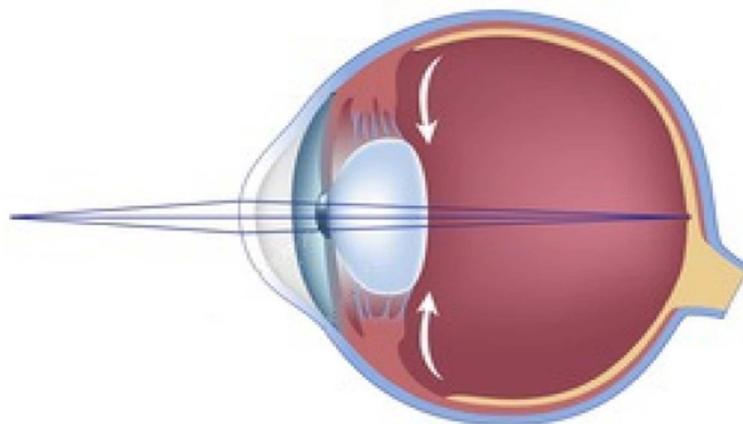


Figure 10: phénomène d'accommodation [43].

A l'inverse, lorsque l'œil désaccommode, le muscle ciliaire se relâche, les fibres de lazonule exercent alors une traction sur le cristallin qui s'aplatit.

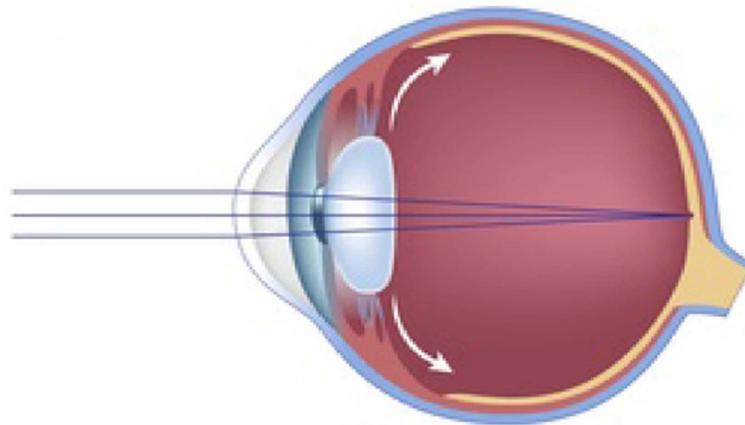


Figure 11: phénomène de désaccommodassions [43]

Le pouvoir accommodatif diminue progressivement à partir de l'adolescence.

Vers 40-50 ans, la perte d'élasticité du cristallin et le vieillissement du muscle ciliaire qui ne peut plus relâcher les fibres de la zonule correctement entraîne la presbytie. Le sujet n'arrive plus à accomoder assez pour pouvoir lire. La prescription d'une correction optique de près permet de combler ce déficit.

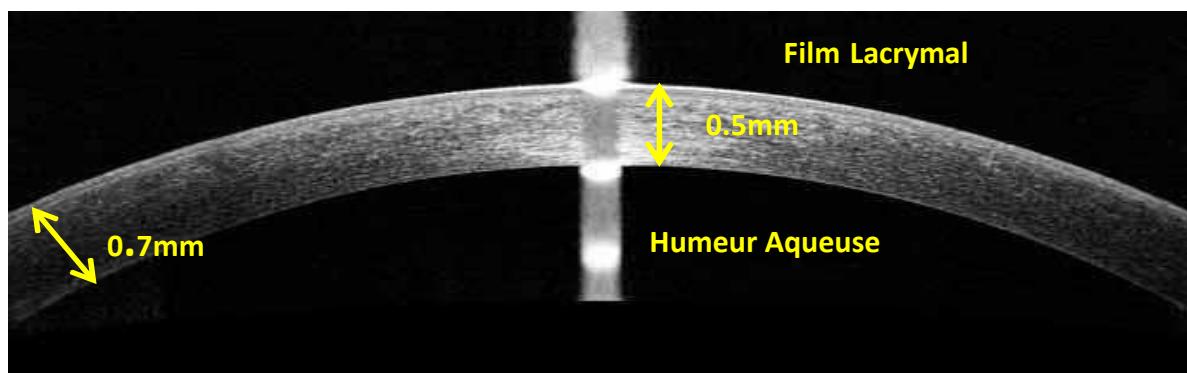
2. La cornée

2.1. Anatomie

La cornée est la membrane transparente la plus antérieure du globe oculaire encastrée dans une ouverture de la sclérotique comme un verre de montre. Elle permet une convergence parfaite des rayons lumineux incidents en un point focal rétinien. C'est le premier dioptre réfractif de l'œil [1, 2].

Son pouvoir réfractif est environ de 42 dioptries et représente donc à lui seul les 2/3 du pouvoir optique total de l'œil. Son indice de réfraction est de 1,37. Sa transparence provient de l'organisation de ses couches. Elle est avasculaire à l'état normal, c'est le réseau vasculaire du limbe qui assure sa nutrition.

L'épaisseur de la cornée augmente du centre (0,5mm) vers la périphérie pour atteindre 0,7mm au limbe (Figure 10). La cornée a une double origine (ectodermique et mésodermique). L'ectoblaste donne naissance à l'épithélium cornéen et le mésoblaste donne naissance au stroma et à l'endothélium cornéen [1, 2].



La cornée présente 6 couches parallèles entre elles d'avant en arrière :

- L'épithélium,
- La membrane de Bowman,
- Le stroma cornéen,
- La couche de Dua (nouvellement découverte),
- La membrane de Descemet,
- L'endothélium cornéen (Figure 13).

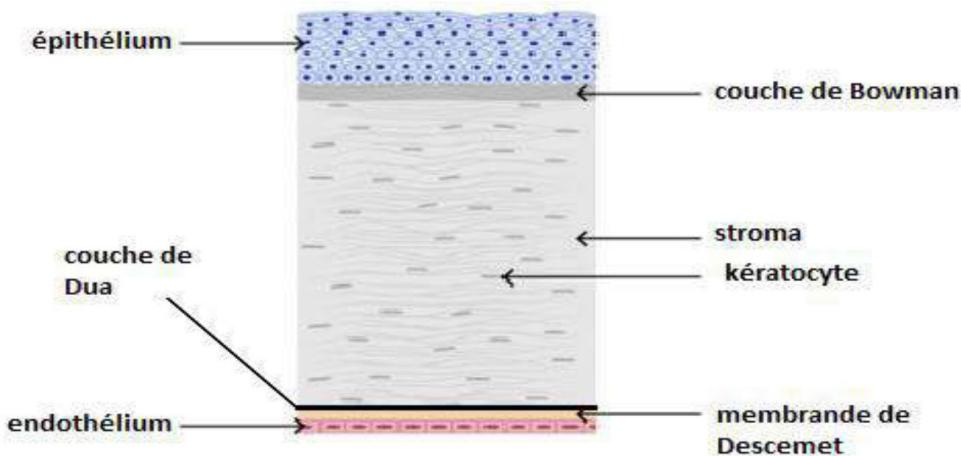


Figure 13 : coupe histologique de la cornée montrant la structure des différentes couches [2].

La face antérieure est recouverte par le film lacrymal, par son intermédiaire elle est en contact avec la face postérieure des paupières lors de l'occlusion palpébrale. La face postérieure, concave, constitue la limite externe de la chambre antérieure et le toit de l'angle irido-cornéen. Elle est toujours en contact avec l'humeur aqueuse. La circonférence de la cornée répond à la jonction cornée-sclère qui est le limbe [2].

2.1.1. Forme

La cornée est convexe et irrégulièrement asphérique. Elle apparaît ovoïde, à grand axe horizontal et mesure 11 mm à 12,5 mm horizontalement et 9 mm à 10 mm verticalement. Son diamètre est variable selon les individus, le sexe (plus grand chez l'homme) et l'âge (taille définitive atteinte vers 6 ans).

La courbure de la cornée, définie par son rayon de courbure, varie : 7,8 mm horizontalement, 7,7 mm verticalement à la face antérieure de la cornée, alors qu'au niveau interne, elle est de 6,6 mm en vertical et de 6,2 en horizontal.

Sa forme est prolate : le rayon de courbure de la surface cornéenne antérieure n'est pas constant, il est inférieur au centre par rapport à la périphérie (plus bombé au centre qu'à la périphérie).

La variation du rayon de courbure de la surface cornéenne antérieure est différente selon les différents hémisphériques. La topographie cornéenne permet d'étudier ces spécificités (toricité cornéenne). La cornée est asymétriquement asphérique : asphérorotatoire. La portion nasale étant plus plate que la portion temporale [2].

Dans la zone des 3 mm centraux, le rayon de courbure varie entre 7,5 mm et 8 mm. À cet endroit, la courbure est presque sphérique.

L'épaisseur de la cornée varie de 550 µm environ en son centre pour augmenter en périphérie jusqu'au maximum de 700 µm. Elle est mesurée par la pachymétrie (optique ou ultrasonique). C'est un bon indicateur indirect de la transparence cornéenne et donc de la fonction de la pompe endothéliale [2].

2.1.2. Fonctionnalité de la cornée

La cornée transmet la lumière dans les longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 650 nm (Figure 14). Dans un milieu transparent et homogène, un rayon lumineux se propage en ligne droite, sous la forme d'une onde électromagnétique caractérisée par son amplitude ou intensité lumineuse, et par sa longueur d'onde. Dans sa propagation, le rayon lumineux traverse plusieurs dioptres : la cornée, l'humeur aqueuse de la chambre antérieure, le cristallin et le vitré.

Le système optique de l'œil peut être assimilé à un ensemble de quatre dioptres sphériques centrés sur un même axe de révolution (Figure 15)[2].

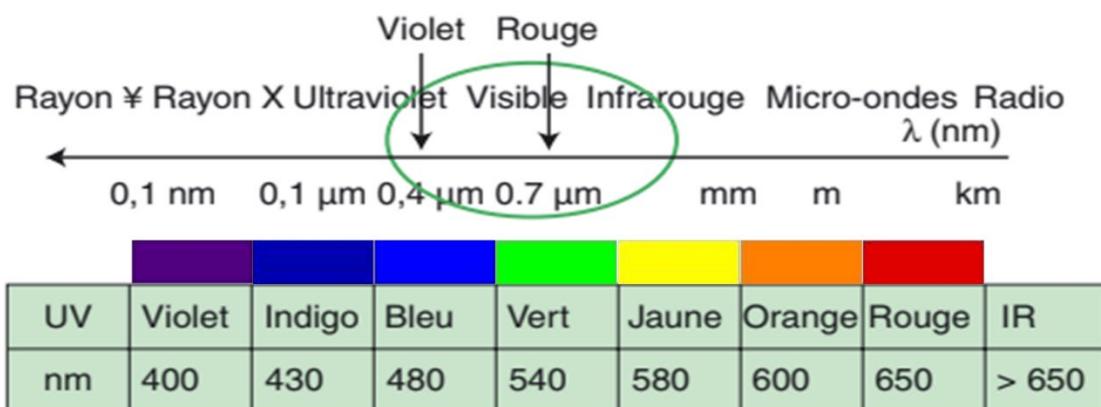


Figure 14 : spectre du visible [2].

Le dioptre cornéen antérieur, 7,8 mm de rayon, est placé entre l'air et un milieu d'indice 1,33 (film lacrymal en avant de la cornée). C'est un dioptre convergeant qui assure la plus importante de la réfraction de l'œil (42 D). Les deux interfaces air/film lacrymal et film lacrymal/cornée sont souvent confondus dans le dioptre cornéen antérieur. Le dioptre cornéen postérieur est négligeable, car il sépare deux milieux d'indices très voisins : la cornée et l'humeur aqueuse. Le dioptre cristallinien antérieur est situé à 3,6 mm du précédent, il a un rayon de 10,2 mm au repos (c'est-à-dire quand le sujet regarde à l'infini). Il est placé entre l'humeur aqueuse et la substance cristallinienne d'indice moyen de 1,4. Le dioptre cristallinien postérieur est situé à 4 mm du précédent, il est de 6 mm de rayon à l'état de repos.

Il sépare le cristallin du vitré, de même indice que la cornée et l'humeur aqueuse. La puissance du dioptre cristallinien est de 22 D. Elle est variable en fonction de l'accommodation (Figure 15)[2].

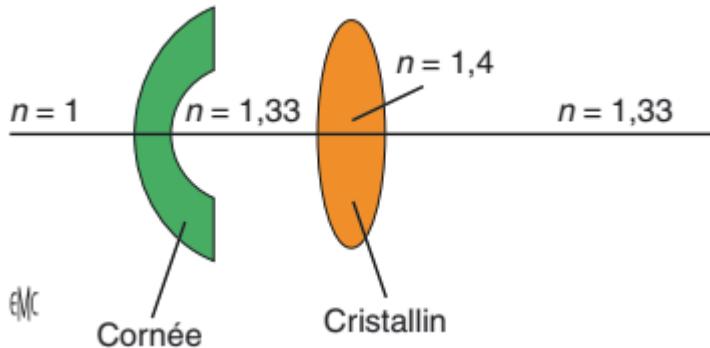


Figure 15 : système optique de l'œil qui est assimilé à 4 dioptres sphériques centrés sur le même axe de résolution [2].

Un dioptre sphérique définit un ensemble de deux milieux transparents homogènes d'indices n_1 , n_2 , séparés par une surface sphérique de rayon R . La puissance du dioptre est égale à la différence des indices de réfraction divisés par le rayon de courbure exprimé en mètres : $D = (n_2 - n_1) / R$. La cornée représente, à elle seule, les deux tiers du pouvoir réfractif de l'œil. Elle a une puissance dioptrique de 43 dioptries (D). Elle se décompose en un dioptre cornéen antérieur de 49 D et un dioptre cornéen postérieur de - 6 D. La puissance du cristallin étant de 22 D au repos.

En passant d'un milieu à un autre, la trajectoire du faisceau lumineux se dévie selon les lois de Descartes (Figure 17). Le déplacement du faisceau lumineux entraîne différents phénomènes : la diffusion, la réflexion et la réfraction [2].

➤ Diffusion

C'est l'interaction des rayons avec la matière. Négligeable dans des conditions physiologiques, elle augmente en cas d'œdème cornéen, de cicatrisation imparfaite (Haze), etc.

Une cornée humaine desséchée transmet 88,5 % de la lumière incidente, la perte d'une partie de la lumière transmise est principalement due au phénomène de diffusion. Celui-ci est négligeable dans une cornée normale [2].

➤ Réflexion

La lumière incidente est renvoyée symétriquement par rapport à la cornée (rayon réfléchi). L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion.

➤ Réfraction

La réfraction est observée quand les rayons lumineux traversent un milieu vers un autre. Les ondes qui se propagent en traversant un système sont ralenties en fonction de la nature du milieu. L'indice de réfraction n caractérise ce ralentissement. L'indice relatif de réfraction n d'un milieu réfringent est le rapport de la vitesse de propagation de la lumière dans l'air, sur la vitesse de propagation de la lumière dans ce milieu.

À titre d'exemple, l'indice relatif de l'eau est de 1,33, celui de l'humeur aqueuse de 1,336 et celui du verre minéral courant est de 1,52. La vitesse de la lumière varie également suivant la longueur d'onde, plus faible en lumière bleue et plus élevée en lumière rouge.

La transparence des structures cornéennes s'explique par la régularité des cellules, le parallélisme des fibres de collagène, l'absence de vaisseaux et un état d'hydratation stable (épaisseur stable). Selon la théorie de Maurice, la disposition régulière du collagène, séparée par des intervalles constants de 450 Å, bien inférieures à la longueur d'onde de la lumière, permet la traversée de cette dernière sans interaction. En effet, la lumière ne subit pas d'interférence à travers une fente inférieure à la moitié de la longueur d'onde [2].

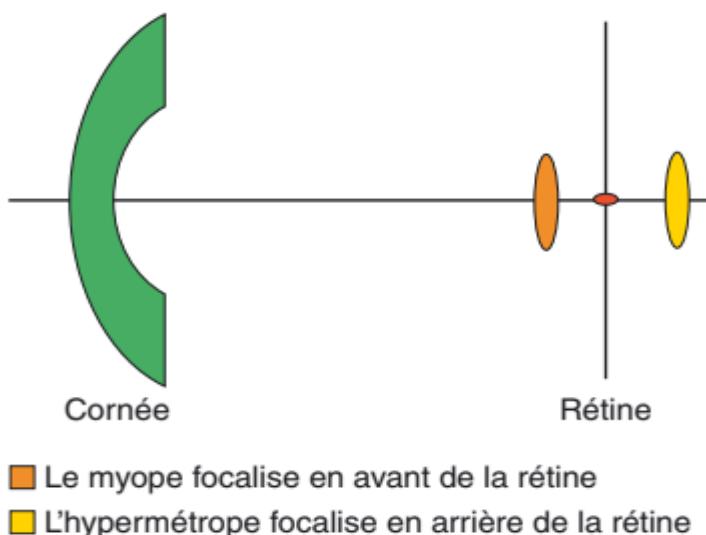


Figure 16 : emmétropie (système stigmate), myopie et hypermétropie [2].

❖ Lois de Descartes.

Réflexion : le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale appartiennent au même plan : **le plan d'incidence.** L'angle de réflexion α' est égal à l'angle d'incidence α .

Réfraction : le rayon incident, le rayon réfracté et la normale appartiennent au même plan : **le plan d'incidence.**

Il y a un rapport constant entre les sinus des angles d'incidence et de réfraction.

$\text{Sin } \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n_2/n_1$; n_2 (1 étant l'indice relatif du milieu 2 par rapport au milieu 1).

C'est-à-dire $n \sin \alpha = \text{constante}$, c'est l'invariant de Descartes [2].

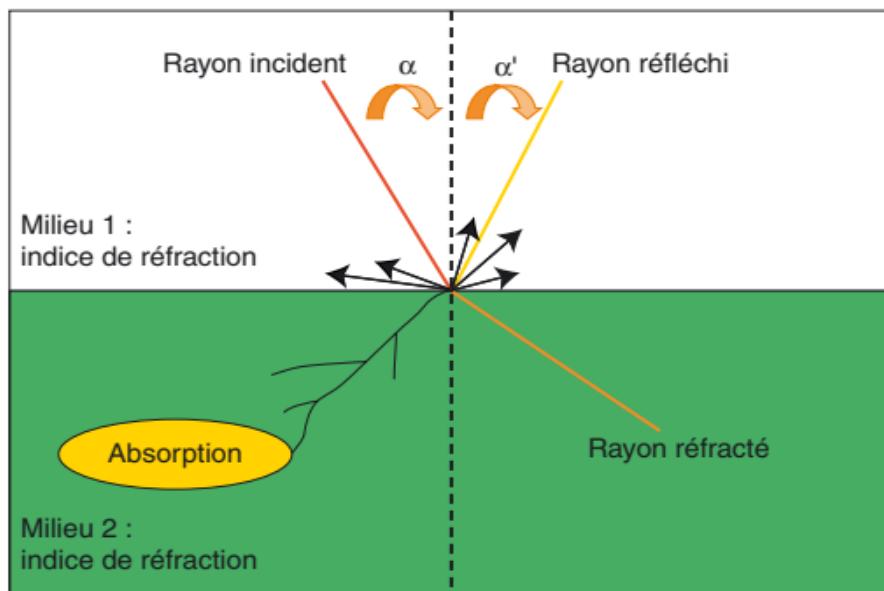


Figure 17 : lois de Descartes [2].

Dans un système parfaitement optique, à chaque point objet correspond un point image : le système est stigmate. Lorsque les rayons incidents ne sont plus parallèles à l'axe optique (au-delà des 3 mm centraux), des aberrations géométriques apparaissent.

➤ Aberration de sphéricité

Le pouvoir de réfraction est plus grand en périphérie d'une lentille sphérique. Le foyer image des régions périphériques est plus proche de la lentille que l'image des rayons centraux. L'ensemble dessine une figure appelée caustique (Figure 18). À 2 mm de l'axe optique, la puissance augmente de 1,5 D. L'aplatissement périphérique de la cornée, le diaphragme entre autres permettent de limiter les effets des aberrations de sphéricité [2].

➤ Aberrations chromatiques

Les rayons d'une lumière polychromatique sont ralentis lors de la traversée d'un milieu réfringent et ils sont déviés de façons différentes selon leur longueur d'onde. Les courtes longueurs d'onde : violet, bleu, vert, du spectre visible sont plus réfrangibles que les longueurs d'ondes élevées. Chez l'emmétrope, le jaune coïncide avec la rétine, le rouge est en arrière. Cette décomposition de la lumière est à la base du test duochrome qui permet de vérifier la sphère qui corrige la réfraction subjective d'un sujet. Le sujet myope lira mieux sur un fond d'écran rouge alors que l'hypermétrope lira mieux sur du vert [2].

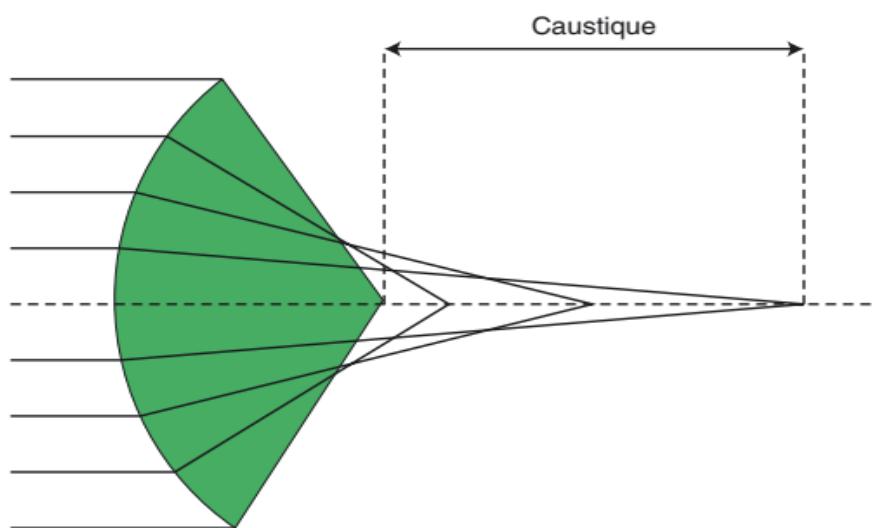


Figure 18 : aberrations de sphéricité (effet caustique)[2].

2.1.3. Couches de la cornée

La surface cornéenne est recouverte par un film lacrymal qui protège la cornée de la déshydratation et maintient la régularité de la surface épithéliale. Le film lacrymal participe au pouvoir réfractif de l'œil en formant une première interface traversée par les rayons lumineux : l'interface air/film lacrymal. Il a une épaisseur de $7 \mu\text{m}$, son volume est de $6,5 \pm 0,3 \mu\text{l}$ [18]. Plus de 98 % du volume du film lacrymal est représenté par l'eau, cependant, le film lacrymal renferme de nombreuses molécules biologiques comme des électrolytes, du glucose, des immunoglobulines, de la lactoferrine, des lysozymes, de l'albumine, et surtout de l'oxygène. Il renferme aussi des substances actives comme l'histamine, les prostaglandines, des facteurs de croissance et des cytokines. Le film lacrymal a donc un rôle lubrifiant et stabilisateur de la cornée. Il est source directe de nutriments et de facteurs régulant la migration et la prolifération

des cellules épithéliales. Il contribue à la défense et à la protection de l'œil grâce à son effet antimicrobien et bactériostatique [2].

Épithélium cornéen

L'épithélium cornéen est une structure tissulaire en continuité avec l'épithélium conjonctival. Il est indissociable du film lacrymal, il partage avec celui-ci son rôle optique et métabolique. Son épaisseur est de 30 µm à 50 µm, soit 10 % de l'épaisseur cornéenne totale [2].

L'épithélium cornéen a un renouvellement plus rapide que l'épiderme. Il est régulé par divers facteurs :

- L'âge, qui le diminue ;
- Le nycthémère (le turnover est maximal pendant la nuit) ;
- Le clignement palpébral (l'augmente) ;
- L'innervation épithéliale (rôle trophique) ;
- Les facteurs de croissance : le facteur de croissance des cellules épithéliales (epithelial growth factor – EGF), le facteur de croissance des fibroblastes b (fibroblast growth factor – bFGF) augmente la prolifération épithéliale, le transforming growth factor (TGF) b1 la diminue. Ces facteurs sont sécrétés par les kératocytes, l'épithélium et la glande lacrymale.

L'épithélium est pavimenteux stratifié, non kératinisé. Il comprend cinq à sept assises de cellules dans sa partie centrale et huit à dix dans sa partie périphérique. Il existe trois types de cellules épithéliales : les cellules superficielles, les cellules intermédiaires et les cellules basales. Les cellules basales reposent sur la membrane basale.

➤ Cellules superficielles

Les cellules superficielles sont les plus différenciées, polygonales aplatis, elles sont de tailles inégales et forment une mosaïque irrégulière. Elles se répartissent en deux ou trois couches. Leur noyau très allongé, devient, dans les couches superficielles, un amas de mottes chromatinianes, les mitochondries sont rares. Ces cellules sont destinées à desquamer. Les cellules superficielles sont unies entre elles par des complexes jonctionnels, destinés à disparaître pour permettre la desquamation. Les desmosomes assurent une bonne cohésion entre les cellules, elles se situent sur les membranes latérales et basales. Les tight junctions assurent la cohésion cellulaire, elles sont étanches et rendent le passage des différentes molécules impossible alors que les gap junctions facilitent les échanges intercellulaires, elles se situent aussi bien sur les membranes basales et latérales [2].

➤ **Cellules intermédiaires**

Les cellules intermédiaires de l'épithélium cornéen sont des cellules de transition entre les cellules superficielles et basales. Elles se disposent en deux ou trois assises cellulaires au centre de la cornée et cinq à six en périphérie. Elles sont polygonales avec une face antérieure convexe et une face postérieure concave, leur noyau est allongé dans le sens de la cellule [2].

➤ **Cellules basales**

Les cellules basales de l'épithélium forment une unique couche, elles reposent directement sur la membrane basale : c'est la couche germinative de l'épithélium. Les cellules « filles » se différencient et migrent vers la surface épithéliale.

Les cellules sont cylindriques régulières, font 18 µm de haut pour 10 µm de large et ont un aspect turgescents à pôle apical globuleux à cytoplasme clair chromophobe. Leur noyau ovale est perpendiculaire à la membrane basale, il est pauvre en chromatine, très volumineux, marqué d'encoches qui lui donnent un aspect crénelé. Ces cellules sont si hautes que cette couche unicellulaire représente plus du tiers de l'épaisseur de l'épithélium [2].

➤ **Membrane basale de l'épithélium**

La membrane basale de l'épithélium est synthétisée par les cellules épithéliales et sépare la couche de Bowman de l'épithélium. C'est une membrane semi-perméable qui participe au transfert des informations et au maintien de l'architecture cornéenne.

Elle mesure environ 80 Å et peut être plus épaisse en cas de vieillissement ou de pathologies diverses (diabète, dystrophies, etc.).

Couche de Bowman

C'est une couche composée de fibres de collagènes réparties dans la substance fondamentale. Elle mesure de 8 µm à 10 µm d'épaisseur et est située entre la membrane basale de l'épithélium et le stroma. Elle est acellulaire, excepté quelques expansions des cellules de Schwann entourant des terminaisons nerveuses qui rejoignent l'épithélium [2].

➤ **Ultrastructure**

La substance fondamentale est constituée de mucoprotéines. Les fibres sont des fibres de collagène de type I, V, VI, III, VII qui ont une striation transversale et mesurent de 20 nm à 30 nm de diamètre et 240 nm à 270 nm de long. La périodicité n'est pas bien nette.

La surface de cette couche est régulière, sa face postérieure est moins bien définie et se confond avec la partie antérieure du stroma. Cette couche est synthétisée par les cellules basales de l'épithélium au cours de la vie embryonnaire et n'est pas régénérée au cours de la vie. Toute

blessure de celle-ci est définitive et entraîne des opacités. Des ruptures de la couche de Bowman peuvent s'observer dans le kératocône et se traduisent par des opacités linéaires.

La destruction de la couche de Bowman lors de la photo kératectomie réfractive de surface peut participer à l'apparition d'un voile sous-épithérial encore appelé haze cornéen.

En microscopie confocale, cette membrane est acellulaire, de densité moyenne sur l'échelle des gris, immédiatement sous-jacente à la couche épithéliale basale [2].

Stroma cornéen

Il mesure environ 500 µm d'épaisseur et constitue à lui seul environ 90 % de l'épaisseur cornéenne. Il est composé de lamelles de collagène entre lesquelles s'intercalent des fibrocytes cornéens (ou kératocytes ou stromacytes), et de la substance fondamentale. On retrouve également des cellules de Schwann, des lymphocytes B et T, des cellules mononucléées et des cellules de Langerhans. Il est avasculaire.

La majorité des caractéristiques de la cornée comme sa solidité, la stabilité de sa forme et sa transparence sont largement attribuables aux propriétés anatomiques, biochimiques et biomécaniques du stroma cornéen [2].

➤ **Lamelles de collagène**

Le stroma cornéen est composé d'environ 200 à 250 lamelles de collagène empilées les unes sur les autres. Les lamelles de collagène sont parallèles entre elles, et parallèles à la surface cornéenne. Chaque lamelle mesure 2 µm d'épaisseur et 9 µm à 260 µm de largeur, toujours plus importante au centre qu'en périphérie.

L'organisation lamellaire du stroma produit une force de tension uniforme résistant à la pression intraoculaire et maintenant une courbure cornéenne appropriée aux fonctions optiques et biomécanique de l'œil [18].

➤ **Substance fondamentale**

La substance fondamentale occupe tout l'espace compris entre les fibres de collagène. Elle assure la cohésion des fibres de collagène et est responsable de leur espacement strictement ordonné, ce qui joue un rôle fondamental dans la transparence cornéenne.

Elle est riche en mucopolysaccharides et en eau. La plupart des chaînes polysaccharidiques sont liées à des protéines formant alors une unité fonctionnelle appelée protéoglycane. Les principaux protéoglycans cornéens sont constitués de glycosaminoglycans (GAG). Chez l'homme, approximativement 60 % des GAG sont des kératanes sulfates et les 40 % restant sont les chondroïtine-4-sulfates et les chondroïtine-6-sulfates.

Les GAG joueraient un rôle dans la transparence cornéenne par la régulation de la structure du collagène, de la fibrillogenèse et de l'hydratation stromale. Les GAG joueraient également un rôle dans la réponse inflammatoire par la modulation de la migration cellulaire [2].

Couche de Dua

Découverte en 2013 par Harminder S. Dua, elle est épaisse de 15 µm et est située entre le stroma et la membrane de Descemet.

La caractéristique notable de cette membrane acellulaire est une grande solidité. Elle serait capable de résister à une pression de 1,5 à 2 bars [10, 12, 13].

Membrane de Descemet

C'est une membrane très résistante, amorphe, élastique, elle sépare la couche de Dua de l'endothélium cornéen. Elle est perméable à l'eau. Elle mesure environ 10 µm, son épaisseur augmente avec l'âge et dans certaines pathologies.

La membrane de Descemet est une membrane collagénique acellulaire entre le stroma postérieur et la monocouche endothéliale. Elle est formée de collagènes de type IV et VIII et contient de la fibronectine, de la laminine type 1 et des protéoglycans héparane, dermatane et kératane sulfates. Elle est secrétée par l'endothélium.

Elle est peu extensible, elle se colore avec les colorants du collagène comme le stroma cornéen, elle ne prend pas les colorants du tissu élastique, en revanche, elle est fortement periodic acid shiff (PAS) positive [2].

➤ Ultrastructure

On peut la diviser en deux feuillets, l'un antérieur et l'autre postérieur :

- **Le feuillet antérieur** est au contact de la couche de Dua, il mesure à peu près 3 µm d'épaisseur. Son épaisseur est fixe tout au long de la vie ; il correspond à la portion secrétée par les cellules embryonnaires à partir du 4e mois de la gestation. Il est constitué majoritairement de collagène de type VIII ;
- **Le feuillet postérieur**, sous-endothelial, granuleux, est secrété par les cellules endothéliales après la naissance, ce qui explique l'augmentation de son épaisseur avec l'âge. Il est constitué majoritairement de collagène de type IV [2].

Endothélium

Il s'agit de la couche la plus postérieure de la cornée ; elle est en contact avec l'humeur aqueuse en arrière et la membrane de Descemet en avant.

À l'état normal, la cornée maintient une épaisseur relativement constante et demeure transparente ; elle doit lutter en permanence contre l'imbibition hydrique, c'est l'état de déturgescence.

L'action de l'épithélium dans la déturgescence est minime, il réduit l'évaporation et diminue l'absorption des fluides à partir des larmes. L'endothélium, en revanche, joue un rôle très important. Après destruction de l'endothélium cornéen et de la membrane de Descemet, l'épaisseur de la cornée peut être multipliée par cinq. L'endothélium fonctionne comme une pompe active grâce à la pompe Na^+/K^+ ATPase. Cette dernière expulse le Na^+ dans l'humeur aqueuse et libère le K^+ dans la cellule endothéliale, ce qui crée un gradient osmotique assurant la déturgescence du stroma puisque l'eau suit les mouvements de l'ion sodium [2].

Les mouvements ioniques génèrent aussi une différence de potentiel d'environ 500 mV entre les milieux intra et extracellulaire endothérial. Les mouvements de l'ion bicarbonate (HCO_3^-) sont responsables de la polarisation négative de la face postérieure de l'endothélium, ce qui intervient aussi dans le phénomène de déturgescence.

L'endothélium est formé d'une monocouche de cellules uniformes hexagonales plates, régulières. Cette régularité en « nid-d'abeilles » est caractéristique. Les cellules mesurent environ 5 μm à 6 μm de hauteur et 15 μm à 20 μm de largeur. Il existe de nombreuses interdigitations vers la membrane de Descemet, elles assurent la cohésion intercellulaire. La densité cellulaire normale chez un jeune est de 3 500 cellules/ mm^2 . Elle est facile à déterminer grâce à la microscopie spéculaire. Une diminution du nombre de cellules est irréversible.

La mesure de l'épaisseur cornéenne par pachymétrie est un indicateur précieux de l'intégrité physiologique de l'endothélium [2].

2.1.4. Innervation de la cornée

La cornée est très richement innervée, elle représente un des tissus les plus sensibles de l'organisme. Elle est 40 fois plus innervée que la pulpe dentaire. Le stroma antérieur, la membrane de Descemet et l'endothélium sont dénués de toute innervation sensitive.

L'innervation sensitive de la cornée dépend de la branche ophtalmique afférente du ganglion trigéminal par l'intermédiaire des nerfs ciliaires longs et courts. Ceux-ci pénètrent la sclérotique au niveau du pôle postérieur. Ils gagnent le plexus ciliaire dans la supra choroïde. De ce plexus

partent des rameaux qui pénètrent dans la sclérotique un peu en arrière du limbe et se dirigent, d'arrière en avant, à l'union de son tiers postérieur et de ces deux tiers antérieurs. Ces nerfs sont renforcés par quelques rameaux venus de l'épisclère et de la conjonctive, ce sont les nerfs ciliaires antérieurs de Boucheron.

Au niveau du limbe, il existe environ 80 nerfs cornéens anastomosés entre eux par des rameaux horizontaux, qui réalisent un plexus péri cornéen. Ainsi, chaque nerf cornéen est en rapport avec plusieurs nerfs ciliaires. Au niveau des lames, chaque filet nerveux se subdivise en une multitude de filaments très fins (moins de 1 µm) qui s'insinuent entre les lamelles et perdent leur gaine de Schwann [2].

Un réseau de fibres nerveuses est condensé sous la couche de Bowman, où se constitue un véritable plexus. Il est à l'origine des rameaux à direction verticale qui perforent la couche de Bowman. Les rameaux qui en sont issus perdent leur gaine de Schwann et s'insinuent entre les cellules épithéliales. À côté de ce réseau principal existe un réseau accessoire né des nerfs conjonctivaux et épiscléraux. Ces rameaux pénètrent au niveau du limbe et accompagnent les vaisseaux. Ils forment, à la périphérie de la cornée, un plexus annulaire large siégeant sous la couche de Bowman : le plexus de Ranvier. Ce plexus échange des rameaux avec les nerfs cornéens profonds et envoie des branches à l'épithélium [2].

L'innervation sympathique dépend du ganglion cervical supérieur. Il existerait aussi des fibres parasympathiques au niveau des nerfs ciliaires courts prenant le relais, au niveau du ganglion ciliaire, des fibres préganglionnaires du nerf III [2].

2.1.5. Nutrition de la cornée

La cornée est avasculaire, elle reçoit son apport nutritif du limbe, des larmes et de l'humeur aqueuse. La vascularisation limbique assure la nutrition de la périphérie de la cornée. Les échanges se font avec les larmes à travers les cellules épithéliales qui réalisent une barrière imperméable aux substances hydrosolubles, perméable aux substances liposolubles. La voie trans endothéliale assure le passage des éléments à partir de l'humeur aqueuse selon un mode passif (sans d'énergie) ou selon un mode actif qui lutte contre le gradient osmotique (utilisant de l'énergie). Ce mode actif est surtout utilisé pour apporter du glucose à la cornée [2].

La vascularisation du limbe dessert la périphérie de la cornée, l'épisclère et la sclère limbique, la conjonctive, et l'extrémité antérieure de l'uvée. Elle dépend des artères ciliaires antérieures qui émergent de la sclère au niveau des insertions des muscles droits horizontaux. De ces artères naissent des artéries cornéennes périphériques terminales, des artéries récurrentes

conjonctivales et un plexus artériel anastomotique épiscléral circulaire d'où partent des artéioles perforantes pour le muscle ciliaire et l'uvée [2].

Le système veineux limbique comprend des veinules conjonctivales, ténoniennes, cornéennes et épisclérales périphériques et des plexus intra scléraux. Ce sang se déverse dans le système veineux orbitaire. Les canaux collecteurs, drainant le canal de Schlemm, s'abouchent individuellement à la surface de l'épiscèle ou fusionnent avec les veines épisclérales.

Les vaisseaux lymphatiques s'organisent aussi en plexus limbiques qui se déversent dans les lymphatiques palpébraux avant de gagner les aires ganglionnaires régionales et les organes réticuloendothéliaux centraux [2].

2.2. Physiologie

2.2.1. Composition biochimique

➤ Eau

Elle correspond à 75 à 80 % du poids du stroma [2].

➤ Protéines

- Les protéines solubles : Elles comprennent de l'albumine, de la sidérophiline, des globulines et du collagène soluble.
- Les glycoprotéines :
 - Le collagène : Il correspond à 70 % du poids sec stromal. Il est formé de séquences d'acides aminés organisés en structure hélicoïdale, tropocollagène, fibrilles de collagène. Il est synthétisé par 5 types de kératocytes.
 - Les glycoprotéines de structure (mucopolysaccharides neutres) :
 - Elles participent à la constitution du squelette du stroma en se liant aux fibrilles de collagène. C'est le principal support de la spécificité antigénique du stroma.
- Les protéines de surface : Lamine située dans les membranes basales et fibronectines (liaison entre cellules stromales et collagène)[2].

➤ Protéoglycanes

Ce sont des glycosaminoglycans ou des mucopolysaccharides acides. Elles ont un double rôle : remplir l'espace entre cellules et collagène ; intervenir dans les mécanismes de l'hydratation cornéenne [2].

➤ Enzymes

- Acétylcholine ;
- Enzymes de dégradation du glucose au niveau de l'endothélium et de l'épithélium ;
- Enzymes mitochondrielles au niveau du stroma [2].

➤ Ions et métaux

Le stroma est riche en Na^+ et l'épithélium en K^+ .

➤ Glucose et métabolites

On les retrouve surtout au niveau de l'épithélium.

2.2.2. Propriétés physiques et physiologiques

➤ Propriété mécanique

La cornée intervient dans le maintien de l'armature du globe et la résistance à la pression oculaire. Elle est élastique et légèrement dépressive (membrane de Descemet particulièrement élastique et résistante à l'action des enzymes protéolytiques)[2].

➤ Propriété optique

Premier dioptre oculaire, il a une fonction de réfraction et de transmission de la lumière. Ses propriétés optiques sont :

- Transmission de la lumière : Elle est optimale pour des longueurs d'ondes comprises entre 300 et 2 500 nm, nulle en dessous de 300 nm et maximum à 380 nm (80 %).
- Diffusion : Elle est faible et ramenée dans la direction d'incidence grâce à la disposition des fibrilles de collagène dans le stroma.
- Réflexion : Sa qualité est liée à la régularité de la surface épithéliale et à la présence d'un film lacrymal normal.

- Réfraction : Lentille convergente de puissance de 47 D pour la face antérieure, -5 D pour la face postérieure, elle est de 42 D pour l'ensemble de la cornée. L'indice de réfraction du stroma est de 1,377, du collagène 1,55, et de la substance fondamentale 1,34 [2].

➤ Propriété de transparence

Elle est favorisée par :

- La structure du collagène : Il est organisé en fibrilles régulières, uniformes et parallèles entre elles.
- Le rôle des protéino-glycanes : Ils maintiennent un espace interfibrillaire fixe et jouent un rôle de tampon électrostatique entre ces fibrilles.
- L'absence de vascularisation
- La pauvreté cellulaire du stroma
- La régulation de l'hydratation : La cornée contient 80 % d'eau.
- Le rôle du stroma : Il contient des glycosarnino-glycane qui sont très hydrophiles et hyper hydratés.
- Les forces osmotiques : L'osmolarité normale est de 300 mOsm. L'humeur aqueuse et les larmes sont légèrement hypertoniques d'où une déshydratation relative du stroma.
- Rôle de l'endothélium : La pompe endothéliale maintient la cornée dans un état de déshydratation permanente.
- Les facteurs métaboliques
- Les circonstances particulières
- Le rôle de la pression oculaire : Quand la tension oculaire est supérieure à 50 mmHg, elle entraîne un œdème cornéen décelable [2].

2.2.3. Nutrition

Voies

- Vascularisation limbique : Elle assure la nutrition de l'extrême périphérie cornéenne.
- Voie transépithéliale : C'est la voie de pénétration de l'oxygène.
- Voie trans-endothéliale :
 - Un mécanisme passif : Il utilise la diffusion (pour les petites molécules de faible poids moléculaire) et la solubilité de phase (pour les gaz tels que l'O² et le gaz carbonique).

- Un mécanisme actif : Il est utilisé pour le passage de l'eau combiné à celui du sodium, des bicarbonates et du glucose depuis l'humeur aqueuse [2].

Étude analytique

- Glucose et glycogène : Cette source d'énergie provient essentiellement de l'humeur aqueuse après un transfert actif à travers l'endothélium.
- Acides aminés et protéines : Ils proviennent de l'humeur aqueuse, participent au turnover de l'épithélium et à la synthèse protéique de l'endothélium [2].

2.2.4. Croissance et réparation tissulaire

➤ L'épithélium

Il se renouvelle à partir des cellules basales et des cellules de la couche adjacente et par desquamation des cellules superficielles dans les larmes et ce, en 7 jours. La guérison s'appuie sur 3 mécanismes :

- Migration cellulaire ;
- Division cellulaire ;
- Adhérence sur les plans sous-jacents.

➤ Le stroma

Le renouvellement est lent. La cicatrisation se fait par :

- La résorption des tissus lésés par les phagocytes et la collagénase ;
- La synthèse du collagène par les fibroblastes ;
- L'organisation du tissu conjonctif.

➤ L'endothélium

Il y a une absence de réplication cellulaire qui entraîne une déperdition cellulaire progressive lors du vieillissement. La cicatrisation se fait par migration cellulaire et coalescence des cellules lésées [2].

3. L'OCT

3.1. Historique

Crée en 1991 par le Pr James Fujimoto, au MIT ; la tomographie en cohérence optique ou optical coherence tomography (OCT) est une technique d'imagerie du fond d'œil, non invasive, qui permet d'obtenir *in vivo* des images en coupe optique de la rétine, avec une résolution de 5 à 10 µm selon les appareils utilisés [14, 15].

3.2. Principe, Réalisation, Marques (types-tableau)

3.2.1. Principe

La tomographie en cohérence optique ou OCT est une technique non invasive, qui utilise un principe d'interférométrie à basse cohérence pour offrir *in vivo* des coupes des structures tissulaires. Cette technique mesure le délai et l'intensité de la lumière réfléchie sur la structure analysée en la comparant à une lumière réfléchie sur un miroir de référence, la combinaison de ces deux signaux produisant un phénomène dit d'interférence. À partir de cet enregistrement, l'appareil reconstruit une coupe sagittale de la structure analysée.

Les premières images du segment antérieur en OCT ont été réalisées au milieu des années 1990. Depuis, de nouveaux OCT dits spectral domain, plus rapides et offrant une meilleure résolution, ont été développés et, avec des modules adaptés, permettent l'analyse de la cornée et du segment antérieur [15–17].

3.2.2. Réalisation

Technique

L'image OCT en deux dimensions est obtenue par le déplacement rapide du faisceau laser selon une ligne droite ou circulaire. La juxtaposition de plusieurs centaines de mesures (512 en OCT3 et jusqu'à 4 000 scans en spectral domain) permet de reconstituer une coupe linéaire comparable à un écho B. La latitude de mesure en profondeur, lorsque le faisceau est mis au point sur la rétine, est en moyenne de 2 mm, ce qui, en pratique courante, est suffisant pour l'examen d'épaississements rétiniens ou de décollements de l'hyaloïde postérieure de moins de 1 000 µm. Au-delà de cette épaisseur, une mise au point plus antérieure est possible [18, 19].

L'opérateur peut aussi modifier la longueur de coupe qui peut varier de 3 à plus de 10 mm environ. Cependant, l'utilisation de coupes longues diminue la résolution transversale et ne permet pas une analyse fine des structures rétiniennes. L'examen de la rétine extra maculaire et même au-delà du pôle postérieur est possible grâce au déplacement du point de fixation interne

ou externe. Comme en angiographie, des montages peuvent être réalisés par la juxtaposition de plusieurs coupes de même longueur.

L'examen se fait avec ou sans dilatation pupillaire. Si la dilatation n'est pas indispensable pour l'examen rapide de la macula, elle peut se révéler très utile pour le repérage de lésions extra maculaires sur le moniteur vidéo. Ce dernier permet de contrôler en temps réel la position de la coupe optique dans le fond d'œil [14, 18–20]

Installation du patient

Le patient doit être installé confortablement, le menton bien posé sur la mentonnière et le front appuyé en avant. Il est important de bien régler la hauteur de la table d'examen et de la chaise du patient pour éviter les mouvements de la tête (un recul de 1 cm suffit pour faire disparaître l'image OCT de la fenêtre d'acquisition).

Plusieurs protocoles de coupes peuvent être utilisés (coupes linéaires isolées, horizontales ou verticales, radiales simples ou multiples, circulaires, balayage 3D, etc.).

Le choix des coupes varie en fonction de la pathologie suspectée. Si quelques coupes linéaires peuvent suffire pour établir un diagnostic, la réalisation d'une cartographie de la région maculaire (par des coupes étagées ou radiales) est souvent utile pour pouvoir suivre l'évolution spontanée ou traiter une maculopathie comme par exemple dans le cas des œdèmes maculaires (diabétique, occlusion de la veine centrale de la rétine [OVCR], etc.) ou des membranes épi maculaires [19].

Analyse et traitement de l'image

Chaque valeur de réflectivité tissulaire, qui correspond à un accident sur la courbe de réflectivité, est convertie en une échelle colorimétrique dite « arc-en-ciel » ou en niveaux de gris, où le blanc et le rouge représentent le maximum de réflectivité et le bleu et le noir le minimum. Sur le Stratus OCT™ différentes fonctions permettent de traiter l'image brute obtenue [19].

- **Fonction Alignement (« Align »)**

Il essaie de corriger les données brutes des effets des microsaccades oculaires. Pour corriger cet effet, chacun des scans est comparé avec le scan voisin dans un processus appelé corrélation. Ce processus a pour effet d'aligner de proche en proche les pics d'hyper réflectivité pour reconstituer une ligne horizontale. Il peut donc « gommer » certaines irrégularités réellement présentes, bien que sa puissance de correction soit volontairement limitée [19].

- **Fonction Normalisation (« Normalize »)**

Il a pour but de présenter les données colorimétriques de l'OCT de façon indépendante du bruit de fond et de la puissance de la lumière incidente. En d'autres termes, si deux scans successifs sont réalisés sur le même œil avec différents niveaux de flux lumineux et de bruit de fond, les résultats doivent apparaître avec la même gradation de couleurs. Les deux fonctions Align et Normalize peuvent être conjuguées.

D'autres fonctions de traitement des images sont également disponibles. L'emplacement et les paramètres d'une ligne de coupe peuvent être gardés en mémoire et reproduits lors d'un examen ultérieur chez un même patient, permettant ainsi un examen comparatif aisément, en particulier dans les atteintes rétiniennes extra maculaires [19].

Interprétation de l'image en OCT

- **Macula normale**

Le Stratus OCT3™ (résolution de 8 µm) et les OCT du domaine spectral (6 µm) permettent, de façon plus ou moins aisée, de reconnaître la réflectivité de la plupart des couches rétiniennes. L'image normale de la rétine maculaire en OCT3 est constituée de plusieurs couches de réflectivités différentes.

- **Hyper-réflectivité**

- **Fibres optiques et limitante interne**

C'est le premier pic de réflectivité après l'hypo-réflectivité vitréenne. Du fait de la répartition physiologique des fibres optiques, cette couche est mieux visible en nasal et devient particulièrement épaisse près de la papille [19].

- **Complexe épithélium pigmentaire-choriocapillaire**

C'est l'hyper-réflectivité la plus externe. Cette couche est rarement vue dédoublée sous forme de deux bandes hyper-réflectives (représentant probablement l'épithélium pigmentaire et la choriocapillaire) avec le Stratus OCT™. Le plus souvent, ces deux couches sont difficiles à distinguer l'une de l'autre. Sur les derniers appareils à 6 µm de résolution, la visualisation de ces deux couches est plus aisée. En arrière de ces deux lignes hyper-réflectives, un certain degré de réflectivité de la choroïde est obtenu, mieux visible en cas d'atrophie de l'épithélium pigmentaire, mais reste difficilement interprétable dans le détail [19].

- **Jonction segments externes/segments internes des photorécepteurs**

Cette jonction est située en avant de la couche de l'épithélium pigmentaire dont elle est séparée par une couche hypo réflective (articles ou segments externes) mieux visible au niveau de la fovéola (cela probablement du fait que les articles externes des cônes fovéaux sont

particulièrement longs). L'extrémité distale du segment interne contiendrait un corps réfringent qui expliquerait l'hyper réflectivité de cette ligne qui constitue un des signaux de la présence des photorécepteurs.

Les gros vaisseaux rétiniens donnent également une hyper réflectivité visible dans les couches internes, entraînant un ombrage plus ou moins marqué de la réflectivité des couches externes. L'hyper réflectivité des couches plexiformes est modérée. Celles-ci sont mieux individualisées sur les OCT à 6 µm [19].

- **Hypo-réflectivité**

Les niveaux d'hypo réflectivité sont constitués principalement par les couches nucléaires, en particulier par celle des photorécepteurs, mais aussi par leurs segments externes, internes et les fibres de Henle (qui sont les axones des cônes). La couche des fibres de Henle, au centre de la macula, est hyporéflective et bien reconnaissable à sa limite antérieure convexe en avant, opposée à la concavité fovéolaire.

La dépression fovéolaire aussi bien que l'hypo réflectivité des fibres de Henle représentent des points de repères caractéristiques. En cas de perte de la dépression fovéolaire, le centre de la fovéola est reconnu comme étant la coupe sur laquelle l'espace occupé par l'hyporéflectivité des fibres de Henle est le plus épais.

L'interprétation des images OCT peut se faire sur l'échelle de gris ou en mode couleur. Si ce dernier mode est le plus utilisé en pratique courante, l'échelle de gris peut s'avérer plus performante pour distinguer des couches de réflectivité proche. C'est particulièrement utile pour bien distinguer l'hyper-réflectivité de la jonction segments externes/segments internes des photorécepteurs de celle de l'épithélium pigmentaire.

Elle peut également être utilisée dans d'autres circonstances, comme par exemple lorsqu'il s'agit de distinguer une hyaloïde d'une membrane épirétinienne des néovaisseaux choroïdiens de la réaction fibrineuse qui les entoure, etc [19].

3.2.3. Marques

Tableau II : caractéristiques techniques des appareils OCT commercialisés.

Appareil et fabriquant	Type d'OCT (SD/SS)	OCT SA/SP	Longueur d'onde	Vitesse scan (A-scans/s=)	Résolution axiale	Résolution latérale	EDI	OCT-A	OCT en face
Spectralis® OCT2 (Heidelberg Engineering)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	870 nm	85 000/s	6 µm	-	Oui	Oui	Oui
RS 3000® (Nidek)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	880 nm	53 000/s	4 µm	20 µm	Oui	Oui	Oui
DRI Triton® (Topcon)	SS	Post. et ant. Avec ajout de lentille	1 050 nm	100 000/s	2,6 µm	20 µm	Oui	Oui	Oui
Cirrus HD-OCT 5000® (Carl Zeiss Meditec)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	840 nm	27 000-68 000/s	5 µm	15 µm	Oui	Oui (module Angio Plex®)	Oui
PLEX Elite 9000® (Carl Zeiss Meditec)	SS	Post. (appareil de recherche)	1 060 nm	100 000/s	6,3 µm	-	Oui	Oui	Oui
Avanti®/AngioVue® (Optovue)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	840 nm	70 000/s	5 µm	15 µm	Oui	Oui (Angio Vue®)	Oui
iVue® (Optovue)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	840 nm	26 000/s	5 µm	15 µm	Non	Non	Non
iScan® (Optovue)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	840 nm	26 000/s	5 µm	15 µm	Non	Non	Non
HS 100® (Canon)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	855 nm	70 000/s	3 µm	20 µm	Oui	Non	Oui
Casia® (Torney)	SS	Ant.	1 310 nm	50 000/s	10 µm	30 µm	NA	NA	NA
Revo NX® (Optopol)	SD	Post. et ant. Avec ajout de lentille	830 nm	110 000/s	5 µm	12 µm	NA	Oui	NA

SD : technique d'imagerie qui mesure les interférences de la lumière pour produire des images à haute résolution des tissus de l'œil.

SS : technique d'imagerie qui utilise une source de balayage pour obtenir des images en profondeur des tissus oculaires avec une grande vitesse et une bonne résolution.

A-scans/s : vitesse à laquelle les scans axiaux sont effectués en OCT, mesurée en nombre de scans réalisés par seconde. Une vitesse élevée d'A-scans/s permet une acquisition rapide d'images.

EDI : technique pour obtenir des images en profondeur de la choroïde et des autres structures profondes de l'œil. L'EDI permet une visualisation améliorée des couches postérieures de l'œil.

OCT-A : technique qui permet de visualiser les vaisseaux sanguins de l'œil sans avoir besoin d'injection de colorant de contraste.

3.3. Indication

La tomographie par cohérence optique fournit des analyses à la fois qualitatives (morphologie et réflectivité) et quantitatives (épaisseur, cartographie et volume) des tissus examinés in situ et en temps réel [21].

Les indications de l'OCT comprennent :

- Des lésions du segment postérieur comme la détection de liquide dans les couches rétiniennes ou sous la rétine (qui peuvent ne pas être visibles cliniquement),
- Trous maculaires,
- Pseudo-trous,
- Membranes épirétiniennes (MER),
- Adhésion vitréo-maculaire (VMA),
- Traction vitréo-maculaire (VMT),
- Rétinoschisis,
- Décollement de rétine,
- Rétinopathie diabétique (DR),
- Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA),
- Épaisseur de la couche de fibres nerveuses rétiniennes (RNFLT),
- Paramètres du disque optique,
- Evaluation et analyse du segment antérieur structures telles que la zone de la chambre antérieure,
- Volume et épaisseur de l'iris.

L'OCT ne peut pas et ne doit pas être interprété indépendamment en référence à une maladie oculaire. De plus, il ne doit jamais être considéré comme le seul critère de diagnostic ou de traitement d'une pathologie oculaire. Le clinicien doit disposer d'autres informations telles que des perspectives valides sur la maladie systémique et oculaire des patients, l'angiographie à la fluorescéine (AF), l'angiographie au vert d'indocyanine (ICGA), la biomicroscopie ; et surtout, l'histoire pertinente du processus pathologique [21, 22]

3.4. Limites

On peut les classer en sous-groupes tels que les limites liées à :

- **La manipulation :** lenteur d'acquisition ou déconcentration.
- **Au logiciel :**
 - Les erreurs d'acquisition ou d'analyse du logiciel peuvent être source d'erreurs dans le diagnostic du glaucome et altérer la qualité de la prise en charge [18].
 - Erreurs de segmentation automatique secondaires à une membrane épirétinienne (artefacts)[23].
- **Au malade :**
 - Clignements importants ou les mouvements oculaires du patient.
 - Mauvaise transparence des milieux oculaires ou de myosis ; en cas de cataracte dense, cicatrices de cornée ou hémorragies du vitré principalement [22, 24].
 - Longueur axiale et puissance des optiques de segment antérieur : le diamètre du cercle d'analyse péri papillaire peut être influencé par la longueur axiale ou des puissances cornéennes ou cristalliniennes atypiques [24].

3.5. Particularités de l'OCT-SA de l'HMR2*

Carl Zeiss Meditec® Cirrus HD-OCT 5000

Données techniques : cet appareil d'OCT a une vitesse de balayage OCT de 27 000 A-scans/s avec une résolution axiale (dans le tissu) de 5 µm. Le diamètre minimal de la pupille pour l'examen est de 2 mm. La taille de l'image du fond d'œil est de 36 x 30 degrés. La technologie du modèle 5000 est un ophtalmoscope à balayage laser [25].

Avantages : chaque appareil peut être équipé d'un module cornéen pour mesurer l'épaisseur cornéenne centrale et visualiser l'angle irido-cornéen. Le modèle 5000 possède un système Fast Trac® permettant un suivi dynamique de la rétine. Le module EDI disponible sur le modèle 5000 permet un examen ciblé de la choroïde. Les images peuvent être associées à un système de forum permettant de centraliser tous les appareils Zeiss du cabinet et les visualiser sur un dossier [25].

3.6. OCT-SA du sujet sain

Les images en coupe de la cornée permettent d'identifier les différentes couches de la cornée (Figure 19). Celles-ci seront plus nettement identifiables lors de l'utilisation d'instruments utilisant une longueur d'onde de 840 nm et la technologie Spectral Domain OCT. Ainsi, chez le sujet sain :

- L'épithélium est de structure homogène, légèrement hypo réflectif,
- La membrane de Bowman se voit aisément ; elle est parfaitement régulière et hyper réflective,
- Le stroma cornéen sous-jacent est de structure plus hétérogène que l'épithélium,
- La couche endothélio-descemétique n'est peu ou pas visible [14, 26].

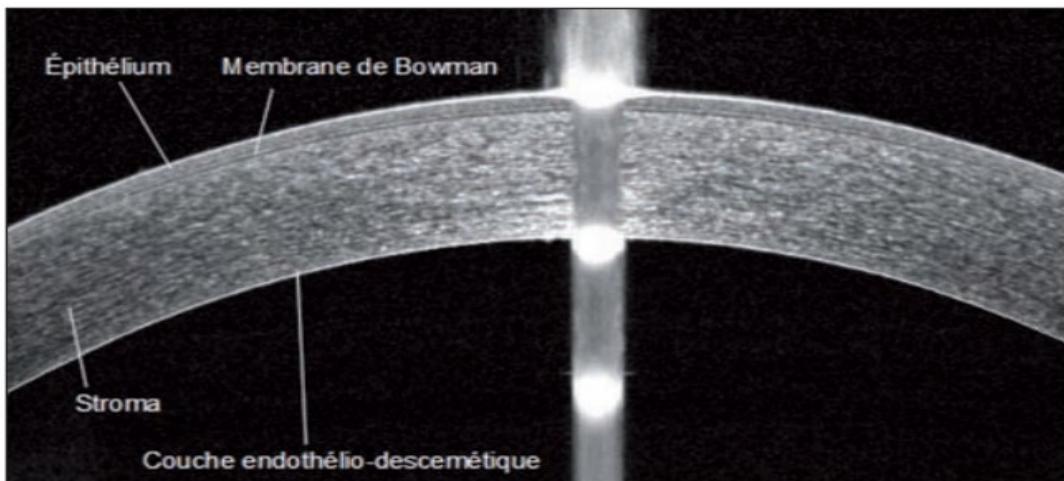


Figure 19 : coupe cornéenne [26].

Les OCT de longueur d'onde de 1 310 nm réalisent une coupe scan plus grande permettant ainsi une visualisation des relations entre les différentes structures du segment antérieur (Figure 20)[26].

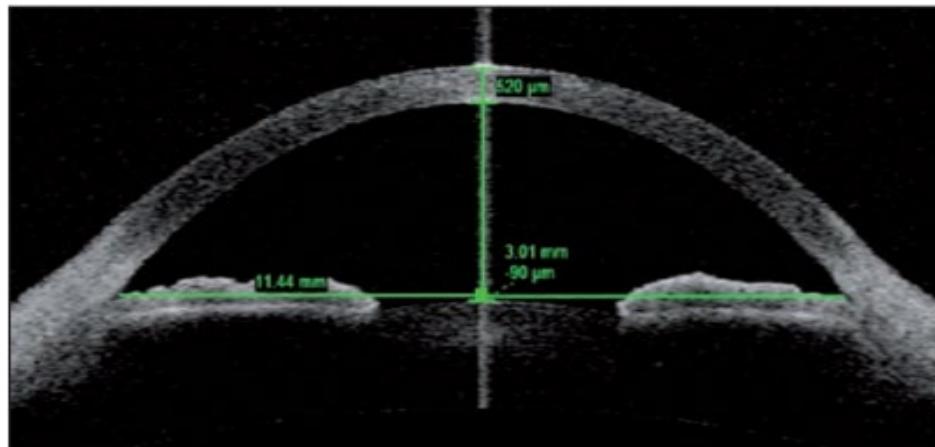


Figure 20 : coupe du segment antérieur [26].

Une biométrie précise et reproductible du segment antérieur mesure les éléments suivants :

- Pachymétrie (Figure 21) :
 - La pachymétrie cornéenne centrale normale est comprise entre 520 et 570 µm. La carte de pachymétrie est mesurée sur 6 mm (RTVue) ou sur 10 mm (Visante, Casia SS-1000) de diamètre ;
 - Il est également possible de mesurer la pachymétrie à un point donné, sur une image en coupe, à l'aide des calipers : mesure possible d'un volet cornéen de lasik ou de taie cornéenne ;
- Profondeur de chambre antérieure : distance mesurée entre l'endothélium cornéen et la cristalloïde antérieure (ou face antérieure d'un implant) ;
- Diamètre de chambre antérieure : soit la droite allant d'éperon scléral à éperon scléral opposé ;
- Flèche cristallinienne : correspond à la hauteur mesurée entre le diamètre de chambre antérieure et l'apex cristallinien. Mise en évidence lors des études cliniques sur le vaulting du cristallin pour les implants phaques, la composante cristallinienne est ainsi évaluée dans sa participation causale à la fermeture de l'angle irido-cornéen [26].

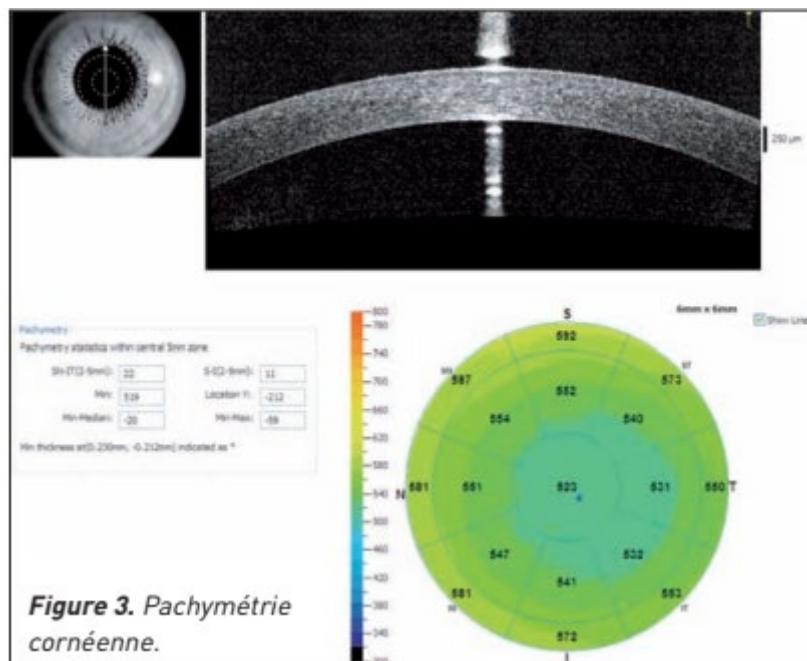


Figure 3. Pachymétrie cornéenne.

Figure 21 : pachymétrie cornéenne [26].

II.B. Etat des lieux sur la question

Tableau III : états des lieux sur la question

	Auteur	Objectif général	Type d'étude	Résultats
1	Loureiro et al 2021 Portugal	Evaluer les profils d'épaisseur épithéliale (ET) cornéenne et d'épaisseur cornéenne (CT) dans les yeux sains d'enfants portugais	Étude transversale	L'ET moyen était plus faible dans les zones périphériques, alors que le CT moyen était plus élevé. ET était plus mince dans la zone supérieure que dans la zone inférieure ($p < 0,05$). L'ET était plus épais chez les garçons que chez les filles ($p < 0,05$), mais le CT ne différait pas. Le CET n'était pas corrélé à l'âge avancé ou à l'erreur de réfraction.
2	Hikoya et al 2009 Japon	Déterminer l'épaisseur cornéenne centrale (CCT) chez les enfants japonais et étudier les changements de CCT avec l'âge.	Étude transversale	La CCT moyenne de l'œil droit était de $544,3 \pm 36,9 \mu\text{m}$. La CCT était plus fine dans le groupe 1 que dans les groupes 3 et 4 (ANOVA, $P = 0,02$). Il y avait une corrélation positive mais faible entre la PIO et la CCT ($\text{PIO} = 6,253 + 0,014 \times \text{CCT}$; $r^2 = 0,047$, $P = 0,007$).
3	Lim et al 2008 Corée du Sud	Déterminer les paramètres biomécaniques cornéens mesurés chez les enfants singapouriens	Étude transversale	L'âge moyen : $13,97 \pm 0,89$ ans, 138 garçons (50,9 %). Le seul facteur prédictif d'une diminution du CCT était la race malaise ou indienne ($P = 0,03$ et $<0,001$), par rapport à la race chinoise.

4	Wei et al 2014 Chine	Déterminer les distributions et la relation entre l'épaisseur cornéenne centrale et la pression intraoculaire chez les mineurs chinois	Étude transversale	CCT moyenne : $554,19 \pm 35,46 \mu\text{m}$; PIO moyenne : $15,31 \pm 2,57 \text{ mmHg}$; Équation de régression linéaire : $\text{PIO} = -2,35 + 0,032 \text{ CCT}$, ce qui signifie que la PIO augmentera de 0,32 mm Hg tous les 10 μm augmentation du CCT.
5	Omgbwa et al 2010 Cameroun	Déterminer l'ECC pédiatrique moyenne chez les enfants noirs camerounais par pachymétrie ultrasonique.	Etude prospective observationnelle et consécutive.	CCT moyen : $538,06 \pm 38,03 \mu\text{m}$. Chez le garçon : $541,41 \pm 36,45 \mu\text{m}$ et chez la fille : $536,15 \pm 38,91 \mu\text{m}$. Il n'y avait pas non plus de différence statistiquement significative dans le CCT entre les groupes d'âge, comprenant le groupe 1 (5 à 7 ans), le groupe 2 (8 à 10 ans), le groupe 3 (11 à 13 ans) et le groupe 4 (14 à 16 ans).
6	Teberik et al 2021 Turquie	Comparer les valeurs de PIO et d'ECC obtenues à partir des mesures de divers appareils chez les enfants.	Étude prospective	Age moyen : $10,1 \pm 3,2$ (6-17) ans. ECC (OD et OG) : 568,90 et 569,68 (TX-20P) ; 571,44 et 566,37 (NT-530P) ; 564,77 et 564,67 μm UP. PIO (Canon TX-20P, NT-530P et GAT) : $16,5 \pm 3,2$, $16,3 \pm 3,2$ et $16,8 \pm 3,6 \text{ mmHg}$ pour les yeux droits, tandis que celles pour les yeux gauches étaient de $16,6 \pm 3,1$, $16,2 \pm 3,3$ et $16,8 \pm 3,7 \text{ mmHg}$.
7	Ouazzani et al 2020 Tunisie	Corréler les valeurs de la pachymétrie centrale mesurée par Pentacam chez l'enfant en fonction de la réfraction, de l'âge et du sexe.	Étude prospective	L'âge moyen : $9 \pm 2,8$ ans avec des extrêmes de 3 à 16 ans, avec un sex-ratio de 0,95. La moyenne d'ECC : $545 \pm 33,5 \mu\text{m}$. La kératométrie maximale était de $44 \pm 1,6$. La moyenne de la pachymétrie centrale chez les garçons était de $545,7 \pm$

				31,6µm et chez les filles était de 545,3 ± 35,3 µm ; Il n'y avait pas de différence de pachymétrie en fonction de l'âge (ANOVA p = 0,363).
8	Heiday et al 2011 Malaisie	Déterminer les valeurs moyennes de l'ECC et de la PIO ainsi que la relation entre ces valeurs, chez les enfants malais en bonne santé	Étude transversale	CCT et PIO moyennes : 530,87 ± 30,79 µm et 15,65 ± 3,05 mmHg. L'ECC ne varie pas avec l'âge. Une relation positive a été trouvée entre la ECC et la PIO ; plus précisément, à chaque augmentation de 100 mm en ECC, la PIO a augmenté de 3,5 mm Hg.

CHAPITRE III : METHODOLOGIE

III.1. Type d'étude

Il s'agissait d'une étude transversale analytique prospective.

III.2. Site

L'étude s'est déroulée au sein du service d'Ophtalmologie de l'HMR2 à Douala.

➤ Description de l'Hôpital Militaire de Région N°2 (HMR2)

L'HMR2 est une institution hospitalière militaire située dans l'arrondissement de Douala 1^{er}, au lieu-dit « Bonanjo ». Il fait partie intégrante des institutions dont est doté le corps armé camerounais en matière de santé et se place au rang d'hôpital de référence militaire de la région du littoral avec une capacité d'accueil de 150 lits approximativement.

Il regroupe un grand nombre de spécialités avec plusieurs services parmi lesquels : le service d'ophtalmologie, de médecine interne, de gynécologie et obstétrique, de pédiatrie, de Traumatologie Orthopédie, d'odontostomatologie, d'anesthésie et réanimation, d'imagerie médicale, de laboratoire, de pharmacie, d'urgence, de néphrologie, de thanatopraxie, d'un service de prise en charge des patients séropositifs au VIH, de rhumatologie et dermatologie.

Le service d'ophtalmologie est bordé par celui de kinésithérapie et de cardiologie. Il est présenté comme suit :

- Une salle d'attente,
- Une salle d'accueil,
- Une salle d'acuité visuelle où sont réalisés aussi les réfractométries (auto réfractomètre Nidek ARK 700 A), tonométrie
- Un box pour la réalisation des différents pansements,
- Deux box de consultation (équipée chacune d'une lampe à fente),
- Une salle d'explorations fonctionnelles (avec un appareil de champ visuel de marque OCTOPUS 300, un angiographe et un OCT Carl Zeiss 5000
- Le bureau du chef de service
- D'un local technique
- D'un bloc opératoire d'ophtalmologie opérationnel.

Le personnel est constitué de :

- Un chef de service,
- Deux médecins ophtalmologues,
- La major,

- Cinq infirmiers dont 02 spécialisés (un militaire et une civile) en ophtalmologie et 03 aides-soignantes (une militaire et deux civiles)
- Résidents en ophtalmologie en alternance.

La population accueillie est essentiellement constituée d'adultes et de personnes de troisième âge. L'unité d'ophtalmologie reçoit en moyenne 50 patients par jour.

III.3. Durée et période d'étude

Notre étude s'est déroulée sur 08 mois, de Novembre 2023 à Juin 2024.

La période de collecte des données s'est étalée sur 4 mois, du 15 Février 2024 au 15 Mai 2024.

III.4. Population d'étude

III.4.1. Population source

La population source était constituée de tous les enfants de la ville de Douala.

III.4.2. Population cible

Tout enfant emmétrope de 3 à 19 ans venus consulter à l'HMR2 ;

III.4.3. Critères de sélection

Critères d'inclusion

Etaient inclus, tous les enfants âgés de 3 à 19 ans venus ou amenés en consultation à l'HMR2, emmétropes avec ou sans correction ne présentant aucune pathologie oculaire et dont les parents ont donné le consentement à participer à l'étude.

Critères d'exclusion

Etaient exclus, tous les enfants amétropes avec correction optique ($AVL < 10/10^{\circ}$), tout antécédent de pathologie oculaire et ceux qui désiraient se retirer de l'étude quel qu'en soit la raison.

III.4.4. Échantillonnage

➤ Type d'échantillonnage :

Il s'agissait d'un échantillonnage consécutif.

➤ Taille minimale de l'échantillon

La taille minimale de l'échantillon N , a été calculée selon la formule de Cochrane de la manière suivante :

$N = \text{Taille minimale de l'échantillon pour l'obtention de résultats significatifs}$

$P = \text{Prévalence des sujets présentant la caractéristique étudiée } 56.1 \% [35]$

t = niveau de confiance à 95%

m = Marge d'erreur

Pour notre étude, nous avons toléré une marge d'erreur de 5% ($m = 0,5$), ce qui suppose l'intervalle de confiance à 95% ($t = 1,96$)

$$N = \frac{P(1 - P)(t^2)}{m^2}$$

L'application de la formule de Cochrane en utilisant ces données nous donne :

$$N = \frac{0,569(1 - 0,569)(1,96^2)}{(0,05)^2}$$

N = 377

III.5. Variables étudiées

- Les variables sociodémographiques que nous avons recherchées sont :
 - L'âge (en années) ;
 - Le sexe (masculin, féminin) ;
 - Scolarisation (oui, non) ;
 - Niveau d'étude (aucun, maternelle, primaire, secondaire, supérieur) ;
 - Région d'origine (les 10 régions du Cameroun) ;
- Les variables anamnestiques :
 - Antécédent personnel de pathologie cornéenne ;
 - Antécédent familial de pathologie cornéenne ;
- Les variables cliniques :
 - Le port de correction optique ;
 - L'acuité visuelle ± correction ;
 - Le champ visuel clinique ;
 - La pression intraoculaire ;
 - La kératométrie ;
 - Le rayon de courbure ;
 - Examen des annexes du globe oculaire ;
 - Examen du segment antérieur ;
 - Examen du fond d'œil direct ;
- Les variables tomographiques de la cornée :
 - La pachymétrie cornéenne centrale ;

- Pachymétrie périphérique : nasale, supérieure, temporale et inférieure ;
- L'épaisseur moyenne centrale de l'épithélium ;
- La structure : de l'épithélium, du stroma et de l'endothélium.

III.6. Procédure

➤ Etape 1 : Obtention des autorisations

Après la validation de notre protocole de recherche par le directeur et le co-directeur de thèse, nous avons demandé et obtenu les clairances éthique (**Annexe 1 et 2**) à la Faculté de FMSB de l'Université de Yaoundé I et à l'HMR2 et une autorisation de recherche à l'HMR2 nous a été délivrée. Dès lors, le recrutement des patients a effectivement débuté.

➤ Etape 2 : Recrutement

Le recrutement s'est fait chez tous les enfants venus consulter au sein de l'HMR2 via les différents services, chez les enfants du personnel volontaire de l'HMR2 ; tous étaient âgés de 3 à 19 ans.

Une fiche d'information aux patients (**Annexe 3**) contenant les informations détaillées à propos de notre sujet d'étude leur a été présentée (aux parents/tuteurs) ; une fiche de consentement éclairé (**Annexe 4**) était remise aux parents/tuteurs et une fiche de consentement était présenté aux enfants de 12 à 19 ans. Ces informations comprenaient : le but, la procédure, les avantages et les éventuelles contraintes liées à la participation à cette étude.

Après un entretien, quand l'accord était obtenu et la fiche signée, l'examen clinique pouvait débuter.

➤ Etape 3 : examen clinique

L'examen clinique ophtalmologique fait dans le service d'ophtalmologie de l'HMR2 comprenait :

- La mesure de l'acuité visuelle de loin avec (pour ceux qui en avaient) et sans correction, en utilisant l'échelle de Snellen ou de Monoyer, l'échelle de Rossano ou de Sander-Zanlonghi et d'un cache œil ;
- La réalisation du champ visuel clinique par confrontation,
- La mesure de la kératométrie et du rayon de courbure avec un **auto réfractomètre Nidek ARK 700A**
- La mesure de la pression intraoculaire à l'aide d'un tonomètre à air pulsé de marque **Rodenstock TopaScore**

- Un examen du fond d'œil avec un ophtalmoscope de marque **Welch Allyn** : nous avons examiné le segment postérieur sous la supervision des résidents en ophtalmologie, notamment l'humeur vitrée, la papille, la macula, les vaisseaux rétiniens à l'ophtalmoscopie directe après dilatation pupillaire à l'aide du tropicamide (mydriaticum® 2 mg /0.4ml) 1 goutte dans chaque œil toutes les 10 minutes pendant 30 minutes ;
- Pour les patients avec une acuité sans correction inférieur à 10/10^e, une réfraction était faite après cycloplégie afin qu'ils puissent bénéficier d'une meilleure acuité visuelle, soit 10/10^e.

➤ Etape 4 : examen paraclinique

Les examens paracliniques ophtalmologiques qui ont été réalisés sous la supervision des résidents en ophtalmologie grâce à un **OCT-SA (Carl Zeiss Meditec® Cirrus HD-OCT 5000)** et d'une lentille spécifique pour la cornée sont :

- Pachymétrie (**Figure 34**)
- HD-Cornea (**Figure 35**)
- Anterior Chamber (**Figure 36**)

Les données étaient recueillies dans les fiches technique préétablies et étaient remplies à chaque fois par le même enquêteur. Ces fiches comportaient les items suivants : identification du patient (âge ; sexe ; scolarisation, niveau d'instructions, région d'origine), les antécédents (familiaux et personnels de pathologies cornéennes), les données retrouvées à l'examen clinique et paraclinique ; puis ces données étaient rentrées dans un logiciel tableur dans un ordinateur pour analyse. Nous avons garanti la confidentialité des informations qui nous ont été fournies dans les fiches techniques et les résultats obtenus de l'examen ophtalmologique de chaque participant. Les fiches techniques étaient codifiées afin de garder l'anonymat des patients. Ces informations étaient utilisées dans le seul but de l'étude et introduites dans une base de données dont seuls nos encadreurs et nous avaient accès.

➤ Etape 5 : rendu des résultats

Après l'examen de chaque enfant, nous avions :

- Communiqué avec les parents : Il était essentiel d'expliquer clairement aux parents les résultats des examens de leur enfant, en utilisant un langage simple et compréhensible pour les rassurer et répondre à toutes leurs questions.

- Abordé le suivi médical régulier : Il était recommandé de mettre en place un suivi médical régulier avec un ophtalmologiste afin de surveiller l'évolution des résultats et d'adapter le traitement si nécessaire.
- Éducation et sensibilisation : Nous informions les enfants eux-mêmes, en fonction de leur âge, sur l'importance de prendre soin de leurs yeux et de suivre les recommandations médicales pour préserver la santé de leur cornée.

III.7. Analyse des données

Les données obtenues ont été intégrées et analysées avec le logiciel **IBM-SPSS Statistics 25.0**. Les résultats ont été ressortis sous formes de tableaux et de figures grâce au logiciel **Microsoft Excel**.

Les paramètres de tendance centrale (moyenne, médiane) accompagnée de leur mesure de dispersion respective (écart-type, intervalle interquartile) ont servi à la description des variables continues. Les variables catégorielles ont été décrites sous forme d'effectifs et de fréquences. Le lien entre l'ECC et les variables âge, sexe, PIO, kératométrie a été recherché en utilisant le test de khi carré ou de Fisher (lorsque les effectifs théoriques étaient inférieurs à 5). Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

La distribution entre l'ECC, la PIO et le rayon de courbure a été recherché avec une régression linéaire simple et l'équation de la droite était la suivante : $y = ax + b$ avec :

y = ECC estimée, x = PIO/R mesurée, a =coefficent et b =constante (a et b ont été obtenus par l'ANOVA); soit $ECC = 3,71*(PIO) + 470,302 \mu\text{m}$ et $ECC = (-0,074)*(R) + 439,631 \mu\text{m}$.

III.8. Dissémination de l'étude

- Une soutenance publique de ce travail de recherche sera faite.
- Après correction, le dépôt d'un exemplaire corrigé à la bibliothèque de la FMSB/UY1 sera effectif.
- Une publication éventuelle dans un journal national ou international pourrait avoir lieu.

III.9. Définition des termes opérationnels

- **Enfant** : individu humain immature se situant entre la naissance et l'adolescence.
- **L'adolescence** est une période de transition entre l'enfance et l'âge adulte, marquée par des changements physiques, émotionnels, sociaux et cognitifs significatifs. Cette étape de

développement commence généralement vers l'âge de 10 à 12 ans et se poursuit jusqu'à la fin de l'adolescence, vers 18 à 20 ans selon les cultures et les individus

- **Enfant emmétrope :** enfant présentant une acuité visuelle de 10/10 avec ou sans correction, excluant les enfants ayant une acuité visuelle inférieure à 10/10.
- **Cycloplégie :** paralysie temporaire de l'accommodation de l'œil, induite par l'utilisation d'un agent cycloplégique tel que le Mydriaticum 0,5% et ou Cyclopentolate HCl 1%.
- **Rayon de courbure cornéenne :** distance entre le centre de la cornée et le point à partir duquel la courbure commence à diminuer.
- **Acuité visuelle :** capacité de l'œil à distinguer les détails et à percevoir la netteté des objets à différentes distances.
- **Champ visuel clinique :** étendue de l'espace visuel qu'un individu peut percevoir en regardant droit devant lui.
- **Pression intraoculaire :** pression à l'intérieur de l'œil, mesurée en millimètres de mercure et dont la normale de situe entre 10 et 21 mmHg (OMS).
- **Annexes de l'œil :** structures périphériques de l'œil telles que les paupières, les glandes lacrymales et les muscles oculomoteurs.
- **Dilatation :** élargissement des pupilles de l'œil, provoqué par l'administration de gouttes dilatatrices (Mydriaticum 0,5%) pour atteindre entre 5 et 9 mm de diamètre.
- **Dystrophie cornéenne :** groupe de maladies rares et héréditaires qui affectent la cornée, la surface transparente à l'avant de l'œil. Ces conditions provoquent généralement des modifications anormales de la structure et de la composition de la cornée, ce qui peut entraîner une perte progressive de la clarté et de la fonction visuelle.
- **Kérométrie :** mesure de la courbure de la cornée.
- **Réfraction :** processus de mesure des erreurs de réfraction de l'œil et de prescription de lentilles correctrices pour améliorer la vision.
- **Tyndall :** phénomène optique dans lequel la lumière est diffusée par des particules en suspension donnant un aspect visible à la lumière.
- **Hypopion :** accumulation de pus dans la chambre antérieure de l'œil.
- **Hyphéma :** présence de sang dans la chambre antérieure de l'œil après un traumatisme ou une intervention chirurgicale.
- **Kératite ponctuée superficielle :** inflammation de la cornée caractérisée par des lésions ponctuées superficielles ou non.
- **Rubéose :** formation de néo-vaisseaux sanguins à la surface de l'iris, souvent associée à un dysfonctionnement oculaire.

- **Aphaque** : état de l'œil où le cristallin naturel a été enlevé ou est absent.
- **Pseudophaque** : individu dont le cristallin naturel a été remplacé par un implant artificiel suite à une chirurgie de la cataracte.
- **Examen du fond d'œil normal** : observation des structures à l'intérieur de l'œil, y compris la rétine et le nerf optique, sans présence de pathologie ou d'anomalies.
- **Zones** : diamètre sur la cornée à partir de son centre.
 - Zone 1 : zone de 0,0 – 2,0 mm de diamètre
 - Zone 2 : zone de 2,0 – 5,0 mm de diamètre
 - Zone 3 : zone de 5,0 – 7,0 mm de diamètre
 - Zone 4 : zone de 7,0 – 9,0 mm de diamètre
- **Cornée :**
 - Fine : 450-500 µm
 - Moyenne : 501-550 µm
 - Epaisse : 551-600 µm
 - Très épaisse : > 600 µm
- **Kératométrie :**
 - Normale : entre 42 – 48 dioptries [6]
 - Kératométrie faible : < 42 dioptries
- **PIO :**
 - Normale : 10 – 21 mmHg
 - Hypertone : > 21 mmHg
- **Rayon de courbure :**
 - Peu courbé : > 7,99 mm
 - Normal : 7,00 – 7,99 mm
 - Très courbé : < 7,00 mm

CHAPITRE IV : RESULTATS

IV.1. CARACTERISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES

IV.1.1. Recrutement de la population

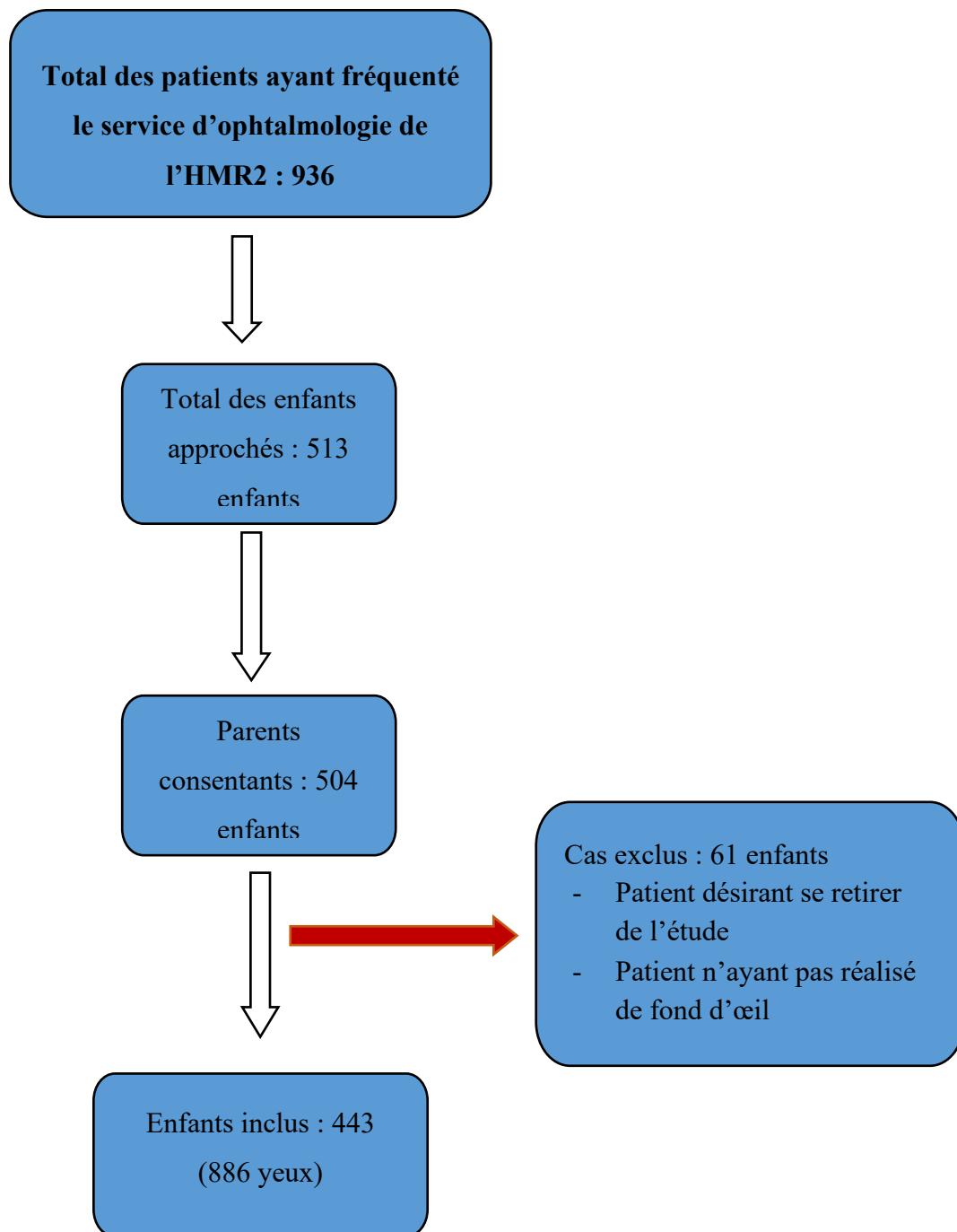


Figure 22 : diagramme du flux des patients

Au terme du recrutement, 443 enfants ont été retenus, soit un taux de participation de 86,35%.

IV.1.2. Caractéristiques sociodémographiques

➤ Age et sexe

La majorité de nos participants était âgé de 10 ans et plus. La moyenne d'âge était de $11,83 \pm 4,06$ ans, avec des extrêmes de 4 et 19 ans. La tranche d'âge la plus représentée était cette de 10 à 15 ans (**Figure 45**).

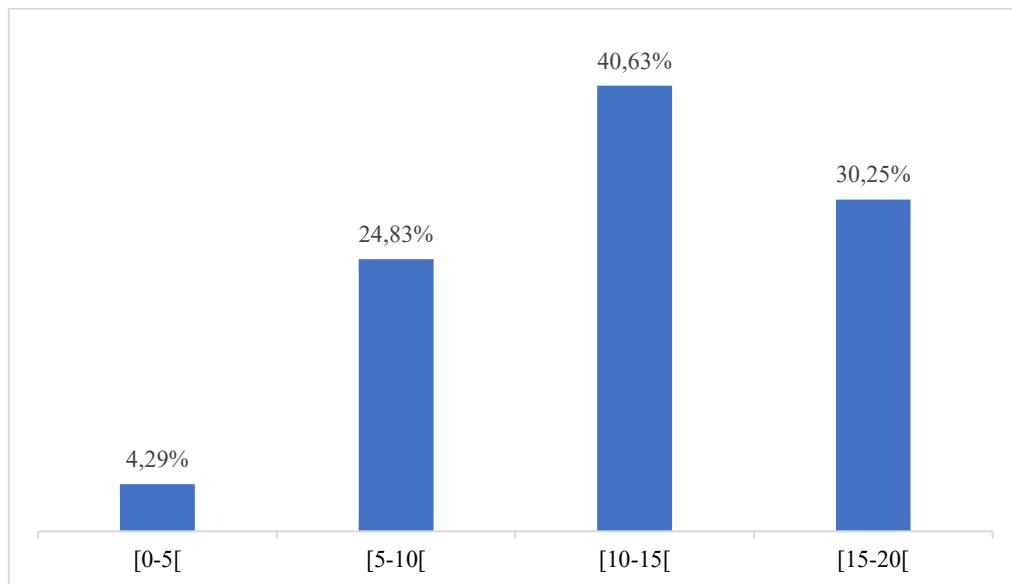


Figure 23 : répartition de la population selon la tranche d'âge

Le sexe féminin était le plus représenté avec 67,72% ($n=300$) soit un ratio de 0,47 (**Figure 46**).

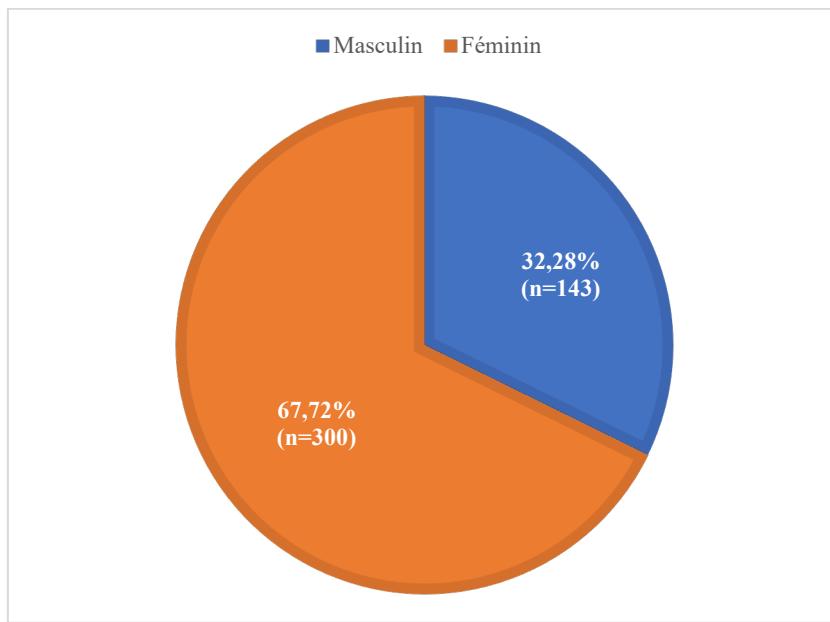


Figure 24 : répartition de la population en fonction du sexe

➤ Niveau d'étude

Les plus nombreux étaient scolarisés (95,3% ; n=422) et le niveau d'étude le plus représenté était celui du secondaire avec 56% (n=248) au **Tableau IV**.

Tableau IV : répartition de la population en fonction du niveau d'étude

Variables	Modalités	Effectif	Pourcentage (%)
Niveau d'étude	Aucun	21	4,7
	Maternel	19	4,3
	Primaire	135	30,5
	Secondaire	248	56
	Supérieur	20	4,5
Total		443	100

➤ Région d'origine

Toutes les dix régions du Cameroun étaient représentées. Les ressortissants du Littoral étaient majoritaires avec 32,28% (n=143) (**Figure 47**).

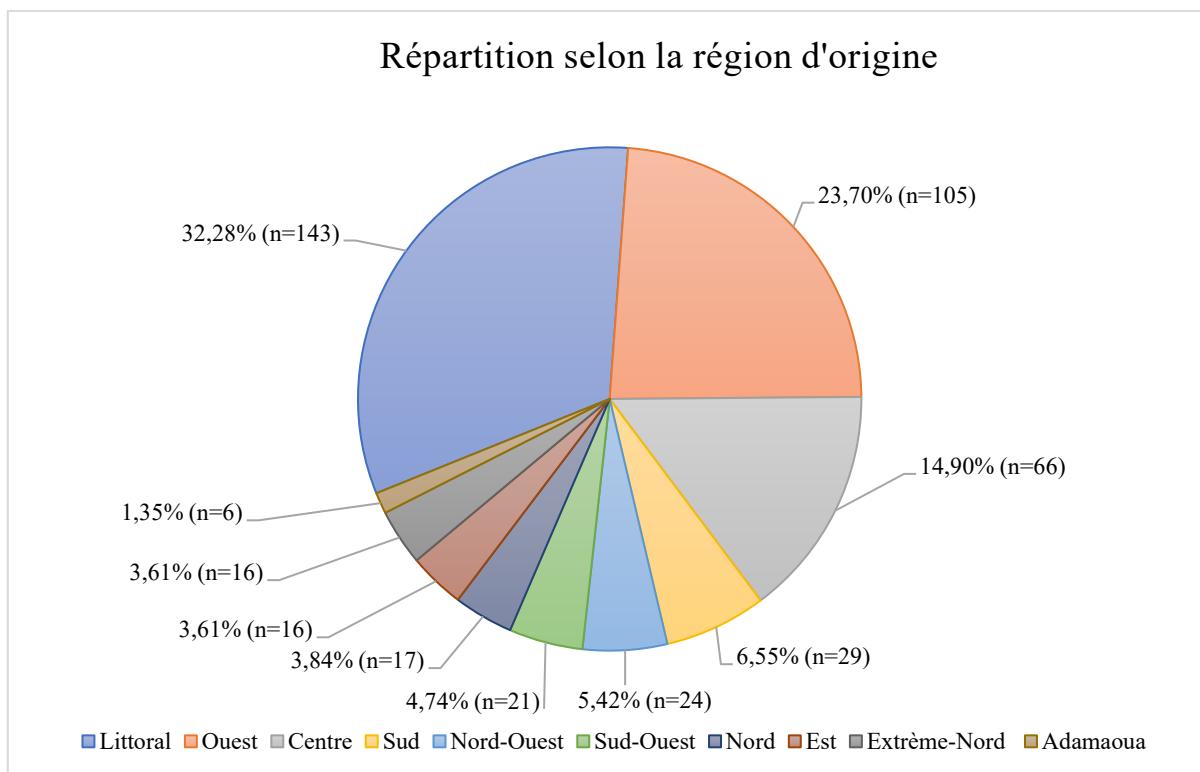


Figure 25 : répartition de la population en fonction de la région d'origine

IV.2. CARACTERISTIQUES CLINIQUES

➤ Antécédents médicaux et ophtalmologiques

La fréquence d'enfants qui avaient un parent qui présentait ou avait présenté un glaucome étaient de 4,97% (n=22). La correction optique était portée chez 21,89% (n=93) d'enfants.

➤ Paramètres cliniques ophtalmologiques

Ces paramètres ont été obtenus chez 443 enfants, pour 886 yeux.

✓ L'examen clinique ophtalmologique

Aucune pathologie oculaire associée n'a été retrouvée et le fond d'œil était normal pour l'ensemble de nos participants.

La pression intraoculaire moyenne mesurée à droite était de $16,7 \pm 2,1$ mmHg et à gauche de $16,6 \pm 2,0$ mmHg, avec des extrêmes de 11,5 et 23 mmHg. Une pression intraoculaire normale était retrouvée dans 98,65% (n=874) des yeux, tandis qu'une hypertonie oculaire était observée dans 1,35 % des yeux (Tableau VI).

Tableau V : données sur la PIO

Variables	Tranches	Œil droit		Œil gauche	
		Effectif	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)
PIO (en mmHg)	Normal	435	98,2	439	99,1
	Hypertone	8	1,8	4	0,9

✓ L'examen paraclinique ophtalmologique

La kératométrie moyenne mesurée à droite était de $43,16 \pm 1,1$ D et à gauche de $43,22 \pm 1,08$ D. Une valeur normale était retrouvée dans 89,9 % des yeux tandis qu'une valeur faible était retrouvée dans 10,2 % des yeux. Concernant la courbure cornéenne, la moyenne était de $7,72 \pm 0,19$ mm et $7,71 \pm 0,19$ mm respectivement pour l'œil droit et l'œil gauche, avec des extrêmes de 7,26 et 8,24 mm. Une cornée normale courbée était retrouvée dans 93 % des yeux tandis qu'une cornée peu courbée était retrouvée dans 7 % des yeux (Tableau VII).

Tableau VI : données sur les examens ophtalmologiques

Variables	Tranches	Œil droit		Œil gauche	
		Effectif	Pourcentage (%)	Effectif	Pourcentage (%)
Kératométrie	Faible	48	10,84	42	9,48
	Normal	395	89,16	401	90,52

Caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope de 3 à 19 ans à l'Hôpital Militaire de Région N°2

	Forte	0	0	0	0
Courbure	Très courbé	0	0	0	0
	Normal	407	91,87	415	93,68
	Peu courbé	36	8,13	28	6,32

IV.3. CARACTERISTIQUES TOMOGRAPHIQUES

IV.3.1. Caractéristiques qualitatives de la cornée

La structure de la cornée était normale chez la totalité des enfants c'est-à-dire, avec des couches bien délimitées, homogènes et sans anomalie visible, suggérant l'absence de dommages, d'inflammation ou de pathologies associées, soit 100%.

IV.3.2. Caractéristiques quantitatives de la cornée

➤ Pachymétrie Centrale

L'épaisseur cornéenne centrale moyenne était de $531,38 \pm 33,20 \mu\text{m}$ avec des extrêmes allant de 465 à 613 μm . La moyenne par œil était de $532 \pm 34 \mu\text{m}$ et de $531 \pm 33 \mu\text{m}$ respectivement pour l'œil droit et pour l'œil gauche. La majorité des yeux des enfants soit 56,32%, avait une épaisseur cornéenne moyenne, tandis que 2,71% avaient une épaisseur cornéenne très épaisse (**Figure 48**).

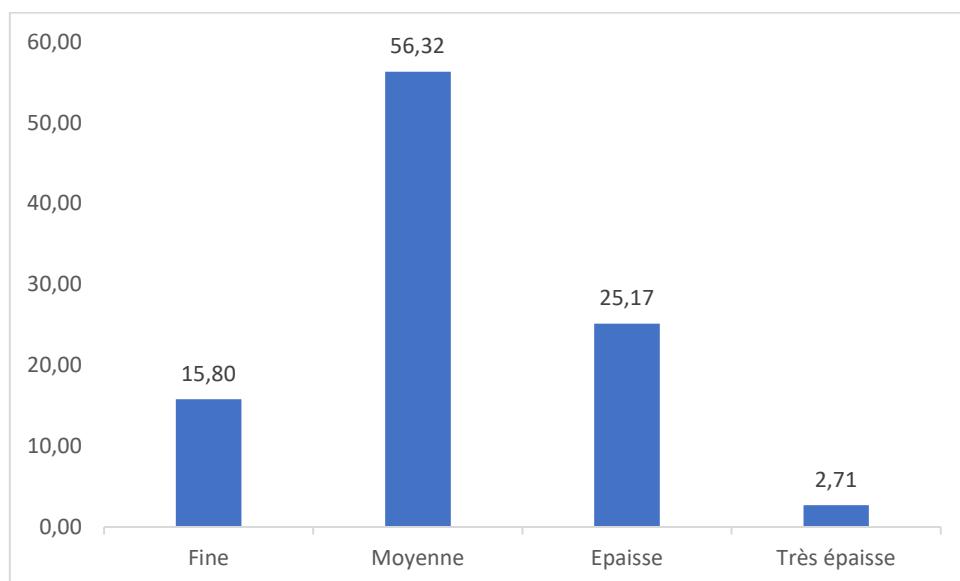


Figure 26 : distribution de l'épaisseur cornéenne centrale

➤ Pachymétrie périphérique

La moyenne d'épaisseur périphérique pour l'ensemble des valeurs mesurées à l'œil droit était de $561,44 \pm 42,49 \mu\text{m}$, $559,00 \pm 42,49 \mu\text{m}$, $544,21 \pm 42,99 \mu\text{m}$ et $549,37 \pm 52,43 \mu\text{m}$ respectivement pour la portion nasale, supérieure, temporale et inférieure. A l'œil gauche ces

moyennes étaient de $562,56 \pm 43,53 \mu\text{m}$, $561,23 \pm 43,53 \mu\text{m}$, $542,91 \pm 44,06 \mu\text{m}$ et $548,77 \pm 44,68 \mu\text{m}$ respectivement.

Les moyennes d'épaisseurs périphériques pour l'ensemble des yeux étaient $562,00 \pm 30,70 \mu\text{m}$, $560,12 \pm 27,70 \mu\text{m}$, $543,56 \pm 13,29 \mu\text{m}$ et $549,07 \pm 18,82 \mu\text{m}$ respectivement pour les portions nasale, supérieure, temporale et inférieure. Les épaisseurs les plus basses étaient enregistrées dans les portions temporales et inférieures, tandis que les valeurs les plus élevées étaient enregistrées dans les portions supérieures et nasales. Les moyennes d'épaisseurs périphériques par zones étaient de $533,18 \pm 33,14 \mu\text{m}$, de $550,07 \pm 36,04 \mu\text{m}$ et de $577,75 \pm 44,82 \mu\text{m}$ respectivement pour la zone 1, zone 2 et la zone 3. On notait une augmentation d'épaisseur du centre (zone 1) vers la périphérie (zone 3) telle que représentée dans le **Tableau VIII** ci-après.

Tableau VII : distribution des moyennes des épaisseurs cornéennes périphériques (nasale, supérieur, temporal et inférieur) aux différentes zones 1, 2 et 3.

		Nasal	Supérieur	Temporal	Inférieur
Œil droit	Zone 1	533,79 μm	533,78 μm	533,66 μm	533,79 μm
	Zone 2	557,74 μm	557,69 μm	539,50 μm	544,10 μm
	Zone 3	592,78 μm	585,53 μm	559,47 μm	570,22 μm
Œil gauche	Zone 1	532,63 μm	532,63 μm	532,62 μm	532,57 μm
	Zone 2	559,22 μm	559,49 μm	538,54 μm	544,25 μm
	Zone 3	595,84 μm	591,57 μm	557,57 μm	569,49 μm

➤ Epaisseur de l'épithélium cornéen

Les épaisseurs moyennes centrales de l'épithélium cornéen étaient de $48,09 \pm 3,69 \mu\text{m}$ et $48,15 \pm 4,88 \mu\text{m}$ respectivement pour la droite et la gauche. La moyenne globale de l'ensemble des mesures était de $48,12 \pm 4,32 \mu\text{m}$. On notait une diminution d'épaisseur moyenne du centre (zone 1) vers la périphérie (zone 4), avec $48,12 \pm 4,32 \mu\text{m}$ en zone 1, $46,05 \pm 2,0 \mu\text{m}$ en zone 2, $44,12 \pm 2,4 \mu\text{m}$ en zone 3 et $43,85 \pm 2,1 \mu\text{m}$ en zone 4 (**Figure 49**).

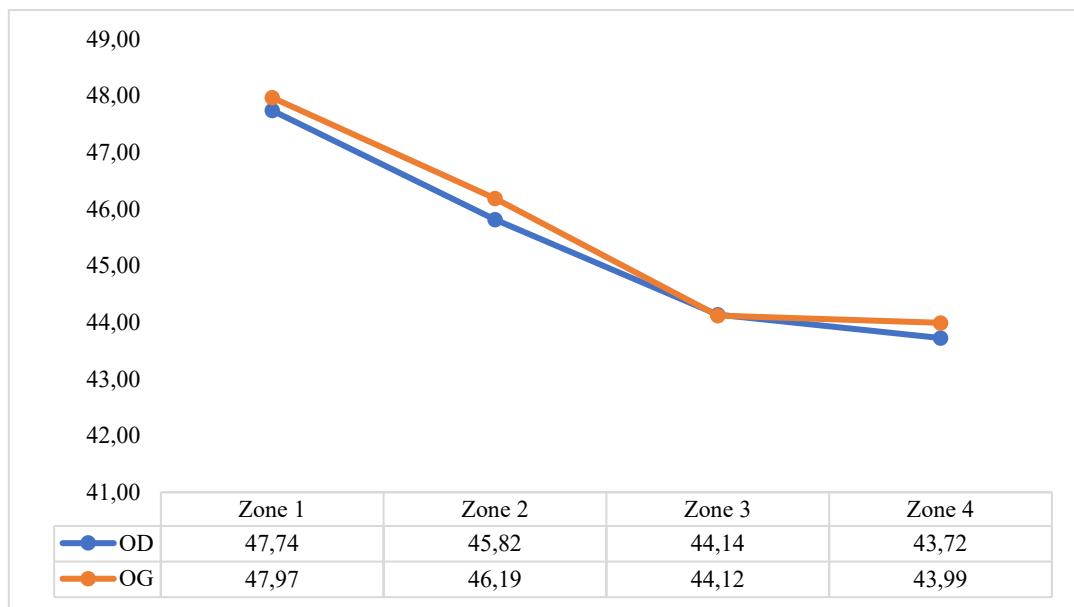


Figure 27 : distribution des moyennes de l'épaisseur de l'épithélium cornéen.

IV.4. ETUDE DES CORRELATIONS

➤ ECC et latéralité

L'épaisseur cornéenne centrale moyenne était de $532,23 \pm 34,16 \mu\text{m}$ dans l'œil droit (IC à 95 % 524,55–539,51), de $530,54 \pm 33,08 \mu\text{m}$ dans l'œil gauche (IC à 95 % 522,59–537,58), et de $531,38 \pm 33,20 \mu\text{m}$ dans les deux yeux (IC à 95 % 525,81–536,31) (Tableau IX) avec une différence statistiquement significative entre les deux yeux ($p < 0,001$).

Tableau VIII : moyenne de l'épaisseur cornéenne centrale

ECC	Moyenne ± ET	Minimum	Maximum	Valeur p
OD (μm)	$532,23 \pm 34,16$	465	613	< 0,001
OG (μm)	$530,34 \pm 33,08$	467	610	

➤ ECC et les données sociodémographiques

- Age

En ce qui concerne l'âge, l'épaisseur cornéenne centrale dans la tranche d'âge de [0-5[ans était de $526,6 \pm 37,15 \mu\text{m}$ dans les deux yeux (IC à 95 % 503,01–550,21). Il y avait une différence statistiquement significative entre la tranche d'âge de [0-5[ans et la tranche d'âge de [10-15[ans ($p = 0,003$).

L'épaisseur cornéenne centrale moyenne était plus élevée dans la tranche d'âge de [10-15[ans avec $532,1 \pm 38,23 \mu\text{m}$ dans les deux yeux (IC à 95 % 537,45–560,16) ; cependant, il n'y avait pas de différence statistiquement significative dans les autres tranches d'âge ($p > 0,05$).

Dans la tranche de [5-10[ans, l'épaisseur cornéenne centrale était de $531,2 \pm 38,22 \mu\text{m}$ dans les deux yeux (IC à 95 % 524,59–545,06) et, dans la tranche de [15-20[ans, l'épaisseur cornéenne centrale était de $530,95 \pm 37,45 \mu\text{m}$ dans les deux yeux (IC à 95 % 525,67–541,34) (Tableau X).

- Sexe

L'épaisseur cornéenne centrale moyenne était de $530,11 \pm 32,75 \mu\text{m}$ chez les garçons (IC à 95 % 529,56–522,15) et de $531,79 \pm 33,44 \mu\text{m}$ chez les filles (IC à 95 % 529,40–542,91), avec une différence statistiquement significative entre les sexes ($p < 0,001$).

Tableau IX : tableau croisé entre l'ECC, l'âge et le sexe

Variables	Modalités	ECC				Valeur p
		Mince	Normale	Epaisse	Très épaisse	
		n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	
Age	[0-5[0(0)	19(4,29)	0(0)	0(0)	0,032
	[5-10[9(2,03)	78(17,61)	17(3,84)	6(1,35)	
	[10-15[34(7,67)	81(18,28)	61(13,77)	4(0,90)	
	[15-20[27(6,09)	71(16,03)	34(7,67)	2(0,45)	
Sexe	Masculin	20 (4,51)	96(21,67)	19(4,29)	8(1,81)	0,001
	Féminin	50(11,29)	154(34,76)	92(20,77)	4(0,90)	

➤ ECC, les paramètres cliniques et paracliniques

- PIO

Nos résultats montraient que les enfants ayant une PIO normale sont plus susceptibles d'avoir une ECC normale (55,87%) que les autres catégories d'ECC. Seuls 1,81% des patients avec une PIO normale ont une ECC très épaisse. En revanche, les patients ayant une PIO hypertone sont plus susceptibles d'avoir une ECC épaisse (90%) que les autres catégories d'ECC. Il existait une association significative entre l'ECC et la PIO ($p = 0,001$) (Tableau XI)

Tableau X : tableau croisé entre l'ECC et la PIO

Variables	Modalités	ECC				Valeur p
		Mince	Normal	Epais	Très epais	
		n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	
PIO	Normal	140(15,80)	495(55,87)	215(24,27)	16(1,81)	0,001
	Hypertone	0(0)	4(0,45)	8(0,90)	8(0,90)	

La distribution entre l'ECC et la PIO suivait une régression linéaire simple. Une augmentation de la pression intraoculaire de 1 mmHg entraînera une augmentation l'ECC en multipliant la pression intraoculaire par un coefficient et en ajoutant une constante. (Figure 50).

Il existait une relation statistiquement significative linéaire entre la PIO et l'ECC ($r=+0,187$; $p = 0,001$).

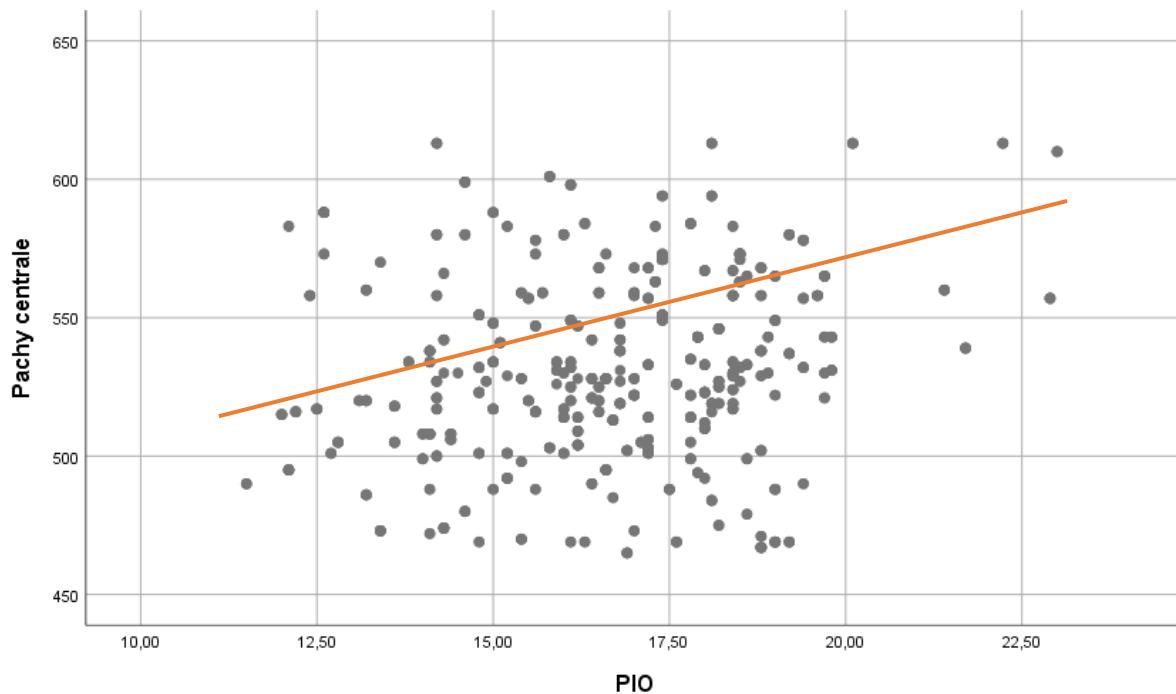


Figure 28 : l'ECC en fonction de la PIO

- Kératométrie et rayon de courbure

En ce qui concerne la kératométrie, il n'y avait pas de relation statistiquement significative avec l'ECC ($r=+0,119$; $p =0,114$) (Tableau XII). Pour ce qui est du rayon de courbure, l'analyse de régression linéaire a montré que l'ECC était négativement corrélée au rayon de courbure cornéen ($r=-0,074$; $p=0,004$).

Tableau XI : tableau croisé entre l'ECC, la kératométrie et le rayon de courbure cornéen

		ECC				Valeur p
Variables	Modalités	Mince	Normale	Epaisse	Très épaisse	
		n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	
Kératométrie	Faible	8(0,90)	67(7,56)	13(1,47)	0(0)	0,114
	Normale	132(14,90)	432(48,76)	205(23,14)	24(2,71)	
	Forte	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	
Rayon	Très courbé	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0,004
	Normal	132(14,90)	458(51,68)	212(23,93)	24(2,71)	
	Peu courbé	8(0,90)	43(4,85)	9(1,02)	0(0)	

CHAPITRE V : DISCUSSION

V.1. LIMITES DE L'ETUDE

La mise en œuvre de l'étude a révélé des limites suivantes :

- La monocentricité de l'étude a réduit le nombre d'enfants.
- La difficulté à installer les moins de 5 ans sur la machine et l'absence d'une machine d'OCT portative a justifié le refus de certains parents à consentir de participer à l'étude ;

V.2. CARACTÉRISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES

V.2.1. Taille de l'échantillon

Notre étude a été réalisée chez 443 enfants camerounais emmétropes (soit 886 yeux), ce résultat se rapproche de celui de Wei et *al* en 2014 en Chine avec 491 enfants pour 982 yeux [5], et diffère de celui de Omgbwa et *al* en 2010 à Yaoundé sur 102 enfants soit 204 yeux [9]. La différence de méthodologie employée par chaque auteur pourrait justifier ces résultats.

V.2.2. Caractéristiques sociodémographiques

➤ Age

L'âge de nos patients variait de 4 à 19 ans. La moyenne d'âge était de $11,83 \pm 4,06$ ans. La tranche d'âge de [10 à 15]ans était la plus représentée avec 40,63 % (n=180), suivie par la tranche de [15 à 20]ans avec 30,24 % (n=134). Nos résultats se rapprochent de ceux de Wei et *al*, et de Lim et *al* qui avaient étudié une population avec un âge qui variait respectivement de 7 à 18 ans et de 4 à 18 ans, avec des moyennes d'âge de $12,94 \pm 2,92$ ans et $13,97 \pm 0,89$ ans [5, 36]. Les difficultés de réalisation des examens chez les moins de 5 ans expliqueraient le choix des extrémités d'âge de certains auteurs. Le très jeune âge serait donc un facteur limitant la réalisation de cet examen.

➤ Sexe

Dans notre étude, les filles prédominaient avec 67,72% (n=300) contre 32,28% (n=143) garçons, soit un sex-ratio de 0,47. Ce ratio est similaire à celui d'Ouazzazi et *al* qui retrouvaient 0,48 [7] et de Omgbwa et *al* qui retrouvaient 0,56 [9] mais est deux fois inférieur à celui retrouvé par Wei et *al* et Ayena et *al* qui retrouvaient respectivement 0,84 et 1,02 [5, 37]. Ces résultats sont justifiés par la prédominance du genre féminin dans la population mondiale.

➤ Niveau d'études

Le niveau d'étude le plus retrouvé était le niveau secondaire (56%), suivi du niveau primaire (30,5%). Les limites d'âge retenues pour cette étude justifiaient ces niveaux d'étude.

➤ **Région d'origine**

La région la plus représentée chez nos patients était celle du Littoral (32,28%), suivie de la région de l'Ouest (23,7%). Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que l'étude s'est déroulée dans la région de Littoral et sa proximité avec celle de l'Ouest qui comporte une population dense.

V.3. CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES

V.3.1. Pression intraoculaire

Les valeurs moyennes de la PIO dans notre étude était de $16,6 \pm 2,06$ mmHg avec les extrêmes étaient de 11,5 et 23 mmHg. Elle était de $16,56 \pm 2,04$ mmHg chez les filles et de $16,85 \pm 2,14$ mmHg chez les garçons. Nos valeurs se rapprochent de celles de Rafiou et *al* qui avaient une moyenne de $16,01 \pm 4,65$ mmHg [38].

V.4. CARACTÉRISTIQUES TOMOGRAPHIQUES

V.4.1. Caractéristiques qualitatives de la cornée

Les malformations telles que la dystrophie, la microcornée, la mégalocornée, la cornée plane et le kératocône décrites dans la littérature [27–29, 31, 32] n'avaient pas été identifiés dans cette étude. La rareté de ces entités dans le monde pourrait expliquer ce résultat [41].

V.4.2. Caractéristiques quantitatives de la cornée

➤ Pachymétrie centrale

L'épaisseur cornéenne centrale moyenne pour l'ensemble des mesures était de $531,38 \pm 33,20$ µm avec des extrêmes allant de 465 à 613 µm. La tranche d'épaisseur de [500 à 525 µm] avec 30,25% ($n=134$) était la plus représentée. Une ECC moyenne de $530,2 \pm 32,75$ µm était retrouvée chez les garçons tandis que $531,79 \pm 33,43$ µm était retrouvée chez les filles. Nos résultats sont inférieurs à ceux de Wei et *al* et de Loureiro et *al* qui retrouvaient $554,19 \pm 35,46$ µm et $542,9 \pm 25,9$ µm chez les enfants asiatiques et caucasiens [5, 42]. En fonction du genre, Wei et *al* retrouvaient $556,82 \pm 35,23$ µm chez les garçons et $552,00 \pm 35,56$ µm chez les filles [5].

➤ Pachymétrie périphérique

Les moyennes d'épaisseurs périphériques par quadrant étaient de $562,00 \pm 30,70$ µm, $560,12 \pm 27,70$ µm, $549,07 \pm 18,82$ µm et $543,56 \pm 13,29$ µm respectivement pour le quadrant nasal, supérieur, inférieur et temporal. Celles par zones étaient de $533,18 \pm 33,14$ µm, de $550,07 \pm 36,04$ µm et de $577,75 \pm 44,82$ µm respectivement pour la zone 1, zone 2 et la zone 3. Nos résultats sont inférieurs à ceux de Loureiro et *al* qui retrouvaient $542,9 \pm 25,9$ µm en zone 1, $558,1 \pm 26,7$ µm en zone 2 et $583,4 \pm 25,9$ µm en zone 3 [42]. Il en est de même pour les épaisseurs périphériques plus basses enregistrées dans les quadrants temporal et inférieur, et les valeurs les plus élevées enregistrées dans ceux supérieur et nasal [42].

➤ **Epaisseur de l'épithélium cornéen**

En moyenne, l'épaisseur totale mesurée était de $48,12 \pm 4,32 \mu\text{m}$. Pour chaque œil, l'épaisseur moyenne était de $48,09 \pm 3,69 \mu\text{m}$ pour l'œil droit et de $48,15 \pm 4,88 \mu\text{m}$ pour l'œil gauche. Nous avons observé une diminution progressive de l'épaisseur en allant du centre (zone 1) vers la périphérie (zone 4), avec des mesures de $47,85 \pm 3,5 \mu\text{m}$ en zone 1, $46,05 \pm 2,0 \mu\text{m}$ en zone 2, $44,12 \pm 2,4 \mu\text{m}$ en zone 3 et $43,85 \pm 2,1 \mu\text{m}$ en zone 4.

Nos résultats montraient que l'épaisseur de l'épithélium cornéen était plus fine que celle rapportée par Qian et *al*, qui avaient trouvé une épaisseur moyenne de $52,8 \pm 2,0 \mu\text{m}$ chez une population chinoise [6]. En revanche, Loureiro et *al* avaient observé une épaisseur de l'épithélium cornéen plus mince chez des enfants portugais par rapport à notre étude, mesurant $46,8 \pm 2,8 \mu\text{m}$. Ils avaient également noté une diminution progressive de l'épaisseur de la zone centrale (zone 1) à la zone périphérique (zone 4), avec des mesures de $46,8 \pm 2,8 \mu\text{m}$ en zone 1, $45,8 \pm 2,7 \mu\text{m}$ en zone 2, $44,6 \pm 2,1 \mu\text{m}$ en zone 3, et $43,8 \pm 2,2 \mu\text{m}$ en zone 4 [40].

IV.5. ETUDE DES CORRELATIONS

➤ ECC et latéralité

Nous avons observé une différence statistiquement significative dans l'épaisseur centrale de la cornée (ECC) entre l'œil droit et l'œil gauche, avec une différence de 1,69 µm. Cependant, en termes de pratique clinique, cette différence pourrait être considérée comme négligeable, étant donné que le fabricant de l'appareil indique une précision de mesure de ± 5 µm pour une plage de mesure de 125 à 1300 µm. Il est possible que cette différence serait liée à la machine.

➤ ECC et l'âge

Une étude menée sur des enfants de 5 à 16 ans par Omgbwa et *al* [9] a montré que l'épaisseur de la cornée centrale (ECC) était plus élevée chez ceux âgés de 8 à 10 ans. Cependant, dans notre étude, les enfants âgés de 10 à 15 ans présentaient une ECC plus haute que les autres groupes d'âge. Les résultats suggèrent qu'il n'y a pas de lien significatif entre l'ECC et l'âge, ce qui rejoint l'étude Omgbwa et *al* et de Hussein et *al* [41]. Il est possible que l'ECC reste stable chez les enfants de plus de trois ans tout au long de leur vie, grâce à des mécanismes régulateurs impliquant l'hydratation, l'évaporation et la transparence de la cornée. Cette stabilité pourrait perdurer pendant l'enfance et même à l'âge adulte, avant que d'autres facteurs ne contribuent à une diminution de l'ECC plus tard dans la vie, en accord avec des études précédentes montrant une réduction de l'ECC avec l'âge [42].

➤ ECC et les paramètres cliniques

Dans notre étude, il existait une relation statistiquement significative entre la PIO et l'ECC ($p < 0,005$), mise en évidence par régression linéaire. C'est-à-dire, pour toute augmentation de la PIO de 1mmHg, l'ECC augmentera de la valeur de la PIO fois le coefficient plus la constante. Nos résultats corroborent ceux de Wei et *al* qui retrouvaient une élévation de l'ECC pour toute élévation de PIO [5]. De même, Loureiro et *al*, retrouvaient une relation statistiquement significative entre la kératométrie et l'ECC ($p < 0,002$).

➤ ECC et les paramètres paracliniques

Dans notre étude, il n'y avait pas de relation statistiquement significative entre l'ECC et la kératométrie ($r=+0,119$; $p =0,114$). Nos résultats corroborent ceux de Ouazzazi et *al* qui retrouvaient une valeur $p=0,337$ [7].

CONCLUSION

Au terme de notre étude dont l'objectif général était de déterminer les caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope à l'Hôpital Militaire de Région N°2, il en ressort que :

- La tranche d'âge la plus représentée était celle après 10 ans, le sexe féminin prédominait avec un ratio de 2 filles pour 1 garçon.
- La pression intraoculaire moyenne restait inférieure à 21mmHg.
- Les épaisseurs cornéennes centrale, périphériques et celle de l'épithélium cornéen chez les enfants restaient dans les limites de la normale, bien qu'inférieures à celles des enfants caucasiens et asiatiques.
- Il existait une différence statistiquement significative entre les deux yeux relatifs par la précision de la machine. Une association significative positive a été retrouvée entre l'épaisseur cornéenne centrale et la pression intraoculaire ($r=+0,187$; $p=0,001$). Elle était significative négative entre l'épaisseur centrale de la cornée et le rayon de courbure cornéenne ($r= -0,074$; $p=0,004$).

RECOMMANDATIONS

A la lumière des résultats de notre étude et des commentaires qui s'en sont dégagés, nous pouvons humblement formuler les recommandations suivantes :

➤ **Aux ophtalmologistes**

- Etendre les recherches sur toute l'étendue du territoire, afin d'obtenir une base de données normatives nationale et par région.

➤ **À la communauté scientifique**

- Approfondir la compréhension des caractéristiques cornéennes chez les enfants emmétropes mélanodermes et même chez les amétropes.

➤ **Au Ministère de la Santé Publique**

- Sensibiliser sur l'importance de la santé oculaire des enfants et soutenir les initiatives visant à améliorer l'accès aux soins ophtalmologiques pédiatriques.
- Renforcer les programmes de dépistage précoce des anomalies cornéennes chez les enfants pour une intervention précoce et efficace.

REFERENCES

- [1] Delmonte D, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 588–598.
- [2] Allouch-Nahmias C, Goldschmit P, Borderie V, et al. Anatomie de la cornée. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris)*, Ophtalmologie, 21-003-A-10; 2011.
- [3] Teberik K, Eski M, Ankarali H. Comparison of central corneal thickness and intraocular pressure measured with two different tono/pachymeter devices in non-glaucomatous children. *Eur J Ophthalmol*, 2021; 31: 3010–3017.
- [4] Grieve K, Paques M. L'OCT en ophtalmologie. *Photoniques* 2019; 95: 19–23.
- [5] Wei W, Fan Z, Wang L, et al. Correlation analysis between central corneal thickness and intraocular pressure in juveniles in Northern China: the Jinan city eye study. *PloS One*, 2014; 9: 12-19.
- [6] Qian Y, Xue F, Huang J, et al. Pachymetry Map of Corneal Epithelium in Children Wearing Orthokeratology Contact Lenses. *Curr Eye Res* 2014; 39: 263–270.
- [7] Ouffoue Y, Boni S, Edee K, et al. Etude comparative de la pachymétrie cornéenne centrale chez les sujets normaux, hypertones et glaucomateux : à propos de 273 cas recensés à Abidjan. *Rev SOAO* 2016; 01: 20–24.
- [8] Ouazzani T, Lambarki O, Hassimi O, et al. Epaisseur cornéenne centrale dans la population pédiatrique tunisienne par Pentacam: à propos de 431 cas. *J Fr Ophthalmol* 2020; 42: 874–879.
- [9] Eballe AO, Epée E, Koki G, et al. Analysis of central corneal thickness in black Cameroonian children. *Clin Optom* 2010; 2: 113–117.
- [10] Robert P, Robert P-Y, Rocher M. Anatomie et physiologie de l'œil. *Actual Pharm* 2022; 61: 16–20.
- [11] Navarro A. Anatomie et physiologie de l'œil. *Actual Pharm* 2012; 3: 17–48.
- [12] Hwang H, Park S, Kim M. The biomechanical properties of the cornea and anterior segment parameters. *BMC Ophthalmol* 2013; 13: 49-55.
- [13] Zhuang X, Harthan J, Block S, et al. Analysis of corneal tomography in select Black and LatinX children. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc* 2022; 45: 16-24.
- [14] Jonnal R, Kocaoglu O, Zawadzki R, et al. A Review of Adaptive Optics Optical Coherence Tomography: Technical Advances, Scientific Applications, and the Future, Invest. *Ophthalmol* 2016. *Vis. Sci.* 57(9), 22-34.
- [15] Scholtz S, Lee M, Langenbucher A. OCT: La première image 2D d'Adolf Fercher a ouvert la voie à la technique d'imagerie actuelle. *Modern Retina* 2021; 4(2), 31-37
- [16] Podoleanu G. Optical coherence tomography. *Br J Radiol* 2005; 78: 976–988.

- [17] Bouma B, Boer J, Huang D, et al. Optical coherence tomography. *Nat Rev Methods Primer* 2022; 2: 79-94.
- [18] Korobelnik J-F, Weber M. OCT EN OPHTALMOLOGIE. *Eur J Ophthalmol*, 2021; 31: 2310–3317.
- [19] Haouchine B, Gaudric A. Technique et interprétation de l'optical coherence tomography. *EMC - Ophthalmol* 2008; 5: 1–12.
- [20] Elarabi S. En quoi consiste un OCT. *Scribbr*, <https://ophtalmologie-express.fr/en-quoi-consiste-un-oct/> (2021, accessed 11 November 2023).
- [21] Al-Mujaini A, Wali UK, Azeem S. Optical Coherence Tomography: Clinical Applications in Medical Practice. *Oman Med J* 2013; 28: 86–91.
- [22] Chatard H. OCT : indications et limites. *Rev Francoph Orthopt* 2020; 13: 80–82.
- [23] Asrani S, Essaid L, Alder BD, et al. Artifacts in spectral-domain optical coherence tomography measurements in glaucoma. *JAMA Ophthalmol* 2014; 132: 396–402.
- [24] Savini G, Barboni P, Parisi V, et al. The influence of axial length on retinal nerve fibre layer thickness and optic-disc size measurements by spectral-domain OCT. *Br J Ophthalmol* 2012; 96: 57–61.
- [25] Maté S. OCT : le comparatif. *Cahiers Ophthalmol* 2013; 169: 66–70.
- [26] Sellam M. OCT du segment antérieur du sujet sain. *Cahiers Ophthalmol* 2013; 169: 41–43.
- [27] Denis D. Pathologie de la cornée. In: *Examen de l'enfant*. Paris: Elsevier Masson, 2017: 1037-1042
- [28] Black G, Ashworth J, Sergouniotis P (eds). Chapter 9 - Genetic disorders affecting the cornea. In: *Clinical Ophthalmic Genetics and Genomics*. Academic Press, 67–96.
- [29] Agrawal P. The pathology of cornea (a histopathological study). *Indian J Ophthalmol* 1983; 31: 662–665.
- [30] Ghoubay-Benalloua D. Traitement des pathologies cornéennes par thérapie cellulaire et bioingénierie tissulaire [thèse]. [Paris]: Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2017: 32-42
- [31] Bourges J-L. Les dystrophies de cornée. *J Fr Ophthalmol* 2017; 40: 606–621.
- [32] Fournié P, Touboul D, Arné J-L, et al. Kératocône. *J Fr Ophthalmol* 2013; 36: 618–626.
- [33] Baudouin C. Pathologie iatrogène de la conjonctive et de la cornée. *Rev Fr Allergol Immunol Clin* 2002; 42: 79–87.
- [34] Clinch TE, Palmon FE, Robinson MJ, et al. Microbial Keratitis in Children. *Am J Ophthalmol* 1994; 117: 65–71.

- [35] Eballe A, Bella A, Owono D, et al. La pathologie oculaire de l'enfant âgé de six à 15 ans: Étude hospitalière à Yaoundé. *Cah Sante* 2009; 19: 61–66.
- [36] Lim L, Gazzard G, Chan Y-H, et al. Cornea Biomechanical Characteristics and Their Correlates with Refractive Error in Singaporean Children. *Investig Ophthalmology Vis Sci* 2008; 49: 38-52.
- [37] Ayena DK, Banla M, Balo KP. Distribution de l'épaisseur cornéenne centrale dans une population mélanoderme. *J Fr Ophthalmol* 2013; 36: 112–116.
- [38] Rafiou L, Ayena K, Epée E, et al. Etude de la distribution de l'épaisseur centrale de la cornée chez les patients Béninois. *Health Sci Dis* 2015; 16(2).
- [39] Klintworth G. Dystrophie cornéenne. *Orphanet J Rare Dis* 2009; 4 (7) <https://doi.org/10.1186/1750-1172-4-7>
- [40] Loureiro T de O, Rodrigues-Barros S, Lopes D, et al. Corneal Epithelial Thickness Profile in Healthy Portuguese Children by High-Definition Optical Coherence Tomography. *Clin Ophthalmol* 2010; 4: 710-716.
- [41] Hussein MAW, Paysse EA, Bell NP, et al. Corneal thickness in children. *Am J Ophthalmol.* 2004; 138 : 744–748.
- [42] Ehlers N, Sorensen T, Bramsen T, Poulsen EH. Central corneal thickness in newborns and children. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1976; 54 : 285–290.
- [43] Barjol A. La réfraction chez l'enfant. *Cahiers Ophthalmol* 2013; 167: 30-33.

ICONOGRAPHIE

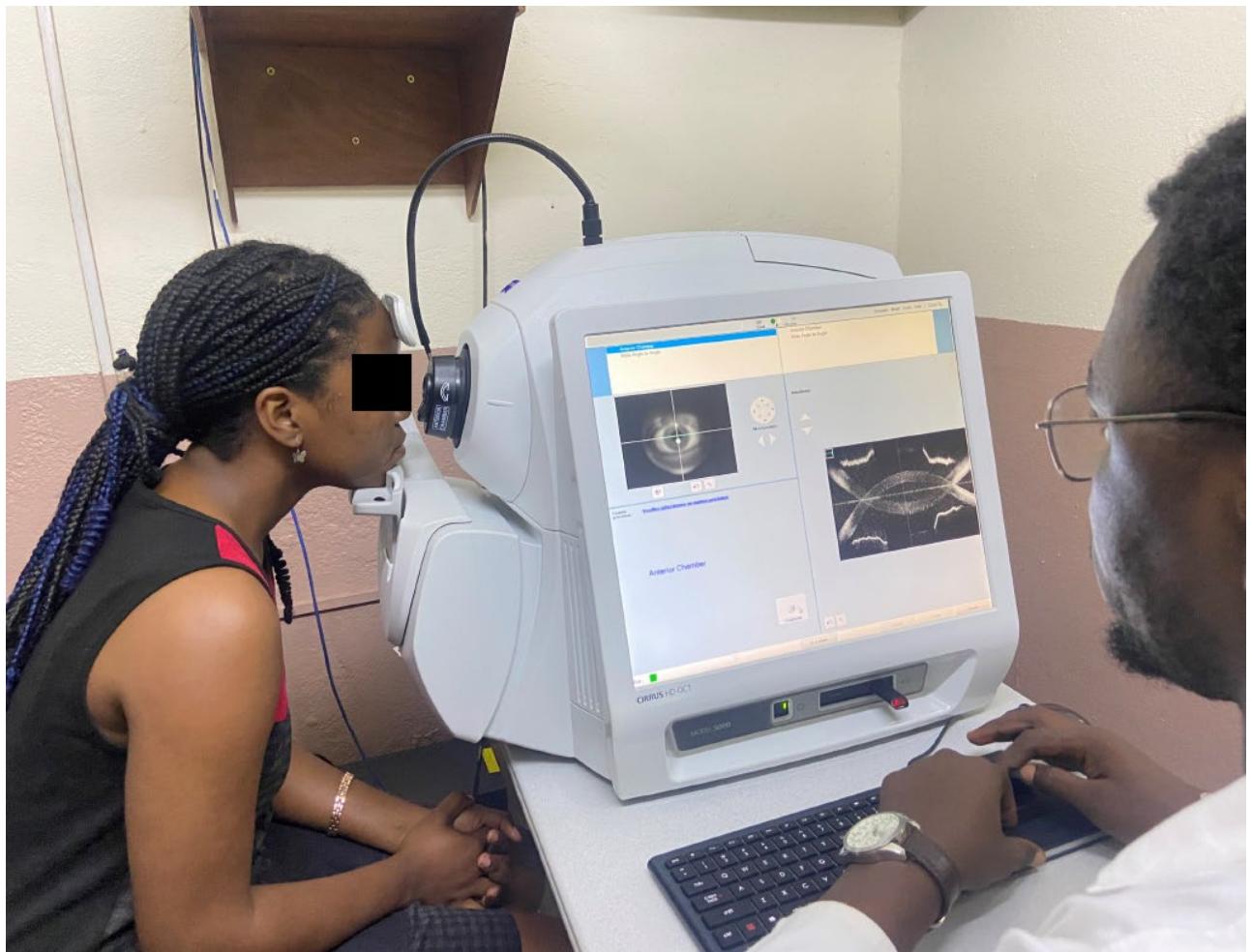


Figure 29 : image montrant la réalisation d'un OCT-SA (anterion chamber) de l'œil droit chez une patiente de 18 ans.

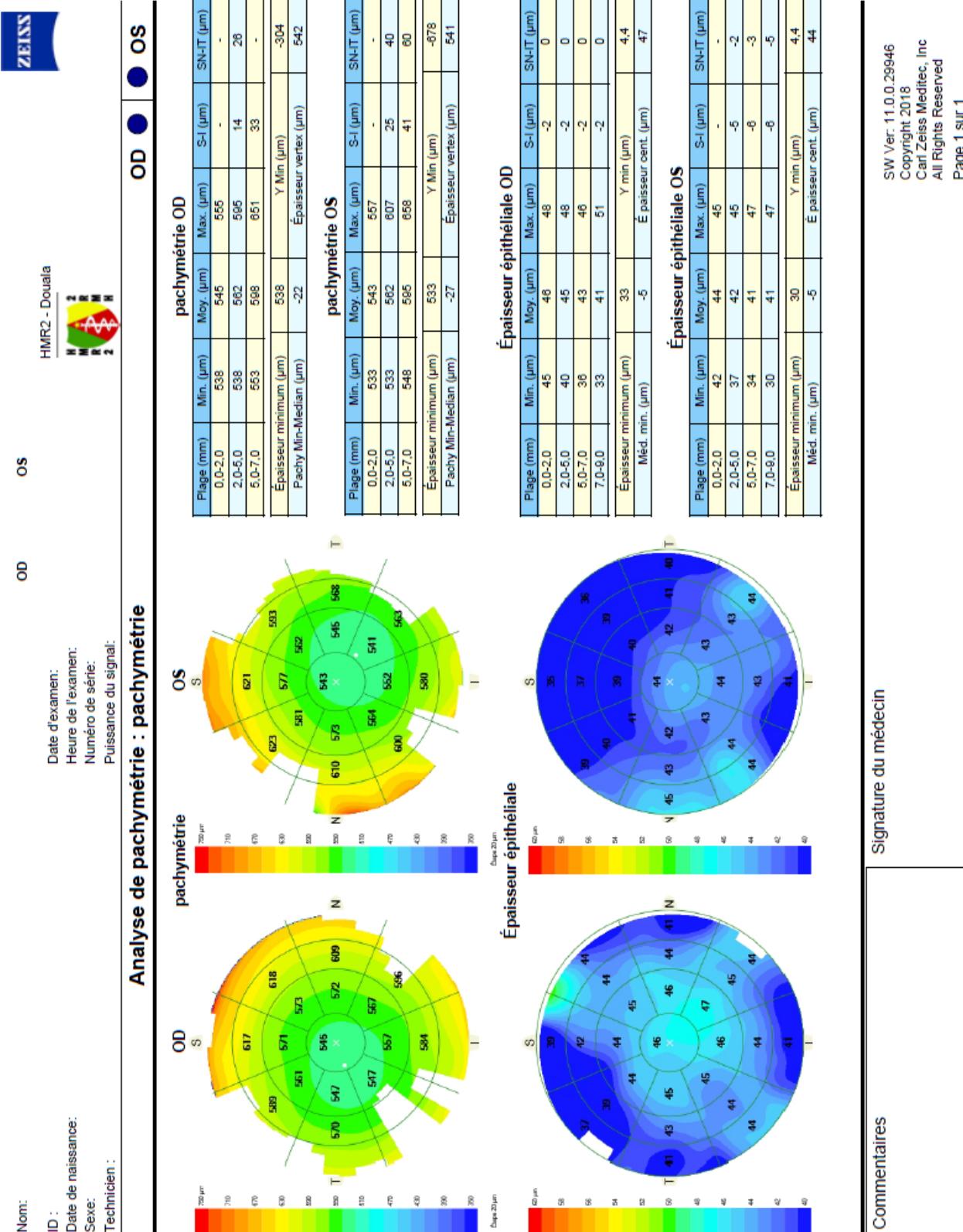


Figure 30 : image d'une carte de pachymétrie par OCT (Pachymétrie) aux deux yeux chez un enfant de 10 ans avec ECC de 542 et 541 μm respectivement pour l'œil droit et l'œil gauche.

Nom:

OD

ID :

Date d'examen:

Date de
naissance:

Heure de l'examen:

Sexe:

Numéro de série:

Technicien :

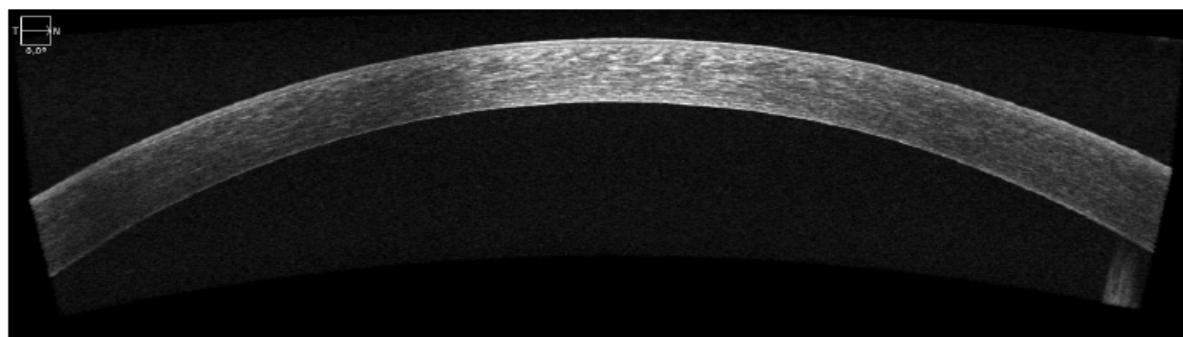
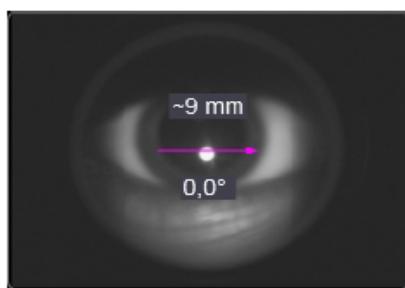
Puissance du signal:

HMR2 - Douala



Analyse cornée HD : Cornée HD

OD OS



Commentaires

Signature du médecin

SW Ver: 11.0.0.29946
Copyright 2018
Carl Zeiss Meditec, Inc
All Rights Reserved
Page 1 sur 1

Figure 31 : image en coupe de la cornée centrale par OCT (HD Cornée) chez un enfant de 8 ans.

Nom: **OD**
ID :
Date de naissance:
Sexe:
Technicien : Operator, Cirrus

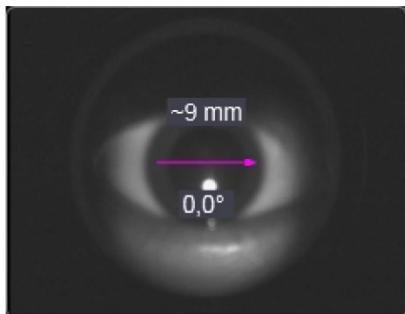
Date d'examen:
Heure de l'examen:
Numéro de série: 5000-20222
Puissance du signal: 0

HMR2 - Douala

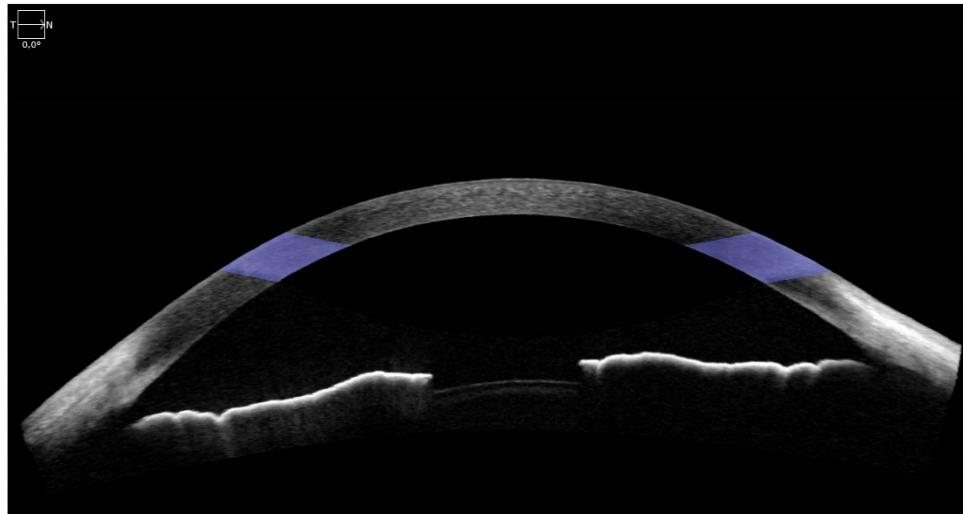
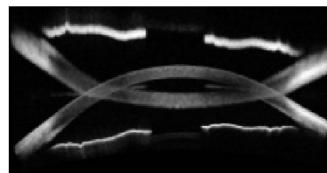


Analyse chambre antérieure : chambre antérieure

OD **OS**



Chambre de mesure	Valeur



Commentaires

Signature du médecin

SW Ver: 11.0.0.29946
Copyright 2018
Carl Zeiss Meditec, Inc
All Rights Reserved
Page 1 sur 1

Figure 32 : image en coupe du segment antérieur de l'œil, montrant la cornée, l'iris et de l'AIC par OCT-SA (Anterior chamber) chez un enfant de 15 ans.

ANNEXES

Annexe 1 : CLAIRANCE ETHIQUE CIER/FMSB

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DES SCIENCES BIOMÉDICALES
COMITÉ INSTITUTIONNEL D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE
Tel/ fax : 22 31-05-86 22 311224
Email: decanatfmsb@hotmail.com



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I
FACULTY OF MEDICINE AND BIOMEDICAL SCIENCES
INSTITUTIONAL ETHICAL REVIEW BOARD

Ref. : N° Ob446 /UY1/FMSB/VDRC/DASR/CSP

CLAIRANCE ÉTHIQUE

10 JUIN 2024

Le COMITÉ INSTITUTIONNEL D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE (CIER) de la FMSB a examiné

La demande de la clairance éthique soumise par :

M.Mme : GASSINA TOKODI LAURENT

Matricule: 15M019

Travaillant sous la direction de :

- ♦ Pr KOKI Godefroy
- ♦ Dr MVILONGO TSIMI Caroline

Concernant le projet de recherche intitulé :

Caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope à l'Hôpital Militaire de Région n°2

Les principales observations sont les suivantes

Evaluation scientifique	
Evaluation de la convenance institutionnelle/valeur sociale	
Equilibre des risques et des bénéfices	
Respect du consentement libre et éclairé	
Respect de la vie privée et des renseignements personnels (confidentialité) :	
Respect de la justice dans le choix des sujets	
Respect des personnes vulnérables :	
Réduction des inconvénients/optimalisation des avantages	
Gestion des compensations financières des sujets	
Gestion des conflits d'intérêt impliquant le chercheur	

Pour toutes ces raisons, le CIER émet un avis **favorable** sous réserve des modifications recommandées dans la grille d'évaluation scientifique.

L'équipe de recherche est responsable du respect du protocole approuvé et ne devra pas y apporter d'amendement sans avis favorable du CIER. Elle devra collaborer avec le CIER lorsque nécessaire, pour le suivi de la mise en œuvre dudit protocole. La clairance éthique peut être retirée en cas de non-respect de la réglementation ou des recommandations sus évoquées. En foi de quoi la présente clairance éthique est délivrée pour servir et valoir ce que de droit

LE PRESIDENT DU COMITÉ ETHIQUE



Annexe 2 : CLAIRANCE ETHIQUE CIER/HMR2

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie
PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE
MINISTERE DE LA DEFENSE
DIRECTION DE LA SANTE MILITIAIRE
DEUXIEME REGION DE SANTE MILITIAIRE
HOPITAL MILITAIRE DE REGION N°2



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland
PRESIDENCY OF REPUBLIC
MINISTRY OF DEFENSE
DEPARTMENT OF MILITARY HEALTH
SECOND MILITARY HEALTH REGION
SECOND REGION MILITARY HOSPITAL

COMITÉ D'ÉTHIQUE DE L'HÔPITAL MILITAIRE DE RÉGION N°2

N° 01240328 CEHMR2

Douala, le 28 Mars 2024

CLAIRANCE ÉTHIQUE

Le Comité d'Ethique de l'Hôpital Militaire de Région N°2 (CEHMR2) pour la session d'évaluation du **28 / 03 / 2024**, a examiné le projet de recherche intitulé « **Caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope à l'Hôpital Militaire de Région N°2** » soumis par **GASSINA TOKODI Laurent**, étudiant en 7^e année de médecine à la **Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I** sous la supervision du **Pr. KOKI Godefroy**.

Le présent projet de recherche a un intérêt scientifique clair et ne présente aucun risque pour ses participants. Les objectifs et la méthodologie de recherche sont clairement décrits. Le principe de confidentialité des données est respecté. L'expertise requise pour la supervision de la recherche est vérifiée. D'après les observations susmentionnées, le CEHMR2 approuve cette version du projet pour une période de **six (06) mois non renouvelables**.

Toutefois, M. **GASSINA TOKODI Laurent** est responsable du respect scrupuleux de la méthodologie et de la considération éthique, et ne devrait pas la modifier sans l'approbation du CEHMR2, lequel se réserve le droit d'interrompre les travaux de recherche en cas de constatation de l'éloignement des objectifs initiaux. **Une copie de la thèse doit être remise au CEHMR2 à des fins d'archivage.**

L'intéressé est avisé qu'il est astreint de l'obligation de réserve par rapport à toute information sensible dont il pourrait avoir connaissance au cours de ses travaux et l'observation stricte des mesures de sécurité en vigueur au sein des casernes militaires.

La présente clairance éthique est délivrée pour servir le but pour lequel elle est présentée. Elle peut être annulée en cas de non-respect des recommandations ci-dessus.

Le Président
Colonel Médecin **SEPO SEPO**

Dr. Sepo S. David
Colonel - Médecin . Interniste
Hépato-Gastroentérologue
Chef de Service HGE - HMR II

Colonel Médecin **KOKI Godefroy**
Médecin-Chef de l'Hôpital Militaire de Région N°2



Annexe 3 : FICHE D'INFORMATION AUX PARENTS

- 1) **Titre du projet de recherche :** Caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope de 3 à 19 ans à l'Hôpital Militaire de Région 2, Douala.
- 2) **Enquêteur principal :** M. GASSINA TOKODI Laurent, étudiant en 7^{ème} année de Médecine Générale à la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I (FMSB / UYI). Tel : 694936776 / 650169053. Email : tokodilaurent@gmail.com
- 3) **Objectif de la recherche :** Déterminer les caractéristiques de la cornée d'enfants emmétropes par OCT dans la ville de Douala, qui pourra servir de référence pour les futures études.
- 4) **Période d'étude :** L'étude sera réalisée de Janvier 2024 à Mai 2024 dans l'unité d'Ophtalmologie de l'Hôpital Militaire de Région N°2 de Douala (HMR2).
- 5) **Population d'étude :** Seront inclus dans notre étude tous les enfants âgés de 3 à 19 ans reçus à l'HMR2 et dont les parents auront donné leur consentement.
- 6) Les résultats obtenus dans cette étude seront exclusivement utilisés dans un but scientifique et pourront être utilisés pour d'autres études ultérieures pendant une longue durée.
- 7) Votre participation à l'étude est volontaire et vous avez le droit de refuser de participer à l'étude ou de retirer votre consentement à participer à tout moment de l'étude sans aucune autre forme de procédure.
- 8) **Considérations éthiques :**
 - **Risques de cette étude :** L'étude ne comporte aucun risque.
 - **Bénéfices de l'étude :** Les participants bénéficieront de certains examens gratuitement.
 - **Confidentialité et droits des participants :** Chaque individu inclus dans notre étude aura préalablement signé un consentement éclairé dans lequel les informations sur l'étude lui seront présentées. Ainsi, il pourra décider à tout moment de ne plus poursuivre l'étude, sans aucune influence ni conséquence injuste de notre part.
L'anonymat des participants sera conservé, et les résultats obtenus dans cette étude seront exclusivement utilisés dans un but scientifique.
- 9) Les personnes à contacter pour répondre aux questions sur la recherche et sur les droits des participants :
 - Investigateur principal : **M. GASSINA TOKODI Laurent**.
 - Directeur de la thèse : **Pr KOKI Godefroy**, Professeur agrégé d'Ophtalmologie. Directeur de l'Hôpital Militaire de Région N°2 /Enseignante au département d'Ophtalmologie-ORL-Stomatologie à la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I.
 - Co-directeurs de la thèse : **Dr MVILLENGO Caroline**, Maitre-assistant d'ophtalmologue à l'hôpital central de Yaoundé/Enseignante au département d'Ophtalmologie – ORL - Stomatologie à la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I.

Annexe 4 : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE

Je soussigné M./M.....

Déclare avoir été invité à participer à l'étude intitulée "**Caractéristiques tomographiques de la cornée de l'enfant camerounais emmétrope de 3 à 19 ans à l'Hôpital Militaire de Région N°2**" dont l'investigateur principal est l'étudiant en septième année GASSINA TOKODI Laurent de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I ; sous la supervision du Pr. KOKI Godefroy, Ophtalmologue.

J'ai été informé (e) sur la nature de l'étude, son but, sa durée, les éventuels bénéfices et risque de ce que l'on attend de moi.

J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions qui me sont venues à l'esprit et j'ai obtenu une réponse satisfaisante à mes questions.

J'ai compris que ma participation à cette étude est volontaire et que je suis libre de mettre fin à ma participation à cette étude sans que cela ne modifie mes relations avec l'équipe thérapeutique en charge de ma santé.

J'ai compris que des données me concernant seront récoltées durant ma participation à cette étude que l'investigateur de l'étude se porte garant de la confidentialité de ces données.

J'accepte librement de faire participer mon enfant à cette étude ce qui implique de répondre au questionnaire et de se soumettre aux examens.

Moi, l'investigateur principal de l'étude, je prends la responsabilité d'avoir donné toutes les informations requises au participant concernant l'étude.

Fait à Douala le...../...../.....

Signature de l'investigateur

Signature du participant

Annexe 5 : FICHE TECHNIQUE

Numéro de fiche			
Section 1 : caractères socio démographiques			
	Question	Code	Réponse
1	Date de naissance	____ / ____ / _____	
2	Age (années)		
3	Sexe	1. Masculin 2. Féminin	
4	Scolarisé	1. Oui 2. Non	
5	Niveau d'étude	1. Aucun 2. Maternelle 3. Primaire 4. Secondaire 5. Supérieur	
6	Région d'origine :	1. Extrême Nord 2. Nord 3. Adamaoua 4. Centre 5. Littoral 6. Ouest 7. Est 8. Sud 9. Nord-Ouest 10. Sud-Ouest	
7	Antécédent personnel de Pathologie cornéenne	1. Oui 2. Non	
8	Antécédent familial de Pathologie cornéenne	1. Oui 2. Non	
Section 2 : Clinique			
1	Correction Optique	1. Oui 2. Non	
		OD	OG
2	AV	s/c	/10
3		a/c	/10

4	CV clinique			
		1. Normal 2. Anormal	1. Normal 2. Anormal	
5	PIO (en mmHg)			
6	Kératométrie (en D)			
7	Rayon de courbure (en mm)			
8	Examen des annexes	Paupières		
9		Conjonctive	1. Normale 2. Rouge 3. Sécrétion 4. Autres : _____	1. Normale 2. Rouge 3. Sécrétion 4. Autres : _____
10	Examen du SA	Cornée	1. Normal 2. KPS 3. Ulcération 4. Cicatrices 5. Autres : _____	
11		CA	1. Normale 2. Tyndall 3. Hypopion 4. Hyphéma 5. Autres : _____	
12		Iris	1. Normal 2. Atrophie 3. Rubéole 4. Nodules 5. Autres : _____	
13		Cristallin	1. Normal 2. Opacité 3. Pseudophaque 4. Aphaque 5. Autre : _____	
14	FO direct	1. Normal 2. Anormal		

15		Si anormal, préciser :		
----	--	---------------------------	--	--

Section 3 : OCT

			OD	OG
1	Pachymétrie	Centrale (en µm)		
2		Périphérique nasale (en µm)	Plage 1 :	Plage 1 :
3			Plage 2 :	Plage 2 :
4			Plage 3 :	Plage 3 :
5		Périphérique supérieur (en µm)	Plage 1 :	Plage 1 :
6			Plage 2 :	Plage 2 :
7			Plage 3 :	Plage 3 :
8		Périphérique temporaire (en µm)	Plage 1 :	Plage 1 :
9			Plage 2 :	Plage 2 :
10			Plage 3 :	Plage 3 :
11		Périphérique inférieur (en µm)	Plage 1 :	Plage 1 :
12			Plage 2 :	Plage 2 :
13			Plage 3 :	Plage 3 :
14	Couches cornéennes	Epithélium	Epaisseur moyenne centrale (en µm)	
15			Plage 1 :	Plage 1 :
16			Plage 2 :	Plage 2 :
17			Plage 3 :	Plage 3 :
18			Plage 4 :	Plage 4 :
19		Structure	1. Normale 2. Hyper réflectivité 3. Hypo réflectivité	1. Normale 2. Hyper réflectivité 3. Hypo réflectivité
20			1. Normale 2. Hyper réflectivité 3. Hypo réflectivité	1. Normale 2. Hyper réflectivité 3. Hypo réflectivité
21		Stroma	Structure :	1. Normale 2. Hyper réflectivité 3. Hypo réflectivité
		Endothélium		

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DU PERSONNEL ADMINISTRATIF ET ACADEMIQUE	V
SERMENT D'HIPPOCRATE	II
RESUME.....	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
LISTE DE TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES.....	VIII
INTRODUCTION.....	10
CHAPITRE I : CADRE DE LA RECHERCHE.....	12
I.1. JUSTIFICATION DE LA RECHERCHE.....	13
I.2. QUESTION DE RECHERCHE	13
I.3. HYPOTHESES DE RECHERCHE.....	13
I.4. OBJECTIFS	13
I.4.1. Objectif général	13
I.4.2. Objectifs spécifiques.....	13
CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTERATURE	14
II.A. Rappels anatomiques.....	15
1. Globe oculaire et annexes	15
2. La cornée.....	30
3. L'OCT	47
II.B. Etat des lieux sur la question.....	57
CHAPITRE III : METHODOLOGIE	60
III.1. Type d'étude	61

III.2. Site	61
III.3. Durée et période d'étude	62
III.4. Population d'étude	62
III.5. Variables étudiées	63
III.6. Procédure	64
III.7. Analyse des données	66
III.8. Dissémination de l'étude.....	66
III.9. Définition des termes opérationnels.....	66
CHAPITRE IV : RESULTATS	69
IV.1. CARACTERISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES	70
IV.2. CARACTERISTIQUES CLINIQUES	73
IV.3. CARACTERISTIQUES TOMOGRAPHIQUES	75
IV.4. ETUDE DES CORRELATIONS	78
CHAPITRE V : DISCUSSION.....	82
V.1. LIMITES DE L'ETUDE.....	83
V.2. CARACTÉRISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES	83
V.3. CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES	84
V.4. CARACTÉRISTIQUES TOMOGRAPHIQUES	85
IV.5. ETUDE DES CORRELATIONS	87
CONCLUSION	88
RECOMMANDATIONS.....	90
REFERENCES	92
ICONOGRAPHIE	96
ANNEXES	101
Annexe 1 : CLAIRANCE ETHIQUE CIER/FMSB.....	102
Annexe 2 : CLAIRANCE ETHIQUE CIER/HMR2	103
Annexe 3 : FICHE D'INFORMATION AUX PARENTS	104

Annexe 4 : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE	105
Annexe 5 : FICHE TECHNIQUE	106
TABLE DES MATIERES	109