



LE KERATOCONE AIGU :

EXPERIENCE DU SERVICE D'OPHTALMOLOGIE DE L'HOPITAL OMAR DRISSI,
CHU HASSAN II DE FES

MÉMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur SAIDI Hind

Née le 10/11/1991 à Casablanca

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : OPHTALMOLOGIE

Sous la direction du Professeur BENATIYA ANDALOUSSI Idriss

Session Juin 2022

Dr. BENATIYA A Idriss
Professeur de Spécialité en Ophtalmologie
Faculté de Médecine, de Pharmacie et de Médecine Dentaire
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah - FES

ABREVIATIONS

AV	: acuité visuelle
BAV	: baisse de l'acuité visuelle
C2F6	: hexafluoroéthane
C3F8	: octafluoropropane
CXL	: crosslinking de collagène cornéen
D	: dioptrie
DALK	: modifiées (Modified deep anterior lamellar keratoplasty)
DMP	: dégénérescence marginale pellucide
Kmax	: kératométrie maximale
Km	: kératométrie moyenne
KT	: kératoplastie transfixiante
MCIV	: microscopie confocale in vivo
LAF	: lampe à fente
LRPG	: lentille rigide perméable aux gaz
OCT-SA	: tomographie en cohérence optique du segment antérieur
OD	: œil droit
OG	: œil gauche
SF6	: hexafluorure de soufre

PLAN

INTRODUCTION	7
MATERIELS ET METHODES.....	10
A- Description de l'étude :	11
B- Fiche d'exploitation :	12
RESULTATS	16
A- Données épidémiologiques :.....	17
1- Nombre de malades :	17
2- Sexe :.....	17
3- Age :.....	18
4- Circonstances de découverte :	18
5- Facteurs de risques :	19
6- Délai de consultation :.....	19
B- Données cliniques :	20
1- Signes fonctionnels :	20
2- Latéralité :.....	20
3- L'acuité visuelle :.....	21
4- L'examen biomicroscopique :	21
5- Topographie cornéenne :.....	24
6- OCT du segment antérieur :.....	24
7- Examen de l'œil adelphe :.....	26
C- Résultats thérapeutiques :	31
1- Hospitalisation :	31
2- Durée d'hospitalisation :.....	31
3- Modalités thérapeutiques:	32
3.1. Traitement médical :	33
3.2. Traitement chirurgical :.....	33
4- L'évolution :	39
4.1. Durée moyenne d'hospitalisation :	39

4.2.	Amélioration des signes fonctionnels :	39
4.3.	Délai moyen de résorption de l'œdème :	39
4.4.	Taie de cornée résiduelle :	41
4.5.	L'acuité visuelle :	42
5-	Complications :	43
5.1.	L'infection :	43
5.2.	Néovascularisation cornéenne :	43
5.3.	La perforation cornéenne :	43
5.4.	Autres :	43
6-	Prise en charge de l'œil adelphe :	44
6.1.	Crosslinking du collagène cornéen :	44
6.2.	Correction optique :	44
7-	Traitement au stade cicatriciel :	45
7.1.	Correction optique :	45
7.2.	Grefe de cornée :	47
DISCUSSION		48
I-	Définition -Historique:	49
II-	Physiopathologie :	49
III-	Données épidémiologiques :	50
1-	L'incidence :	50
2-	Sexe :	50
3-	Age :	52
4-	Circonstances de découverte :	53
5-	Facteurs de risques :	53
6-	Délai de consultation :	59
IV-	Etude clinique :	60
1-	Signes fonctionnels :	60
2-	Latéralité :	60

3- L'acuité visuelle :.....	61
4- L'examen bio microscopique :	61
5- OCT du segment antérieur : OCT-SA	62
6- Microscopie confocale in vivo :	69
V- Traitement :	75
1- Traitement conservateur :.....	75
2- Traitement médical :.....	76
3- Traitement chirurgical :	79
4- Évolution :.....	90
5- Traitement au stade cicatriciel :	95
VI- Complications :	101
CONCLUSION	102
RESUME	104
REFERENCES.....	108

INTRODUCTION

Le kératocône est une ectasie cornéenne idiopathique progressive et non inflammatoire caractérisée par un amincissement cornéen central, une protrusion cornéenne et un astigmatisme myopique irrégulier [1,2]. L'hydrops cornéen ou kératocône aigu est une complication rare mais grave qui peut survenir au cours de l'évolution du kératocône [1,2]. Elle correspond à l'irruption massive d'humeur aqueuse dans le stroma cornéen suite à une rupture de l'endothélio- Descemet avec l'apparition brutale d'un œdème stromal et épithélial [3,4]. Le premier cas d'hydrops aigu dans le kératocône a été décrit par Plaut en 1900, comme une opacité soudaine à l'apex de la cornée due à une rupture de la membrane de Descemet, et qui a ensuite été confirmée par Axenfeld en 1906.[1,2] Il survient chez 2,4 à 3 % des yeux avec un kératocône, il peut également survenir dans d'autres ectasies cornéennes, avec une fréquence plus élevée dans la dégénérescence cornéenne marginale pellucide (PMCD) (6-11 %) et 11% dans le kératoglobe. De plus, il a été signalé comme une complication tardive très rare post kératoplastie transfixiante pour kératocône [5].

L'hydrops cornéen aigu touche essentiellement les sujets jeunes, au cours de la deuxième ou troisième décennies, avec une légère prédominance masculine, ses principaux facteurs de risques sont représentés par les frottements oculaires répétitifs, l'allergie oculaire sévère, un début précoce du kératocône et le syndrome de Down [1-5].

Son diagnostic positif est clinique, basé sur l'histoire naturelle du kératocône et l'examen bio microscopique à lampe à fente; par ailleurs, la tomographie par cohérence optique du segment antérieur occupe une place prépondérante dans le diagnostic et le suivi de l'hydrops cornéen aigu [2,6-9].

Bien que l'évolution naturelle du kératocône aigu est la résorption spontanée de l'œdème cornéen en quelques semaines dans la grande majorité des cas , des complications graves peuvent survenir , une néovascularisation cornéenne , l'infection, les fissures intra stromales ,la perforation cornéenne et enfin la cicatrice cornéenne profonde qui en résulte et qui conditionne le pronostic visuel [1,2,4].

La prise en charge de l'hydrops et son pronostic sont nettement améliorés grâce aux progrès thérapeutiques qui visent à réduire la durée de l'œdème cornéen et par conséquent son retentissement anatomique et fonctionnel. Plusieurs options thérapeutiques permettent d'atteindre cet objectif , notamment le traitement chirurgical , les sutures cornéennes compressives , les injection intra camérulaire d'air ou de gaz , les procédure combinées et dernièrement la kératoplastie lamellaire antérieure profonde modifiée comme traitement primaire de l'hydrops cornéen aigu .

L'objectif de notre travail est d'évaluer le profil épidémiologique , clinique et thérapeutiques des hydrops cornéens aigus et de comparer les différentes modalités de prise en charge.

MATERIELS ET METHODES

A- Description de l'étude :

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique incluant tous les patients présentant un hydrops cornéen sur kératocône, pris en charge au sein du service d'ophtalmologie de l'hôpital Omar Drissi du centre hospitalier universitaire Hassan II de Fès sur une période de 08 ans entre Janvier 2014 et Octobre 2021.

Les critères d'inclusion :

- √ Tous les patients présentant un hydrops cornéen sur kératocône
- √ Dossier clinique complet
- √ Suivi clinique d'au moins 03 mois

Les critères d'exclusion :

- √ Patients avec dossier clinique incomplet
- √ Patients vu au stade cicatriciel de l'hydrops cornéen
- √ Hydrops cornéen lié à un type d'ectasie cornéenne

Tous nos patients ont bénéficié d'un examen ophtalmologique complet et bilatéral, complété par une OCT du segment antérieur et topographie cornéenne de l'œil adelphe, avec une prise en charge thérapeutique complète des deux yeux. Les résultats sont collectés sur une fiche d'exploitation commune.

B- Fiche d'exploitation :**FICHE D'EXPLOITATION :**

Le kératocône aigu : expérience du service d'ophtalmologie du CHU Hassan II de Fès

Date d'admission:

Identité du patient:

Age :

Sexe :

Masculin

Féminin

Circonstances de découverte :

Inaugurale

Suivi pour kératocône

Facteurs de risque :

Trisomie 21

Conjonctivite allergique

Traumatisme oculaire

Délai de consultation :

Signes fonctionnels :

Latéralité :

Œil droit :

Œil gauche :

Atteinte bilatérale :

→ Si OUI : Simultanée Différée

Acétozolamide per os :

Traitement chirurgical :

NON « traitement médical uniquement »

OUI

→ Type d'anesthésie : Locale Générale

→ Délai de la chirurgie :

→ Geste chirurgical :

Suture cornéenne compressives

Suture cornéenne + injection intra caméculaire d'air

Suture cornéenne + injection intra caméculaire de gaz dilué :

SF6 C3F8

Injection intra caméculaire d'air seule

Injection intra caméculaire de gaz dilué seule.

→ Nombre de points de suture cornéenne :

→ Délai d'ablation de fils :

Évolution :

Régression des signes fonctionnels

Régression de l'œdème cornéen

Epaisseur cornéenne

Complications liées au traitement chirurgical :

Acuité visuelle finale :

Taille de la taie de cornée résiduelle : mm

Prise en charge de l'œil adelphe :

Correction optique :

Verre de lunette : Lentille de contact :

Crosslinking du collagène cornéen :

Oui Non **Rythme de surveillance :****Prise en charge à la phase cicatricielle :**

Moyens de correction optique :

Lentilles de contact

Grefe de cornée

Analyse statistique :

L'analyse statistique des différents paramètres étudiés a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS version 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, ETATS-UNIS). Une valeur de $p \leq 0,05$ a été statistiquement significative.

RESULTATS

A- Données épidémiologiques :

1- Nombre de malades :

Notre étude inclut 43 yeux présentant un hydrops cornéen sur kératocône.

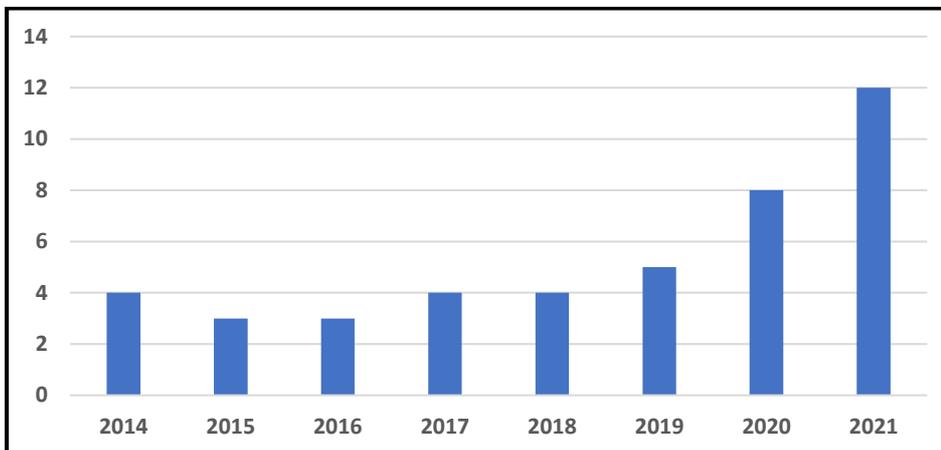


Figure 1: répartition du nombre des cas par année

2- Sexe :

L'étude du sexe des patients de notre série trouve une prédominance féminine de 63%, soit un sexe ratio de 0,59 H/F

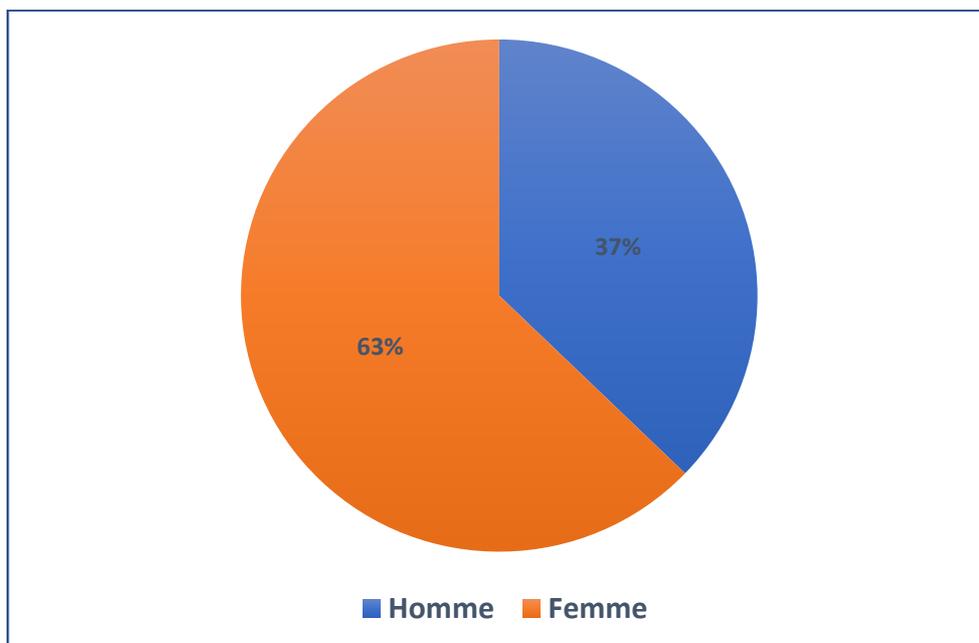


Figure 2 : Répartition des patients en fonction du sexe

3- Age :

L'âge moyen des patients est de 21 ans , avec des extrêmes allant de 04 à 45 ans. La tranche d'âge entre 15 et 30ans est la plus prédominante.

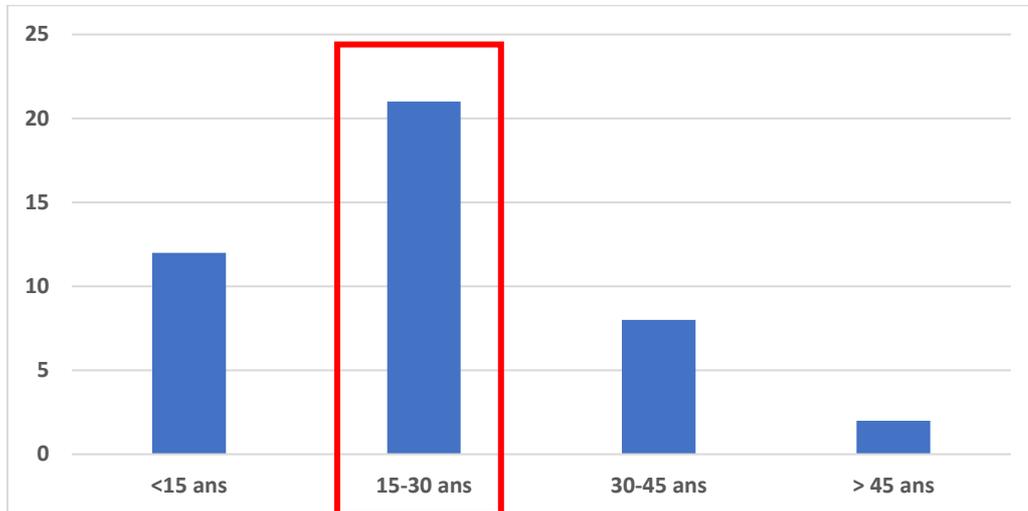


Figure 3: Répartition des cas par tranche d'âge

4- Circonstances de découverte :

L'atteinte est inaugurale chez 32 malades soit 74,41% des cas , seuls 11 malades sont connus kératocôniques soit 25,59%

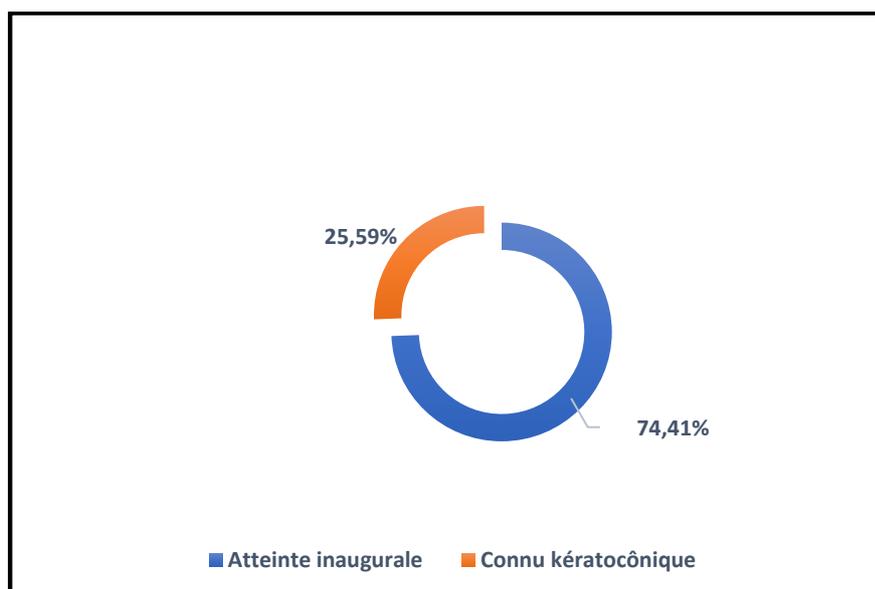


Figure 4: Répartition des malades en fonction des circonstances de découverte

5- Facteurs de risques :

Les principaux facteurs de risques retrouvés dans notre série sont représentés par le début précoce du kératocône chez 28 patients soit 65,11% des cas, la conjonctivite allergique chez 24 patients (soit 55%) , la trisomie 21 chez 14 patients (soit 32%) et le traumatisme oculaire souvent minime chez 04 patients (soit 10%).

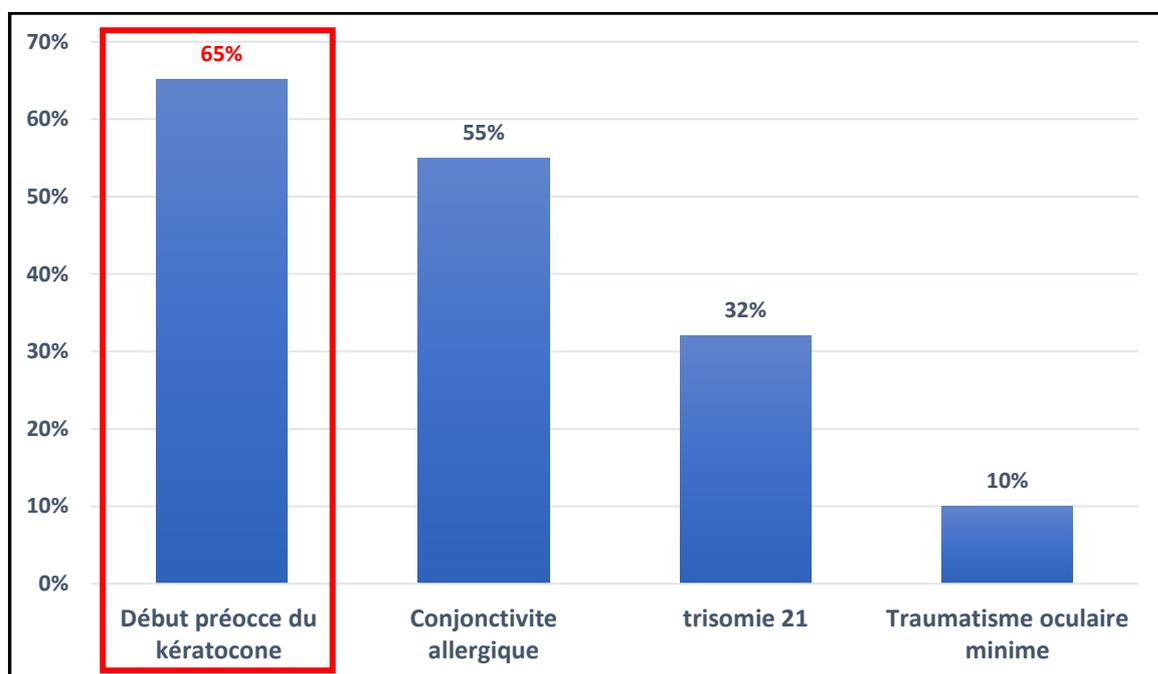


Figure 5: Les principaux facteurs de risque

6- Délai de consultation :

Le délai moyen de consultation est de 02 jours avec des extrêmes allant de 02 heures à 01 mois.

B-Données cliniques :

1- Signes fonctionnels :

La symptomatologie clinique est identique chez tous les patients, œil rouge douloureux avec baisse de l'acuité visuelle avec photophobie et larmoiement.

2- Latéralité :

L'atteinte de l'œil droit est retrouvée chez 24 patients soit 55,83% des cas ; l'œil gauche est atteint chez 18 patients soit 41,85% des cas .

L'atteinte bilatérale est rare , retrouvée chez 01 seul patient soit 2,32%, de manière différée avec un intervalle d'un an entre les 2 yeux.

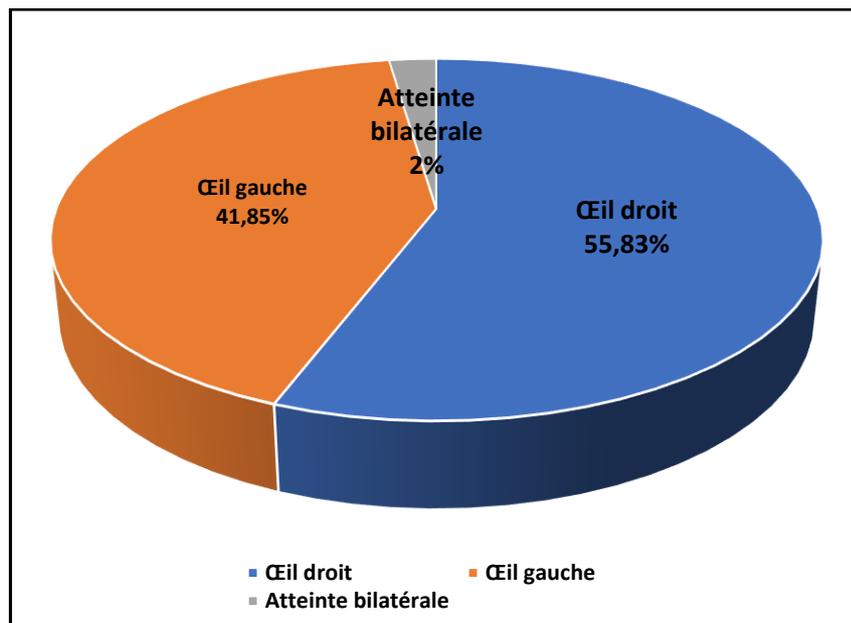


Figure 6 : Répartition des malades en fonction du coté atteint

3- L'acuité visuelle :

La baisse de l'acuité visuelle est importante chez tous les patients, limitée en moyenne à « compte les doigts moins d'un mètre »

4- L'examen biomicroscopique :

Le diagnostic de l'hydrops cornéen est bien évident cliniquement juste à l'inspection



Figure 7: photo clinique d'un hydrops cornéen

L'examen à la lampe à fente retrouve un cercle péri-kératique associé à un œdème et un épaissement cornéen chez tous les patients.

Le grade de l'œdème cornéen :

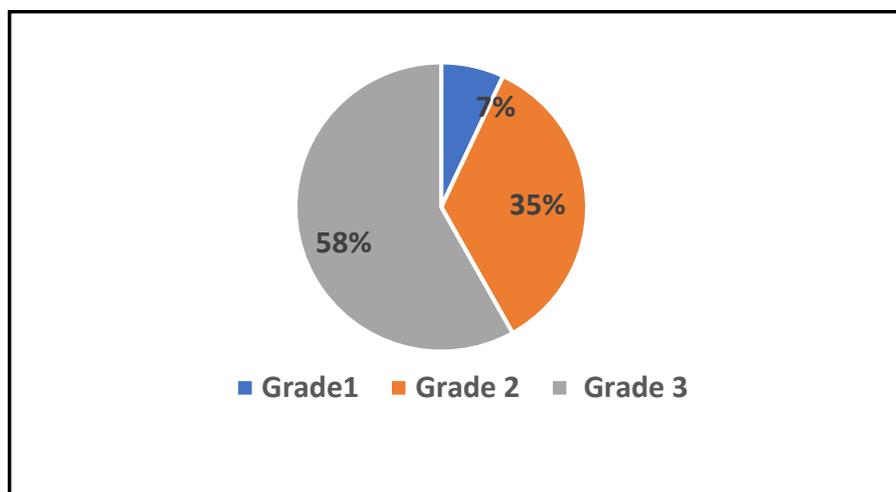
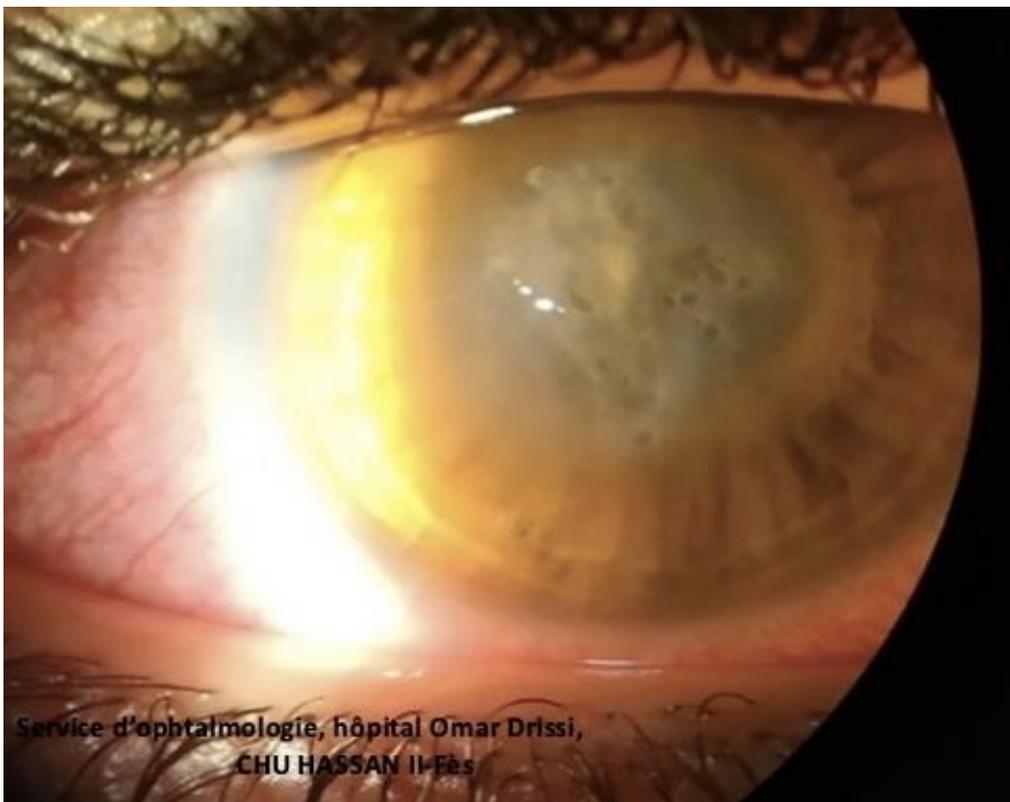


Figure 8: Répartition des patients selon le stade de l'œdème cornéen

- Hydrops cornéen grade 1 : figure 9



- Hydrops cornéen grade 2 : figure 10



- Hydrops cornéen grade 3 : figure 11



- Hydrops cornéen grade 3 négligé évoluant depuis 01 mois : figure 12



5- Topographie cornéenne :

La topographie cornéenne ne prend pas chez tous les malades vu l'état de la cornée.

6- OCT du segment antérieur :

L'OCT du segment antérieur est réalisée systématiquement chez 93% des patients sauf chez les enfants non coopérants ; à l'aide de DRI OCT Triton-Topcon de notre service d'ophtalmologie.



Figure 13 : Appareil OCT du segment antérieur de notre service.

Tous les patients sont classés **stade 5A** de la classification OCT du kératocône et qui correspond à une **rupture de la membrane de Descemet avec œdème cornéen important et dilacération des lamelles de collagène, et formation de kystes intrastromaux et intra-épithéliaux** .

Les autres anomalies possibles de la membrane de Descemet sont un épaissement, un aspect ondulé, un décollement descemétique autour de la zone de rupture, voire un enroulement descemétique autour de cette zone.

Le stade 5B correspond au stade cicatriciel de l'hydrops cornéen , avec à l'OCT une cicatrice panstromale et un aspect résiduel de rupture de la membrane de Descemet. Dans notre série, nous avons étudié l'hydrops cornéen au stade aigu, le stade 5B étant exclu.

Différents images OCT du segment antérieur illustrant l'hydrops cornéen en ses 3 grades cliniques :

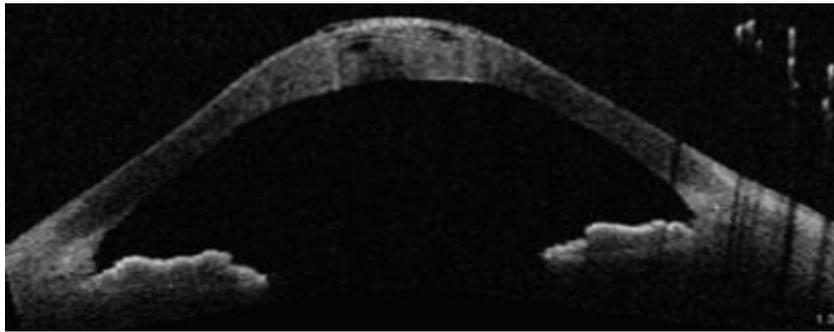


Figure14: OCT du segment antérieur correspondant à un hydrops cornéen grade 1



Figure 15 : OCT du segment antérieur correspondant à un hydrops cornéen grade 2

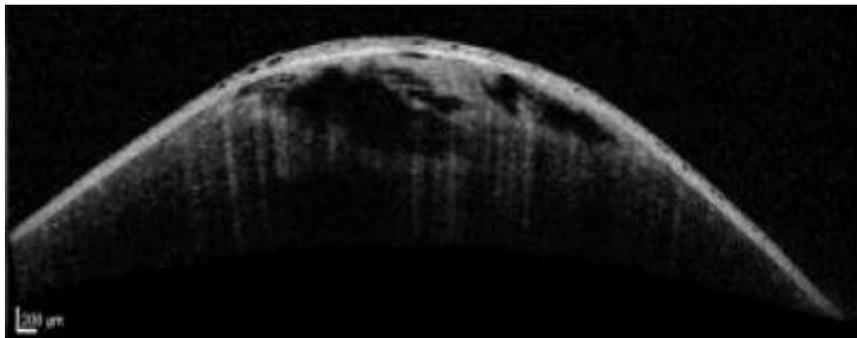


Figure 16 : OCT du segment antérieur correspondant à un hydrops cornéen grade 3

Epaisseur cornéenne :

L'épaisseur cornéenne moyenne est estimée à 1100 ± 200 um , mesurée par OCT du segment antérieur.

7- Examen de l'œil adelphe :

L'hydrops cornéen est une complication aigue du kératocône, qui peut être révélatrice de la maladie. C'est le cas dans 74,41% des cas dans notre série, d'où la nécessité de diagnostiquer et prendre en charge le kératocône de l'œil adelphe

- **L'examen clinique** : retrouve des signes cliniques en faveur du kératocône chez tous les patients.
- **Topographie cornéenne** : réalisée chez tous nos patients. Nous avons adopté la classification d'Amsler-Krumeich pour stadifier le kératocône de l'œil adelphe. Les stades 3 et 4 étant prédominants dans notre série.



Figure 17: Appareil de topographie cornéenne Pentacam de notre service

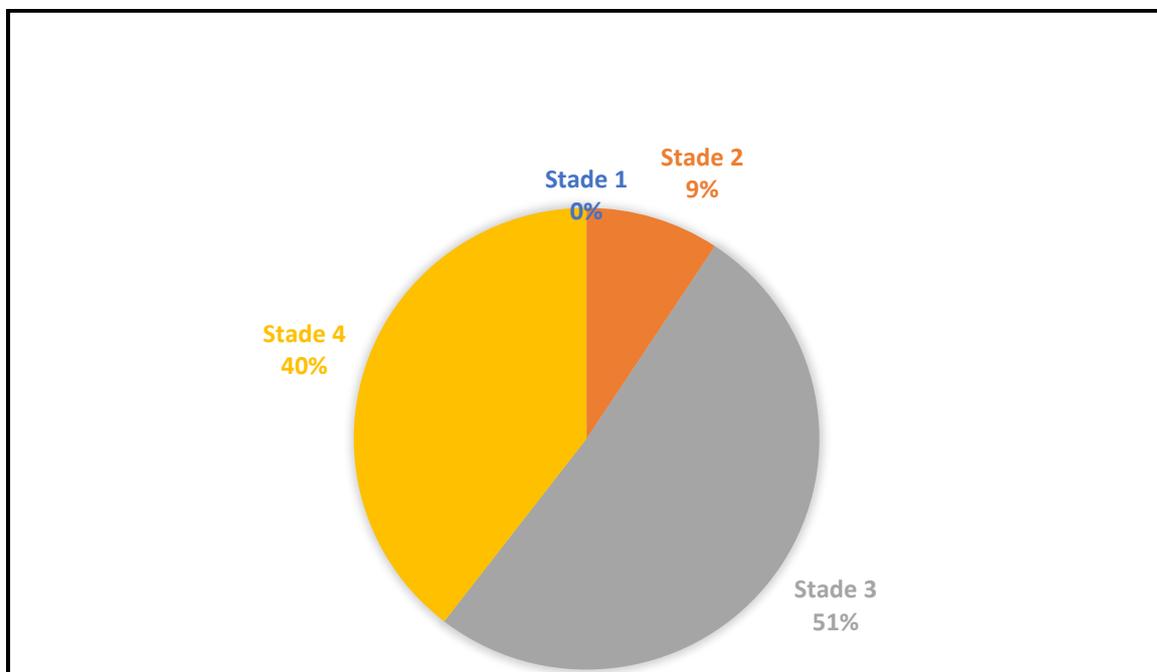


Figure 18 : DIFFERENTS STADES DU KERATOCONE DE L'OEIL ADEPLHE

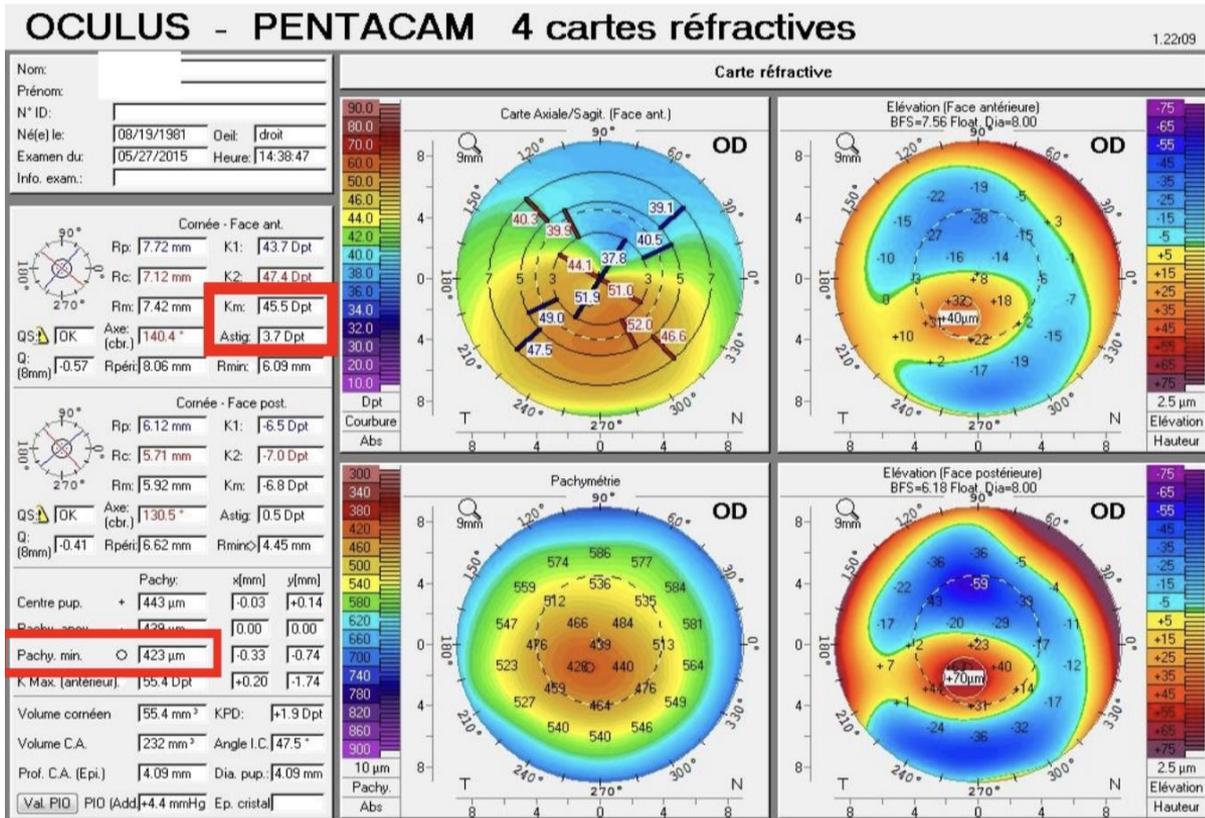


Figure 19: topographie cornéenne d'un kératocône stade II de Kurmeich

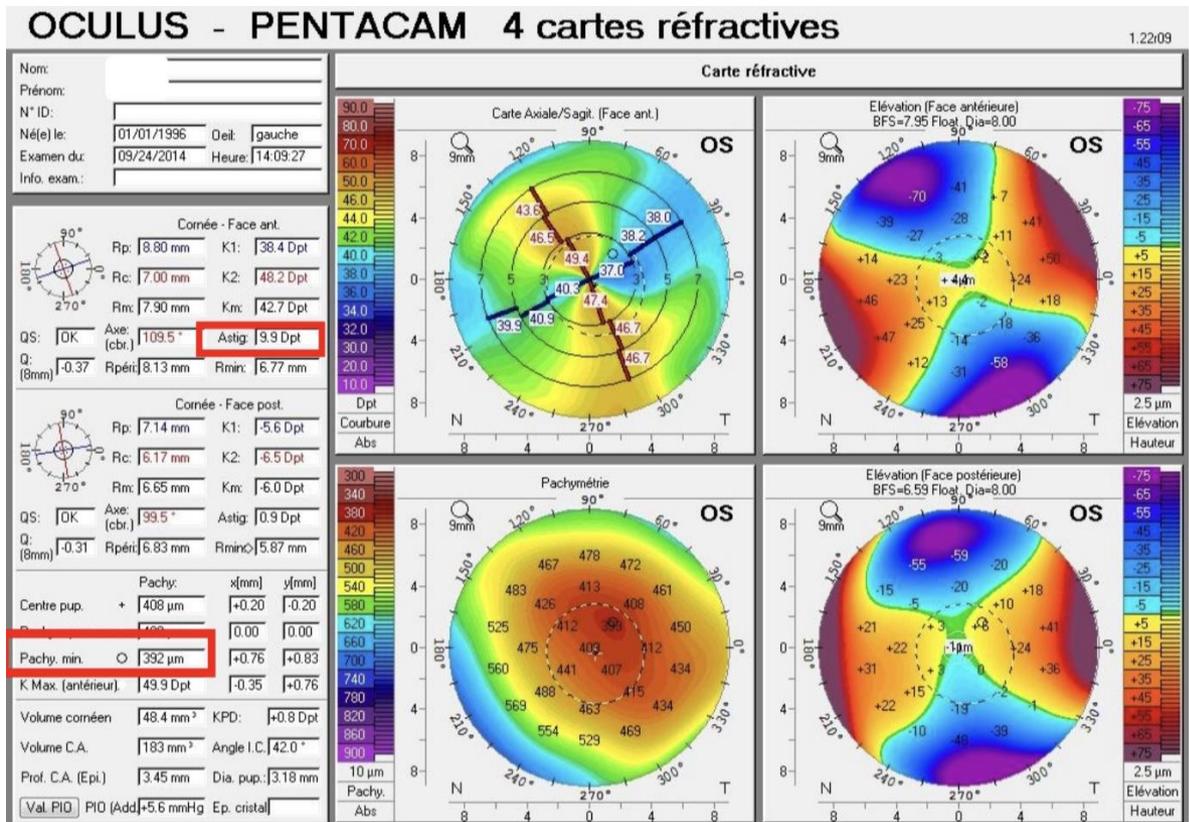


Figure 20: topographie cornéenne d'un kératocône stade III de Kurmeich

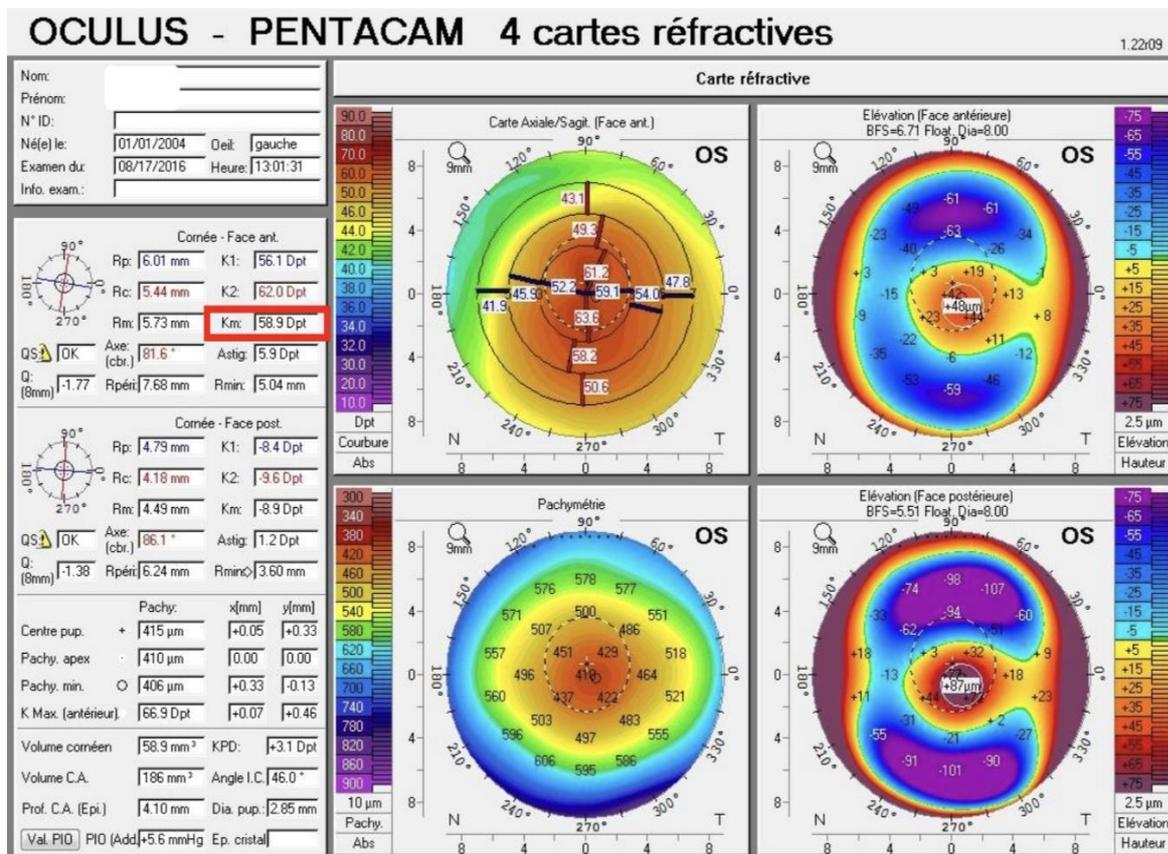


Figure 21 : topographie cornéenne d'un kératocône stade IV de Kurmeich

OCT du segment antérieur : réalisée chez 93% des patients, permettant de stadifier le kératocône de l'œil adelphe selon la classification OCT, elle permet également et essentiellement d'identifier les patients à haut risque d'hydrops cornéen en objectivant un épaissement et un amincissement épithéliaux marqués avec une hyper-réflexivité de la couche de Bowman sans fibrose stromale.

- Stade 1 : amincissement des couches épithéliales et stromales d'apparence normale au niveau du dôme cornéen



Figure 22: kératocône stade 1

- Stade 2 : hyper-réflexivité au niveau de la couche de Bowman et épaissement épithélial en regard, au niveau du cône



Figure 23 kératocône stade 2

- stade 3 : invagination postérieure de structures hyper-réflectives au niveau de la couche de Bowman avec accentuation de l'épaississement épithélial et de l'amincissement stromal



Figure 24: Kératocône stade 3

- stade 4 : cicatrice panstromale au niveau du cône formant typiquement un aspect en sablier ;

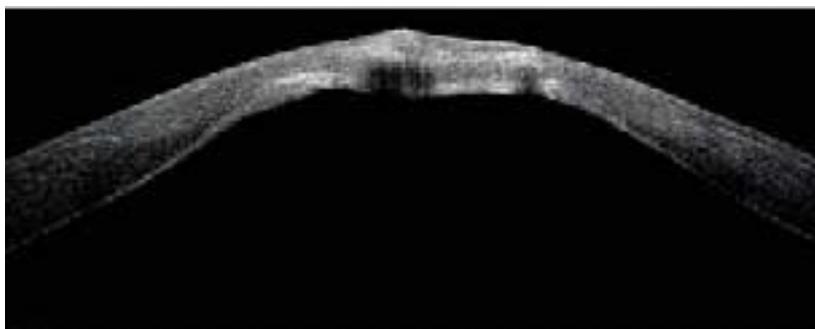


Figure 25: Kératocône stade 4

Dans notre série, on a noté une prédominance du stade 3 de la classification OCT du kératocône au niveau de l'œil adelphe.

C- Résultats thérapeutiques :

Tous nos patients ont été pris en charge par le biais des urgences du service d'ophtalmologie de l'hôpital Omar Drissi du CHU Hassan II de Fès

1- Hospitalisation :

L'indication de l'hospitalisation est systématique devant tout cas d'hydrops cornéen surtout quand un traitement chirurgical est envisagé ; dans notre série 93% des patients ont bénéficié d'une prise en charge thérapeutique intra-hospitalière contre 7% des patients traités en ambulatoire avec un contrôle clinique journalier durant la première semaine.

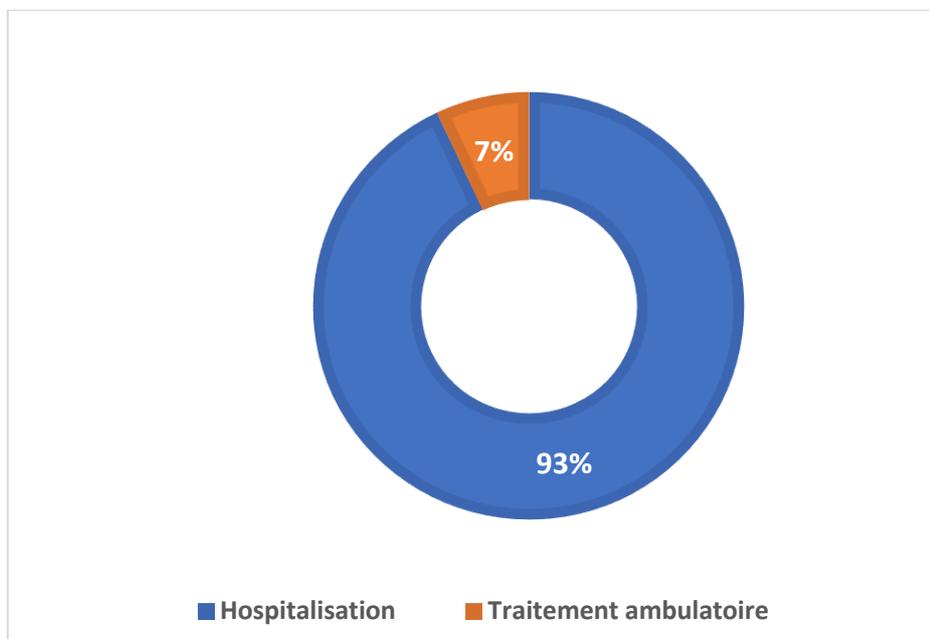


Figure 26: taux d'hospitalisation dans notre série

2- Durée d'hospitalisation :

La durée moyenne d'hospitalisation est de 03 jours avec des extrêmes allant de 01 à 06 jours.

3- Modalités thérapeutiques:

On a réparti les patients en 4 groupes en fonction du traitement adoptés afin de comparer les différentes alternatives thérapeutiques:

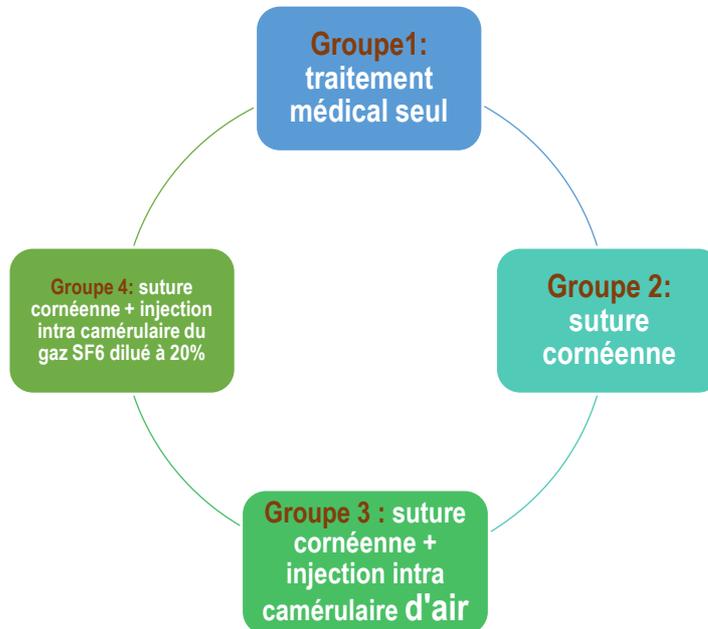


Figure 27: Répartition des patients en fonction du traitement adopté

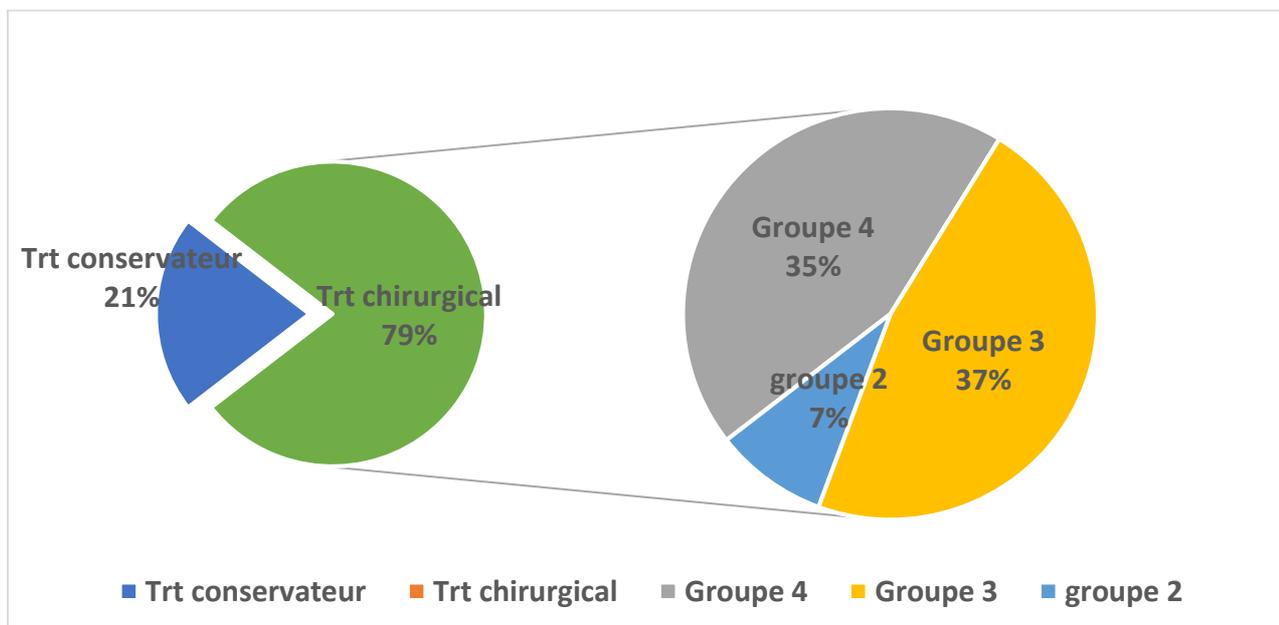


Figure 28: Répartition des malades en fonction du traitement adopté

3.1. Traitement médical :

Tous nos patients ont bénéficié d'un traitement médical fait de :

- Lubrifiants
- Corticoïde topique
- Traitement hypotonisant topique
- Acétozolamide per os.

Dans 21% des cas, le traitement est uniquement médical.

3.2. Traitement chirurgical :

Dans notre série, 34 patients soit 79% des cas ont bénéficié d'un traitement chirurgical associé au traitement médical cité ci-dessus.

Nous avons adopté trois modalités thérapeutiques chirurgicales :

- Suture cornéenne compressive.
- Suture cornéenne compressive avec injection intra-camerulaire d'air.
- Suture cornéenne compressive avec injection intra-camerulaire de gaz SF6.

a. Type anesthésie :

L'anesthésie générale est pratiquée dans la majorité des cas, vu qu'il s'agit de patients jeunes (la plupart sont des enfants) ou des trisomiques.

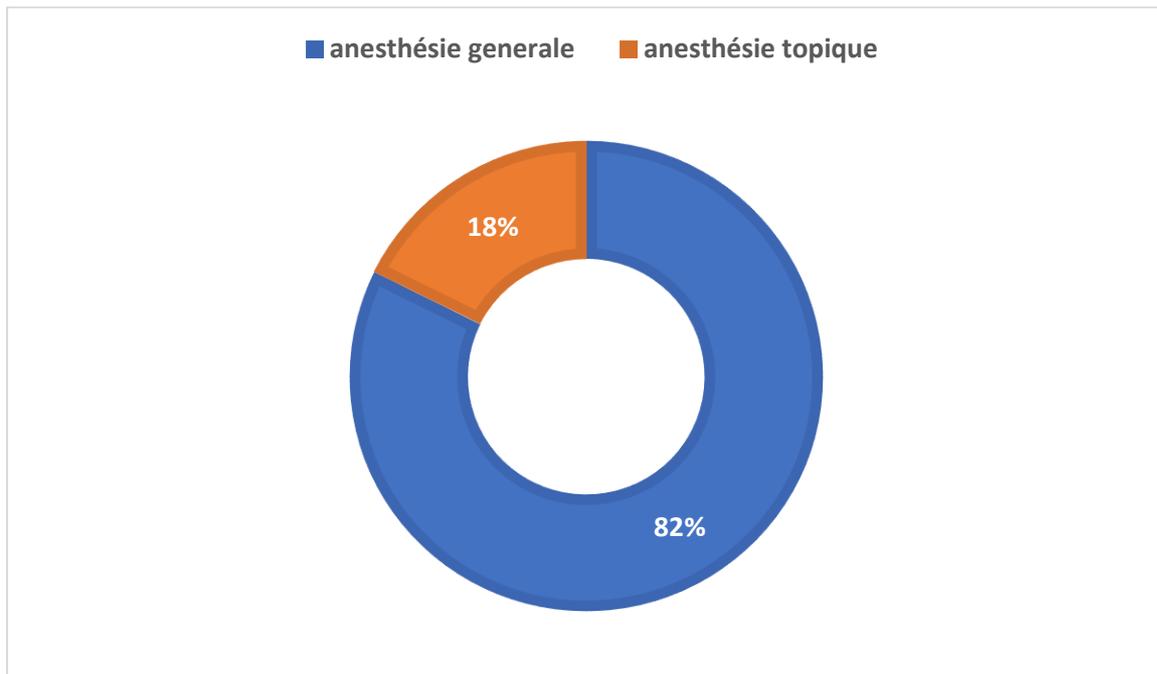


Figure 29: Répartition des malades traités chirurgicalement en fonction du type d'anesthésie

b. Délai opératoire :

Le délai opératoire moyen est de 24H avec des extrêmes allant du jour même d'admission à 3 jours.

c. Suture cornéenne :

Il s'agit de suture cornéenne transfixiante de la brèche endothélio descemetique après avoir été repéré par OCT du segment antérieur, et ceci au monofil 10/0.

Dans notre série, le nombre moyen de point de suture cornéenne est de 4 points (3 au 6 points)

L'ablation des fils est réalisée à J10 ou au maximum à J15.



Figure 30: Traitement par suture cornéenne compressive

A : Photo clinique pré-opératoire

B : photo clinique post- opératoire

d. Suture cornéenne avec Injection intra-camérulaire d'air ou de gaz :

L'injection d'air ou de gaz dans la chambre antérieure est réalisé en 2eme temps opératoire avec une seringue 27 gauge , après les sutures cornéennes . L'injection d'air est pratiquée dans 37% des cas, elle a été répétée chez 3 patients vu la résorption rapide d'air avant d'atteindre l'objectif souhaité.

Le gaz utilisé dans le traitement chirurgical de l'hydrops cornéen dans notre série est l'hexafluorure de soufre (SF6) dilué à 20%, utilisé dans 35% des cas, sans aucune injection itérative (tableau).

Dans notre série, on a pas noté de complications liées au traitement chirurgical, que ce soit liées à la procédure chirurgicale soit liées à l'injection intra camérulaire du gaz SF6 , notamment pas de cas de glaucome par blocage pupillaire ni de migration intra stromale du gaz.

L'injection intra camérulaire du gaz octafluoropropane C3F8 n'a pas été utilisé dans notre série, vu sa résorption lente et ses éventuelles complications.

En post opératoire, des corticostéroïdes topiques associés à des lubrifiants topiques sont prescrits pour tous les malades , les collyres hypotonisants topique ainsi

que l'acétozolamide per os et l'antibiothérapie topique ne sont pas systématiques ; une position en décubitus dorsal est recommandée après injection intra caméculaire d'air ou de gaz chez tous les patients ;

Tableau 1: répartition des malades en fonction du produit et du nombre de l'injection intra caméculaire

Injection intra-caméculaire	Nombre de cas	Injection itérative
Air	16	2 fois pour 3 patients
GAZ SF6 dilué à 20%	15	Aucune

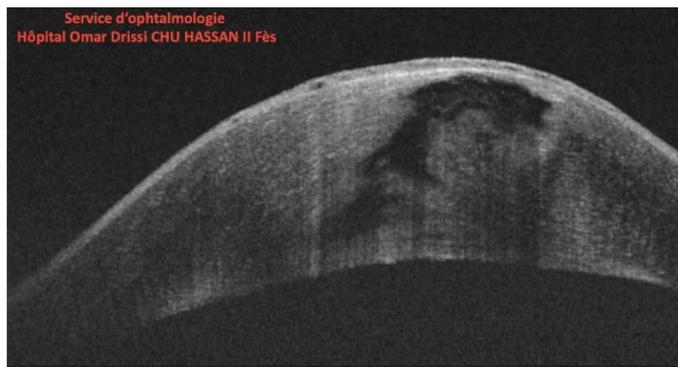


Figure 31: table opératoire pour suture cornéenne avec injection intra-caméculaire du gaz SF6

□ Exemple :

Nous présentons ci-dessous l'exemple d'un hydrops cornéen traité par suture cornéenne compressive avec injection intra-camérulaire SF6 dilué à 20% illustré par iconographie du service.

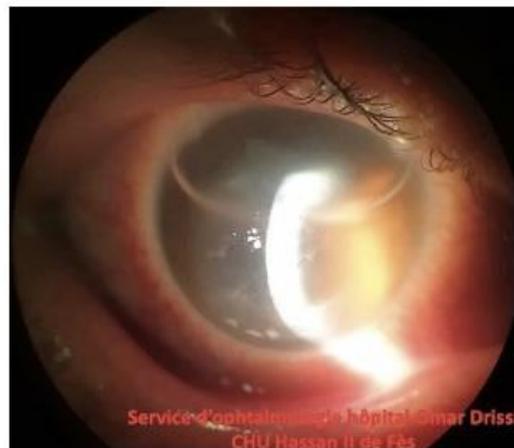
- Photo clinique + OCT du segment antérieur pré opératoire :



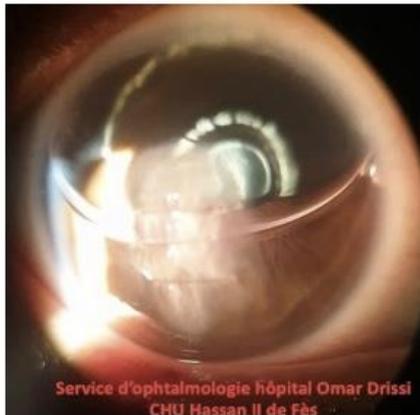
- Photo per opératoire :



-Photo à J+1 du post opératoire :



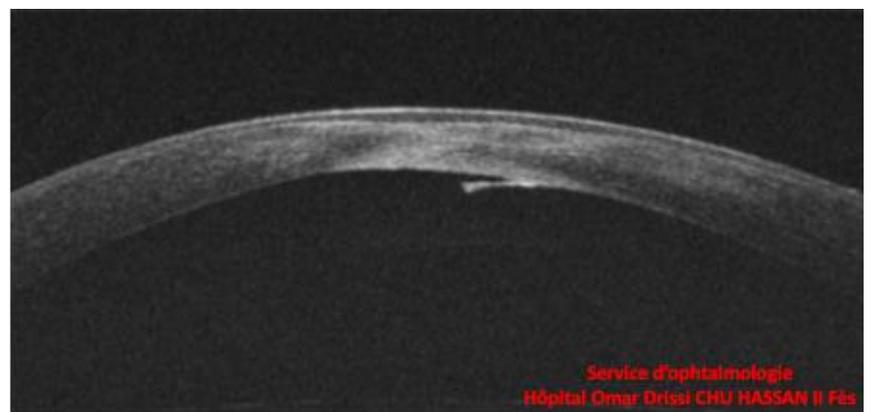
-Photo à J+2 du post opératoire :



-Photo à J+7 du post opératoire :



– Photo clinique + OCT du segment antérieur 01 mois post-opératoire :



4- L'évolution :

4.1. Durée moyenne d'hospitalisation :

La durée moyenne d'hospitalisation est significativement différente en fonction du traitement adopté, elle est plus courte en cas de traitement chirurgical.

Pour le groupe 1 , la durée moyenne d'hospitalisation est de 07 jours, elle est de 04 jours pour le groupe 2 , 03 jours pour le groupe 3 et 02 jours pour le groupe 4.

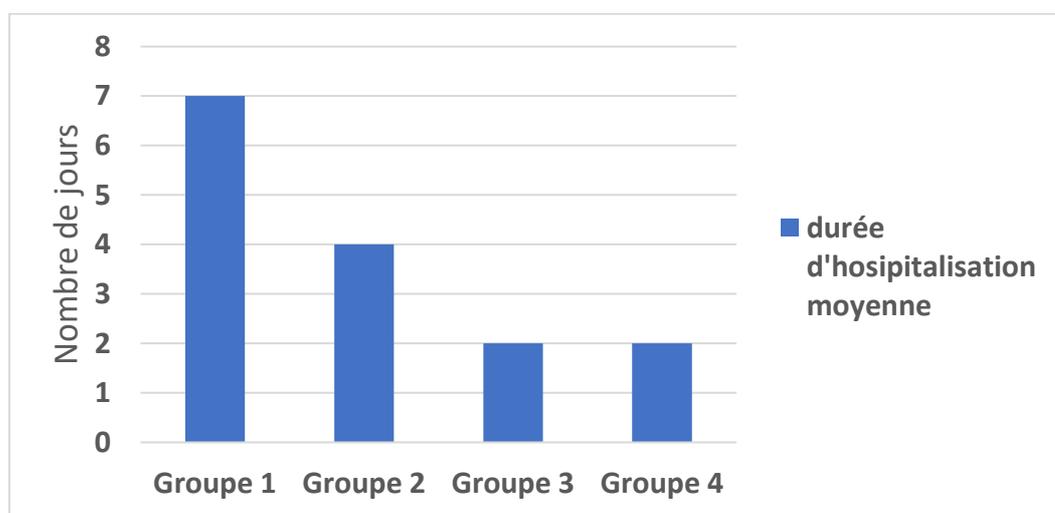


Figure 32: Durée d'hospitalisation moyenne par groupe d'étude

4.2. Amélioration des signes fonctionnels :

L'amélioration des signes fonctionnels est également plus rapide chez le groupe des patients traité chirurgicalement, dont on a noté la disparition de la photophobie et la douleur oculaire dans 2 jours post opératoires contre au minimum 07 jours pour le groupe 1 ayant bénéficié d'un traitement conservateur.

4.3. Délai moyen de résorption de l'œdème :

La résorption de l'œdème cornéen est également plus rapide de manière significative dans le groupe de patients traité chirurgicalement surtout dans le groupe 4 où le délai moyen de résorption de l'œdème cornéen est de 03 à 07 jours, contre 30 à 50 jours pour le groupe 1.

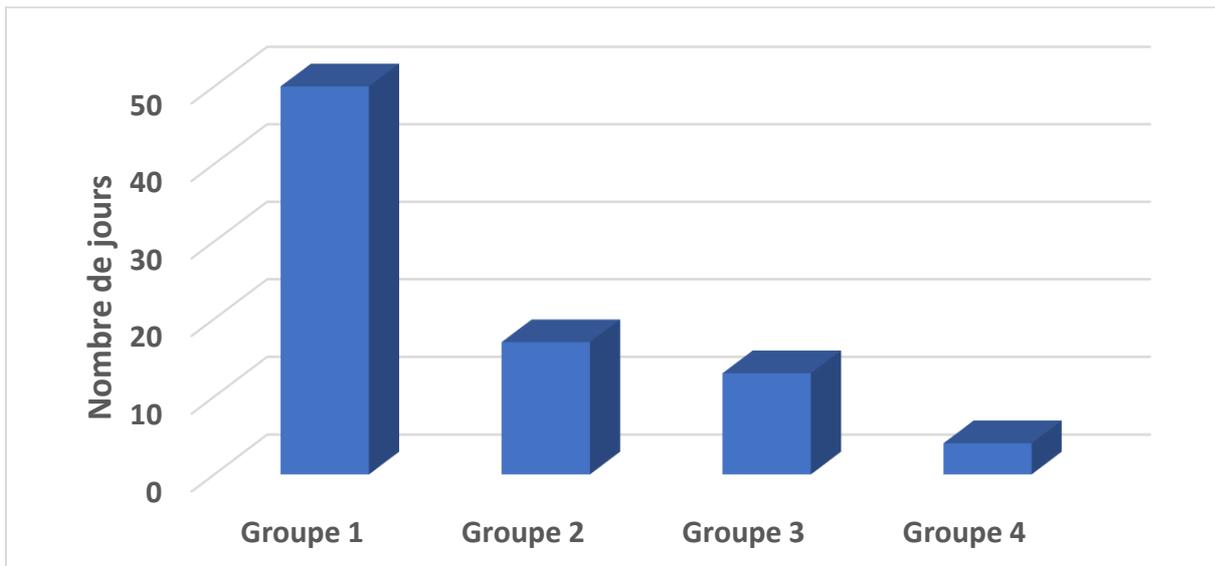


Figure 33: Délai moyen de résorption de l'œdème par groupe d'étude

– **Épaisseur cornéenne :**

L'épaisseur cornéenne est mesurée par OCT du segment antérieur et considérée comme un moyen de surveillance chez tous nos malades afin d'évaluer la réponse clinique aux différentes modalités thérapeutiques. Ainsi, elle est mesurée à l'admission « T0 », J+1, J+15 et à J+30 du traitement.

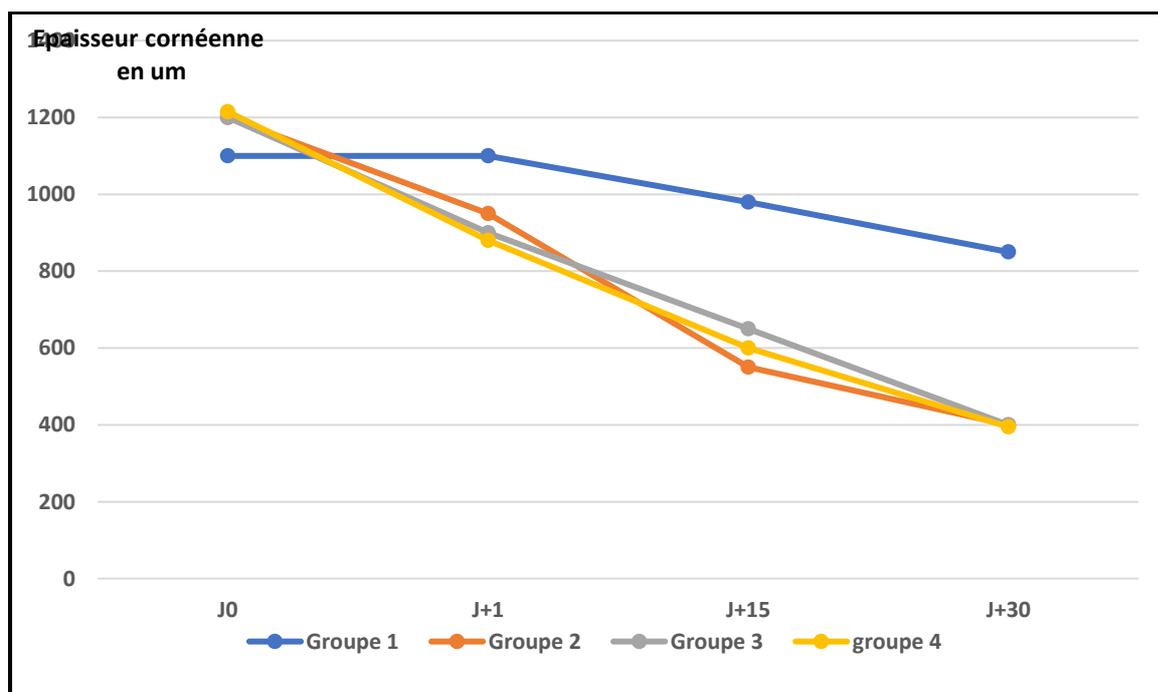


Figure 34: Evolution de la pachymétrie cornéenne par groupe d'étude

D'après les résultats de ce graphique ci-dessus, on objective la différence significative de l'évolution de la pachymétrie cornéenne entre le groupe d'étude ayant bénéficié d'un traitement conservateur contre les groupes traités chirurgicalement.

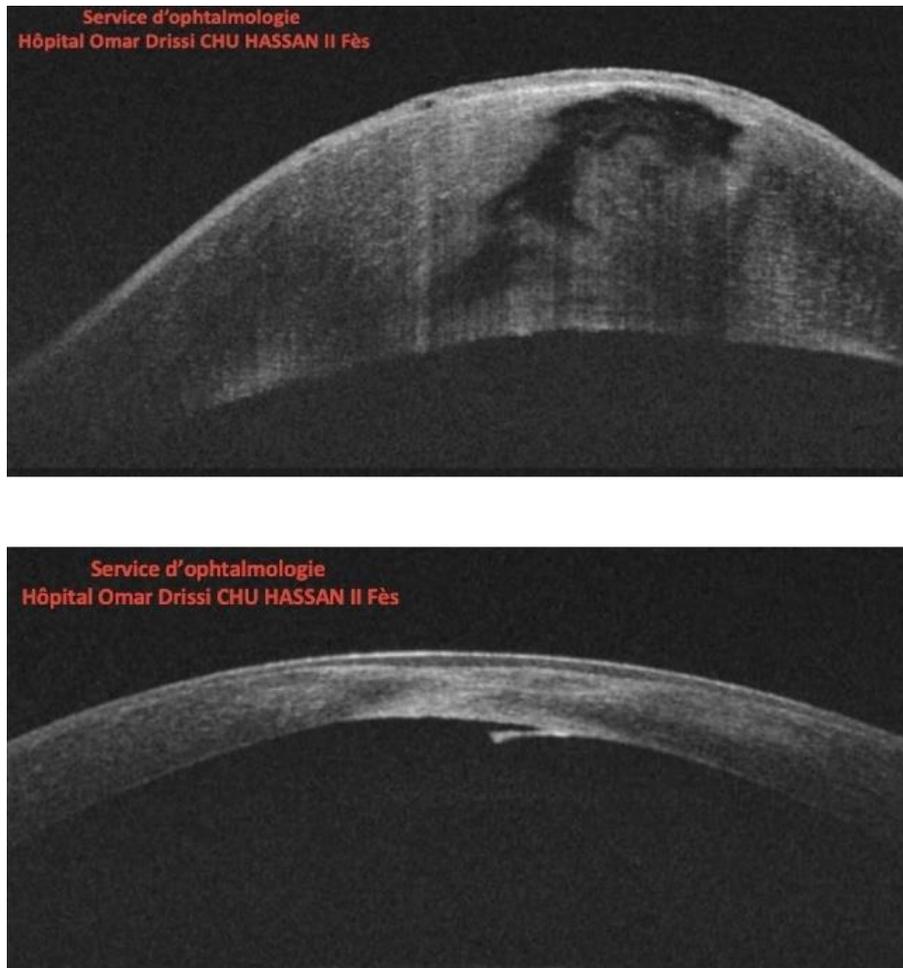


Figure 35: OCT du SA objectivant l'évolution de l'épaisseur cornéenne entre l'admission (image en haut) et après 01 mois du post-opératoire (image en bas)

4.4. Taie de cornée résiduelle :

La taille de la taie de cornée résiduelle après régression de l'hydrops cornéen conditionne l'acuité visuelle finale.

Chez le groupe de patients dont la résorption de l'œdème cornéen était plus rapide , nous avons noté une taie de cornée résiduelle moins significative et donc une meilleure acuité visuelle finale (figure et).

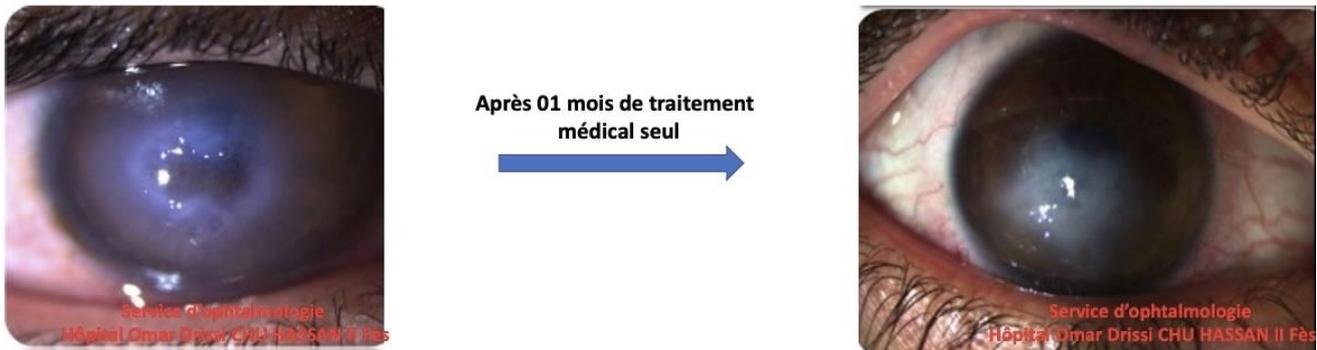


Figure 36: Photos cliniques illustrant l'évolution d'un hydrops cornéen après traitement conservateur

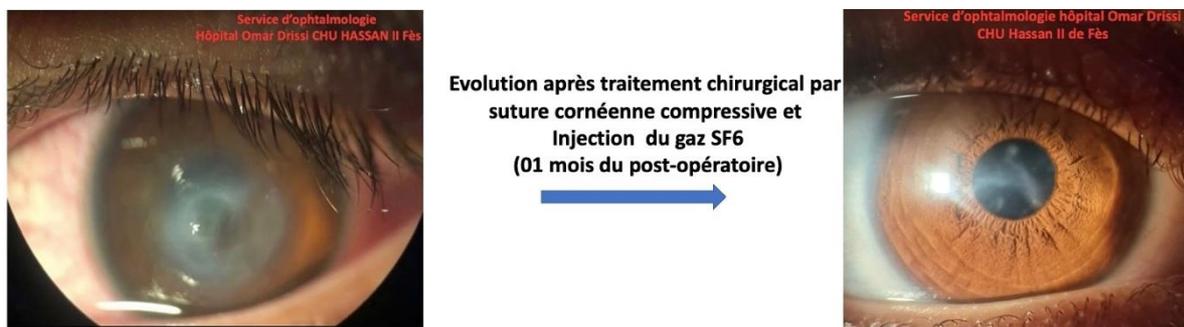


Figure 37: Photos cliniques illustrant l'évolution d'un hydrops cornéen traité chirurgicalement

4.5. L'acuité visuelle :

L'acuité visuelle s'est significativement améliorée après traitement chirurgical

5- Complications :

L'évolution naturelle de l'hydrops cornéen est la résorption spontanée de l'œdème pouvant prendre jusqu'au trois mois, le traitement actuel vise à réduire la durée de la résorption de cet œdème afin de limiter les complications éventuelles.

Dans notre série, nous avons noté comme complications :

5.1. L'infection :

On a pas noté de kératite infectieuse durant l'épisode aigu , par contre on a retrouvé un cas d'abcès de cornée à hypopion chez un patient avec antécédent d'hydrops cornéen un an auparavant et qui a bien évolué après traitement antibiotique et cicatrisants cornéens en intra-hospitalier.

5.2. Néovascularisation cornéenne :

Il s'agit d'une complication fréquente favorisée par la persistance de l'œdème cornéen pour une longue durée. Dans notre série, on a noté quatre cas de néovascularisation cornéenne soit 9,3% des cas ; tous appartenant au groupe 1 d'étude (ayant bénéficié d'un traitement conservateur).

Parmi ces 4 patients, un patient présente une néovascularisation cornéenne centrale étendue ; les 3 autres malades ont présenté une néovascularisation inférieure.

5.3. La perforation cornéenne :

Nous rapportons un cas (soit 2,32%) de perforation cornéenne sur hydrops aigu ayant bénéficié à la phase aiguë d'une greffe de membrane amniotique.

5.4. Autres :

Par ailleurs, nous n'avons noté aucun cas de complications liées au traitement chirurgical surtout à l'utilisation du gaz SF6 (hypertonie oculaire, migration intra-stromale du gaz).

Tableau 2: résumant les différentes complications rapportées dans notre série

Complications	Nombre de cas
Kératite infectieuse	1 cas (2,32%)
Néovascularisation cornéenne	4 cas (9,3%)
Perforation cornéenne	1 cas (2,32%)
Hypertonie oculaire	0 cas
Migration intrastromale du gaz	0 cas

6- Prise en charge de l'œil adelphe :

Dans notre série, tous nos patients ont bénéficié d'une prise en charge thérapeutique globale des deux yeux, avec une surveillance particulière de l'œil adelphe par OCT du segment antérieur afin d'identifier les patients à haut risque d'hydrops cornéen.

6.1. Crosslinking du collagène cornéen :

Le crosslinking du collagène cornéen est réalisé systématiquement chez tous les patients de moins de 20 ans et qui ne présentent pas de contre-indication, durant la même hospitalisation dans 19% des cas ; dans les autres cas, il a été programmé au cours du suivi ultérieur en consultation cornée quand l'indication est posée.

6.2. Correction optique :

- **Par verres de lunettes :** dans les stades débutants du kératocône
- **Par lentilles de contacts rigides perméables au gaz ou lentilles sclérales :** dans les stades avancés.

7- Traitement au stade cicatriciel :

Après la phase aiguë et la résorption complète de l'œdème cornéen, tous nos malades ont bénéficié d'un suivi régulier en consultation cornéenne

7.1. Correction optique :

- Par verres de lunettes :

Aucun patient n'a pu être corrigé par verres de lunettes vu la taie de cornée résiduelle qui prend l'axe chez presque la totalité des malades

- Par lentilles de contacts : lentilles sclérales

Dans notre série, deux patients ont été adaptés par verres scléraux, les deux patients ont été traités chirurgicalement par des sutures cornéennes et injection intracaméculaire du gaz SF6 dilué à 20%, avec une taie de cornée résiduelle de petite taille. L'acuité visuelle après pose de verres scléraux est passée de 0,3/10 à 6/10 pour le premier malade et de 0,5/10 à 7/10 pour le 2ème patient.

On n'a pas pu adapter tous les malades par des lentilles sclérales en raison d'un grand nombre de patients non coopérants dans notre série (patients trisomiques, population pédiatrique), ainsi que le coût cher et les difficultés de manipulation de ce type de lentille.

- Exemple d'une adaptation d'un hydrops cornéen par lentille sclérale illustré par iconographie :



Figure 38 : Photo clinique montrant la taie de cornée résiduelle à 02 mois du post-opératoire



Figure 39 : Adaptation par lentille sclérale d'un hydrops cornéen au stade cicatriciel

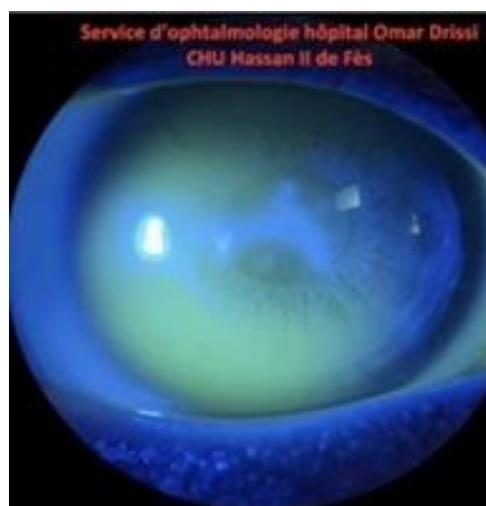


Figure 40: image fluo idéal après pose de lentille sclérale

7.2. Greffe de cornée :

La greffe de cornée constitue le traitement idéal au stade cicatriciel de l'hydrops cornéen. Dans notre série, 46% des patients ont bénéficié d'une kératoplastie transfixiante après un délai moyen de 2ans de l'hydrops cornéen aigu.

Nous n'avons noté aucun cas de rejet de greffe, notamment pas de rejet endothélial.



Figure 41: photo clinique pré opératoire d'un hydrops cornéen au stade cicatriciel

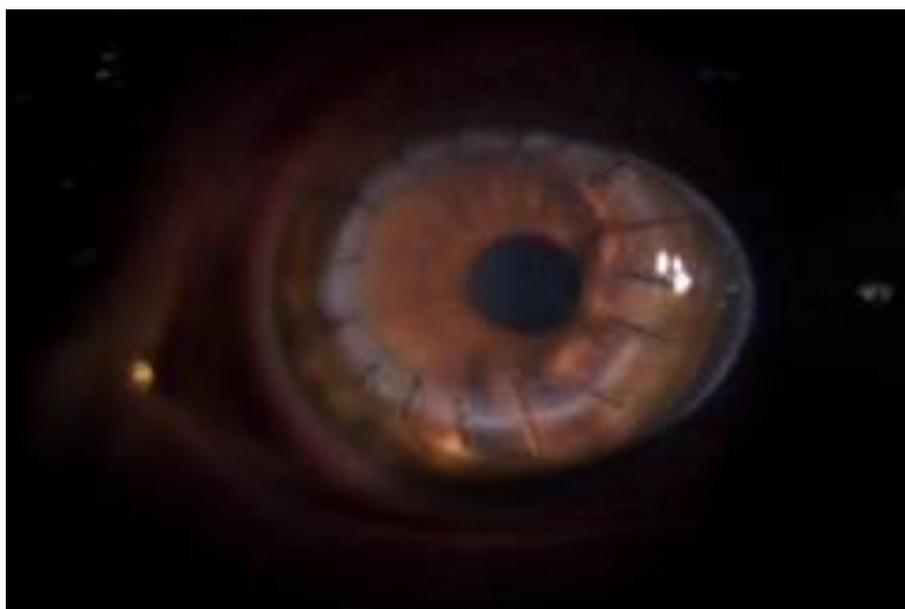


Figure 42: kératoplastie transfixiante à J+15 du post opératoire

DISCUSSION

I- Définition –Historique:

L'hydrops cornéen ou kératocône aigu est une complication rare mais grave qui peut survenir au cours de l'évolution du kératocône . Elle correspond à l'irruption massive d'humeur aqueuse dans le stroma cornéen suite à une rupture de l'endothélio- Descemet avec l'apparition brutale d'un œdème stromal et épithélial [1-4]. Le premier cas d'hydrops aigu dans le kératocône a été décrit par Plaut en 1900, comme une opacité soudaine à l'apex de la cornée due à une rupture de la membrane de Descemet, et qui a ensuite été confirmée par Axenfeld en 1906 [1,2]

II-Physiopathologie :

L'hydrops cornéen implique une rupture de la membrane Descemet et de l'endothélium permettant à l'eau de s'infiltrer dans la cornée, provoquant un œdème stromal et épithélial marqué . L'élasticité de la membrane Descemet provoque l'enroulement des bords et crée un espace où l'eau peut pénétrer dans la cornée [2,5].

La résolution de l'hydrops cornéen implique deux étapes :

- La membrane Descmet détachée doit se rattacher au stroma postérieur, la durée de cette étape dépend de la profondeur du détachement descemt tique
- Ensuite, les cellules endothéliales peuvent s'agrandir et migrer sur l'espace entre les deux bords de la déchirure descmt tique. Le délai de cette étape dépend de la taille de la rupture descmt tique. Selon diverses études, la résolution de l'œdème cornéen survient spontanément entre 5 et 36 semaines [1,4].

Bien que l'hydrops aigu soit généralement spontanément résolutif et que les signes cliniques d'œdème disparaissent généralement après deux à quatre mois, il en résulte une cicatrice cornéenne plus au moins importante altérant la vision et accélérant la nécessité d'une greffe de cornée. Dans certains cas, une néovascularisation

cornéenne peut survenir et cela a des implications importantes sur la prise en charge et le pronostic futurs du patient. Des études antérieures suggèrent que l'œdème près du limbe et la formation d'une fente intrastromale dans les cas d'hydrops cornéen aigu peuvent être considérés comme des facteurs de risque de néovascularisation stromale. Toute réponse inflammatoire associée, qui peut être plus importante chez les patients atopiques, a également été suggérée comme un stimulus potentiel à la néovascularisation cornéenne [4,5].

III– Données épidémiologiques :

1– L'incidence :

La survenue d'un hydrops cornéen au cours du kératocône est relativement rare, estimé à 2,6 à 3 % des patients kératocôniques dans la majorité des séries.

Tableau 3: incidence du kératocône aigu selon différentes séries

Séries	L'incidence
S.J.Tuft [4]	2,8 %
F.Gaskin [10]	3 %
A .Barsam et al [11]	1,63 %
S.Grewal [12]	2,5%
Amsler [13]	2,6 %

2– Sexe :

La majorité des séries de la littérature rapporte la prédominance masculine de l'hydrops cornéen avec un sexe ratio H/F moyen de 1,8, contrairement à notre série , où on a noté la prédominance du sexe féminin de 63% soit un sexe ratio H/F de 0,59 , ce qui rejoint la série de Mohebbi [14], qui a rapporté un sexe ratio H/F de 0,8 .

Tableau 4: sexe ratio dans le kératocône aigu selon différentes séries

Séries	Nombre de cas	Sexe ratio :H/F
A.Lanthier [1]	-	2
S.J.Tuft [4]	147 cas	2,88
A.Barsam [11]	73 cas	3,05
Mohebbi [14]	13 cas	0,8
K.Miyata [16]	30 cas	4
Panda et al [17]	18 cas	2
Yahia [18]	07 cas	1,33
D.Lockington [19]	10 cas	1
R.S.Feder [33]	06 cas	2
NOTRE SÉRIE	43 cas	0,59

3- Age :

L'hydrops cornéen apparait le souvent durant la deuxième et troisième décennies, rarement après 40 ans , l'âge moyen de survenue le plus rapporté dans la littérature est de 22 ans avec une atteinte plus fréquente pour la tranche d'âge entre 15 et 30 ans , ce qui rejoint les résultats de notre série.

Tableau 5: âge moyen de survenue d'hydrops cornéen selon différentes séries

Séries	Nombre de cas	L'âge moyen
Lanthier [1]	-	20-30 ans
N.Sharma [2]	-	20-30 ans
S.J.Tuft [4]	147 cas	22 ans
F.Gaskin [10]	-	25 ans
A.Barsam [11]	73 cas	31,9 ans
Mohebbi [14]	13 cas	38 ans
K.Miyata [16]	30 cas	22 ans
Panda et al [17]	18 cas	22 ans
Yahia [18]	07 cas	29 ans
D.Lockington [19]	10 cas	23,6 ans
R.S.Feder [33]	06 cas	20 ans
Y.A.Akova[46]	35 cas	21 ans
NOTRE SÉRIE	43 cas	21 ans

4- Circonstances de découverte :

Le délai de survenue de l'hydrops cornéen au cours de l'évolution du kératocône n'est pas détaillé dans la majorité des séries , le plus souvent le diagnostic du kératocône est bien établi avant l'apparition de l'hydrops cornéen ; S.J.TUFT [4] et al ont rapporté un délai moyen de 06 ans entre le diagnostic du kératocône et l'épisode aigu qui est l'hydrops cornéen ; A.Barsam et al [11] , dans une séries de 56 cas d'hydrops cornéen, ont rapporté un délai moyen de 8,7 ans avec des extrêmes allant de 1,1 et 15,7 ans.

Dans la série de BARSAM et al [11] publiée en 2015, l'atteinte inaugurale du kératocône aigu est retrouvée dans 13,7% des cas , un pourcentage beaucoup plus élevé est retrouvé dans notre série soit 74,41% des cas , ceci peut être expliquer par le retard de consultation dans notre contexte.

5- Facteurs de risques :

Principaux facteurs de risques :

Il est difficile d'isoler les facteurs de risque de l'hydrops cornéen de ceux du kératocône ; le principal facteur prédisposant d'un hydrops cornéen rapporté dans la littérature est les **frottements oculaires chroniques** impliqué dans 80% des cas des hydrops cornéens [1-4] expliquée par l'action mécanique répétée sur des cornées kératocôniques fragiles. Ainsi , on retrouve une fréquence élevée de conjonctivite allergique , kératoconjonctivite vernale et d'atopie chez les patients présentant un hydrops cornéen [4].

Dans la série de S.J.Tuft et al [4], qui évalue les facteurs de progression vers un hydrops aigu au cours de l'évolution du kératocône, retrouvent que l'hydrops cornéen s'est développé à un taux plus élevé dans les yeux atteints d'une allergie oculaire sévère (kératoconjonctivite vernale ou atopique)que dans les yeux avec une allergie

oculaire minime à type de conjonctivite allergique saisonnière ou une conjonctivite papillaire géante liée au port de lentille de contact ($p < 0,001$) (figure 43)

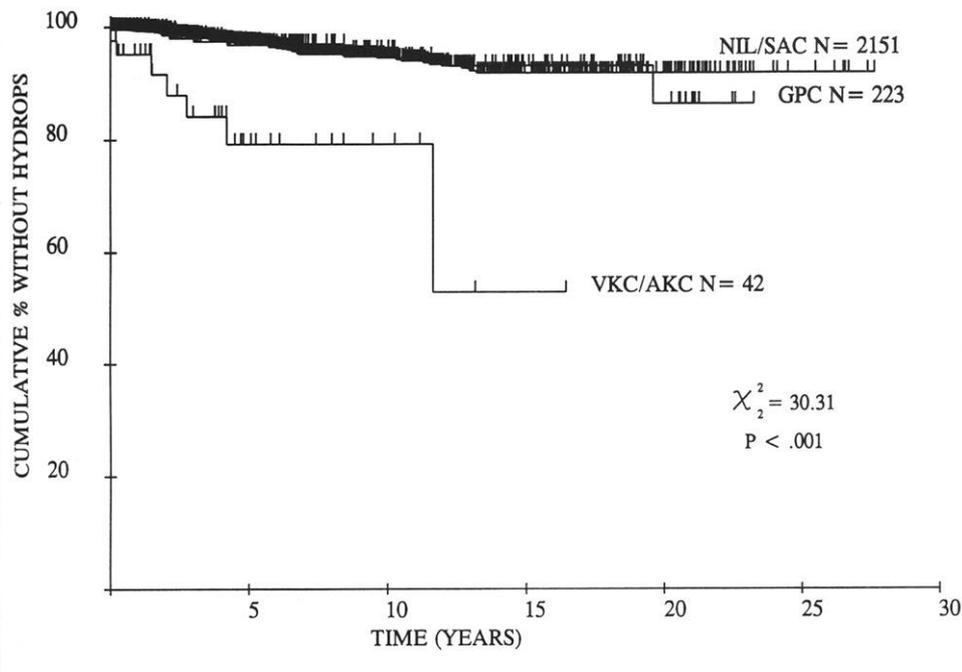


Figure 43 : Temps de développement des hydrops cornéen comparant des groupes de maladies oculaires allergiques associées. Le taux de progression était plus élevé chez les patients atteints d'une maladie oculaire allergique sévère [4].

VKC = kératoconjonctivite vernale ; AKC = kératoconjonctivite atopique ; SAC = conjonctivite anergique saisonnière ; OPC = conjonctivite papillaire géante associée aux lentilles de contact.

Dans la majorité des séries , la prévalence de l'allergie oculaire dans l'hydrops cornéen estimée à 30% en moyenne (tableau 6)

Tableau 6: prévalence de l'allergie oculaire dans différentes séries

Séries	Prévalence de l'allergie oculaire
S.J.Tuft [4]	30%
Yahia [18]	28,57%
R.S.Feder [33]	44%
Y.A.H.Akova [46]	31%
Notre série	55%

D'autres facteurs de risques sont rapportés dans de nombreuses études ; **l'âge précoce du début du kératocône , une acuité visuelle très basse et une kératométrie moyenne plus cambrées** au moment du diagnostic du kératocône [1,2 ,4] , S.J.Tuft et al ont rapporté un risque plus accru de développer un hydrops cornéen au cours de l'évolution du kératocône chez les patient avec un rayon de courbure cornéenne inférieur à 05 mm au moment du diagnostic du kératocône ($p < 0,001$) et/ ou une acuité visuelle selon l'échelle de Snellen plus basse (figure 44) en comparant deux groupes d'études ; un groupe de yeux kératocônique ayant développer un hydrops cornéen avec un groupe témoin [4].

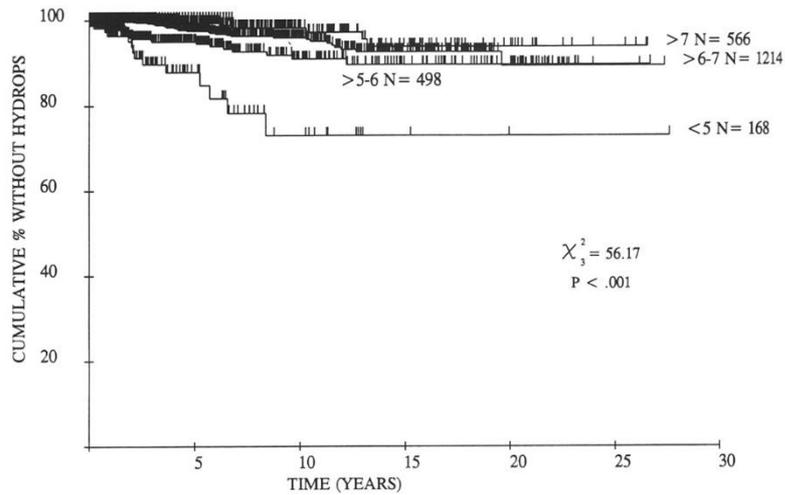


Figure 44 : Temps de développement de l'hydrops pour un rayon minimum de courbure cornéenne (en millimètres) au moment du premier examen. Une progression significativement plus importante n'était présente que chez les patients ayant un rayon cornéen de 5 mm ou moins.

N = nombre inclus par groupe

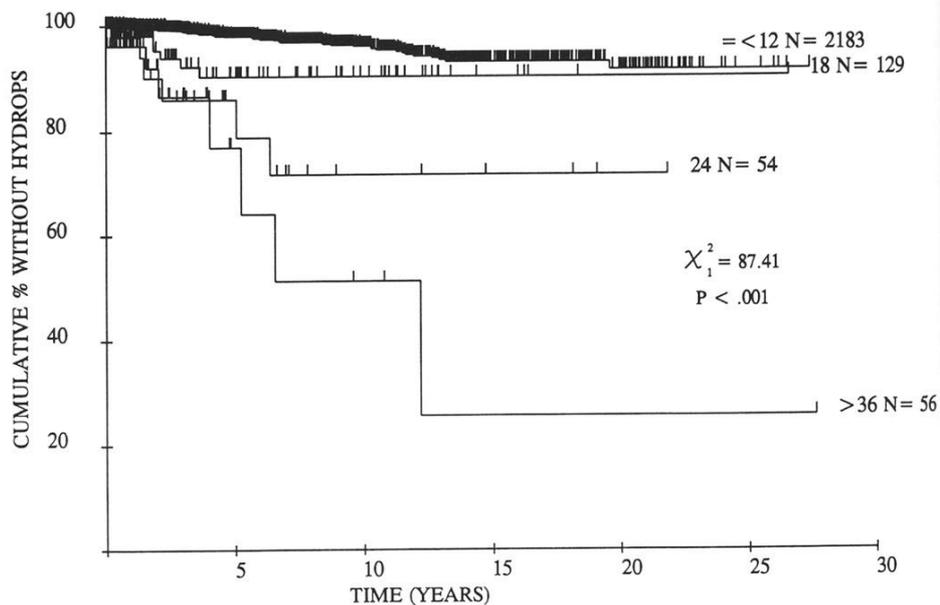


Figure 45: Temps de développement d'hydrops cornéen pour différentes acuités visuelles corrigées avec l'échelle de Snellen au moment du premier examen.

36 N = patients avec une acuité visuelle Snellen de 6/36 (20/ 120)

Origine ethnique :

Bien qu'une variation ethnique de la prévalence du kératocône soit bien établie, peu d'études ont spécifiquement identifié des associations ethniques avec le développement d'hydrops aigu dans le kératocône. Dans une étude récente réalisée en Nouvelle-Zélande, où le kératocône est l'indication la plus courante de greffe de cornée, les auteurs ont noté une association positive entre le développement du kératocône aigu et l'ethnicité du Pacifique, et une association négative avec l'ethnicité européenne [1,10,15].

A.Barsam et al [11] ont rapporté une proportion significativement plus élevée de patients signalés comme sud-asiatiques ou noirs que dans la population générale pour le Royaume-Uni en 2011. Chez les patients signalés comme étant d'Asie du Sud-Est, l'incidence estimée de l'hydrops chez les sujets blancs était de 0,07 pour 100 000 par rapport à une incidence estimée de 0,32 pour

100 000 pour les sujets sud-asiatiques et de 0,37 pour les sujets noirs, de sorte que les sud-asiatiques et les sujets noirs semblent être beaucoup plus à risque d'hydrops que les sujets blancs (rapport de taux 4,21 (2,21, 7,87) et 4,87 (1,85, 10,95), respectivement).

Tableau 7: Répartition ethnique de 64 patients atteints d'hydrops cornéen aigu signalés dans l'intervalle de 12 mois de novembre 2009 à décembre 2010 par rapport à la population d'Angleterre et du Pays de Galles, d'Écosse et d'Irlande du Nord lors du recensement britannique de 2011.

<i>Ethnicity</i>	<i>Study, No. (%)</i>	<i>UK Census data 2011, No. (%)</i>	<i>Incidence (per 10⁵)</i>	<i>95 % confidence interval</i>
White	42 (65.6)	55 088 140 (87.2)	0.07	0.055, 0.103
Asian ^a	14 (21.9)	4 359 198 (6.9)	0.32	0.176, 0.539
Black	7 (10.9)	1 883 759 (3.0)	0.37	0.149, 0.766
Mixed or other	1 (1.6)	1 824 725 (2.9)	0.05	0.001, 0.305

Abbreviation: No., number.

^a All cases were South Asian (7 Indian, 2 Bangladeshi, and 5 Pakistani).

D'autres auteurs n'ont pas rapporté un lien entre le développement de l'hydrops cornéen et l'ethnicité [4,2,12].

Autres :

La majorité des séries , retrouve une prévalence plus élevée du **syndrome de Down** (trisomie 21) dans l'hydrops cornéen (tableau 8)

Tableau 8: prévalence du syndrome de Down selon les différentes séries

Séries	Prévalence du syndrome de Down
S.J.Tuft [4]	7,9%
M.Mohebbi [14]	23,07%
Yahia [18]	14,28%
NOTRE SERIE	32%

Les résultats de notre série concordent avec ceux de la littérature , avec la présence de différents facteurs de risques presque chez tous nos patients , essentiellement l'âge précoce du début du kératocône retrouvé dans 65% des cas , suivi par la conjonctivite allergique sévère dans 55% des cas.

6- Délai de consultation :

La symptomatologie clinique de l'hydrops est aigue et alarmante incitant à une consultation en urgence , le délai moyen de consultation retrouvée dans la majorité des séries publiées est de 2,8 jours [18], un délai plus lent est rapporté dans la série de A.Panda [17] de $8,5 \pm 2,3$ jours.

IV– Etude clinique :

1– Signes fonctionnels :

Les signes fonctionnels de l'hydrops cornéen sont communs ; œil rouge douloureux avec baisse d'acuité visuelle , larmoiement et photophobie chez tous les patients [1–4].

2– Latéralité :

Dans la plupart des études , il n'y a pas de différence significative entre l'atteinte des deux yeux. L'atteinte bilatérale est relativement rare , un grand pourcentage est rapporté dans la série de S.J.Tuft et al [4] , incluant 147 cas d'hydrops cornéen , et qui ont retrouvé une atteinte bilatérale chez 23 patients soit 15,64% ; dans la série de A.Barsam et al [11] portant sur 73 cas , un hydrops cornéen bilatéral est noté chez 09 patients soit 12,32% des cas, avec une récurrence sur le même œil dans 8,21% des cas , dans les deux séries , l'atteinte des yeux est différée avec un intervalle libre d'en moyenne de 03 ans. Dans notre série , l'atteinte bilatérale est retrouvée chez un seul patient soit 2,32% des cas avec un intervalle d'un an entre l'atteinte des deux yeux.

Tableau 9: la latéralité selon différentes séries

Séries	Œil droit	Œil gauche	Atteinte bilatérale
S.J .Tuft [4]	57,8%	42,16%	15,64%
A.Barsam [11]	46,25%	41,43%	12,32%
NOTRE SÉRIE	55,83%	41,85%	2,32%

3- L'acuité visuelle :

L'acuité visuelle est généralement très basse en cas d'hydrops cornéen , variant entre <mouvements des doigts> et <compte les doigts à des mètres>, à cause de l'œdème cornéen [1-4].

4- L'examen bio microscopique :

Le diagnostic de l'hydrops cornéen est évident cliniquement , surtout si le patient est connu kératocônique, il est marqué par une hyperhémie conjonctivale diffuse , un œdème de cornée classé bio microscopiquement en 3 grades en fonction de la taille de l'œdème.

Grade clinique du kératocône aigu :

- √ **Grade 1 : œdème cornéen inférieur à 03 mm**
- √ **Grade 2 : œdème cornéen entre 03-05 mm**
- √ **Grade 3 : œdème cornéen supérieur à 05 mm**

Dans la majorité des séries publiées, l'hydrops cornéen grade 3 est le grade clinique le plus fréquent, avec un total de 100% dans les série de A.Panda et al [17] portant sur 18 cas d'hydrops cornéen et celle de D.Lockington [19] , dans la série de K.Miyata et al [16] portant sur 30 cas d'hydrops cornéen, le grade 3 est rapporté dans 66,66% des cas, grade 2 dans 16,66% des cas et grade 1 dans 6,66% des cas ; le grade 1 étant le moins retrouvé dans la littérature , ce qui rejoint les résultats de notre série.

Tableau 10: grade clinique de l'hydrops cornéen selon différentes séries

Séries	Grade clinique de l'hydrops cornéen		
	Grade 1	Grade 2	Grade 3
K.Miyata [16]	6,66%	16,66%	66,66%
A.Panda [17]	–	–	100%
D.Lockington [19]	–	–	100%
NOTRE SERIE	7%	35%	58%

5- OCT du segment antérieur : OCT-SA

Le diagnostic du kératocône aigu est évident à l'examen biomicroscopique, par ailleurs, l'OCT du segment antérieur occupe une place importante dans le diagnostic, le traitement et le suivi de l'hydrops cornéen.

IL permet de :

- ✓ Mesurer l'œdème cornéen
- ✓ Visualiser la rupture de la membrane descemet
- ✓ Guider le choix de l'attitude thérapeutique
- ✓ Suivre l'évolution de l'hydrops cornéen après traitement
- ✓ Évaluer la cicatrisation cornéenne.
- ✓ Et récemment, identifier les patients kératocôniques à haut risque d'hydrops

+++

L'OCT-SA est une technique d'imagerie du segment antérieur non invasive qui utilise un principe d'interférométrie à basse cohérence pour offrir in vivo des coupes sagittales reconstruites des structures tissulaires. Depuis les premières images du segment antérieur réalisées au milieu des années 1990, l'OCT-SA s'est rapidement développé avec de très nombreuses applications dans les pathologies du segment

antérieur [7,20]. Des images de kératocône aigu ont été récemment décrites en IVCM ainsi que sur des coupes sagittales en OCT-SA [8,9]. Ces dernières ont permis de montrer que la taille de la brèche de la membrane de Descemet est corrélée à la durée de résorption de l'œdème cornéen et de suivre les différentes étapes de sa cicatrisation. Très récemment, Sandali et al. ont aussi proposé une nouvelle classification en OCT-SA du kératocône en cinq stades évolutifs dont le **stade 5A** correspond à l'hydrops cornéen récent et 5B à l'hydrops au stade cicatriciel [21].

Au stade précoce 5A, on retrouve de larges lacunes intra-stromales communiquant avec la chambre antérieure à travers une rupture de la membrane de Descemet et associées à un œdème épithélial [21].

Au stade tardif : disparition progressive de l'œdème stromal laissant place à une fibrose et une cicatrice panstromale aspect résiduel de rupture de la membrane de Descemet [21].

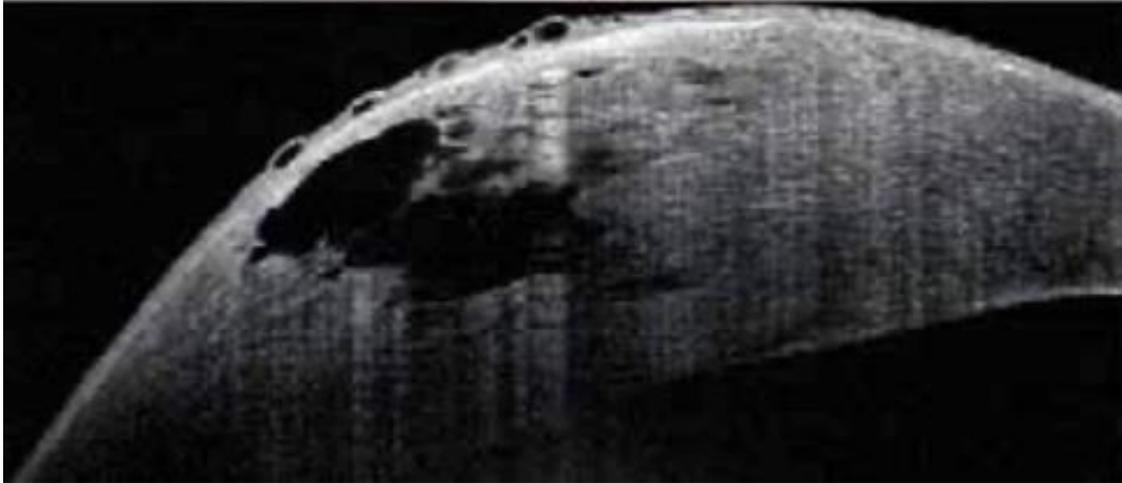


Figure 46: Kératocône stade 5A : hydrops cornéen aigu [7]



Figure 47: kératocône stade 5B : hydrops cornéen cicatriciel [7]

Une publication récente de l'équipe de S.Kahel et al [20], a étudié les caractéristiques morphologiques de l'hydrops cornéen en analysant les images « en face » obtenues en OCT de segment antérieur (OCT-SA) ; Il s'agit d'une série de kératocône aigu examinés à différents stades évolutifs par OCT-SA <en face>, respectivement après 1 jour, 1 semaine, 3 semaines et 6 mois , avec un examen en microscopie confocale in vivo (IVCM) et une analyse histologique de la cornée après kératoplastie transfixiante chez un patient. Les résultats de cette étude ont montré que l'œdème précoce du kératocône aigu correspond à de multiples microkystes épithéliaux associés à de grandes lacunes intra-stromales. Ensuite, parallèlement à la disparition de ces microkystes et des lacunes, l'OCT « en face » a mis en évidence des cicatrices sous-épithéliales prenant la forme d'opacités linéaires faiblement réfléchives, fines et entrecroisées. Dans les stades plus tardifs, ces opacités s'élargissent pour former un réseau dense sous-épithélial. Ces aspects sont concordants avec ceux observés en histologie et en IVCM. L'OCT « en face » a permis d'analyser précisément les changements tissulaires impliqués dans l'hydrops cornéen. Au-delà d'une meilleure compréhension de cette complication rare du kératocône, cette nouvelle imagerie permet d'identifier des anomalies structurelles favorisant la survenue d'un hydrops cornéen chez les patients atteints de kératocône [20].

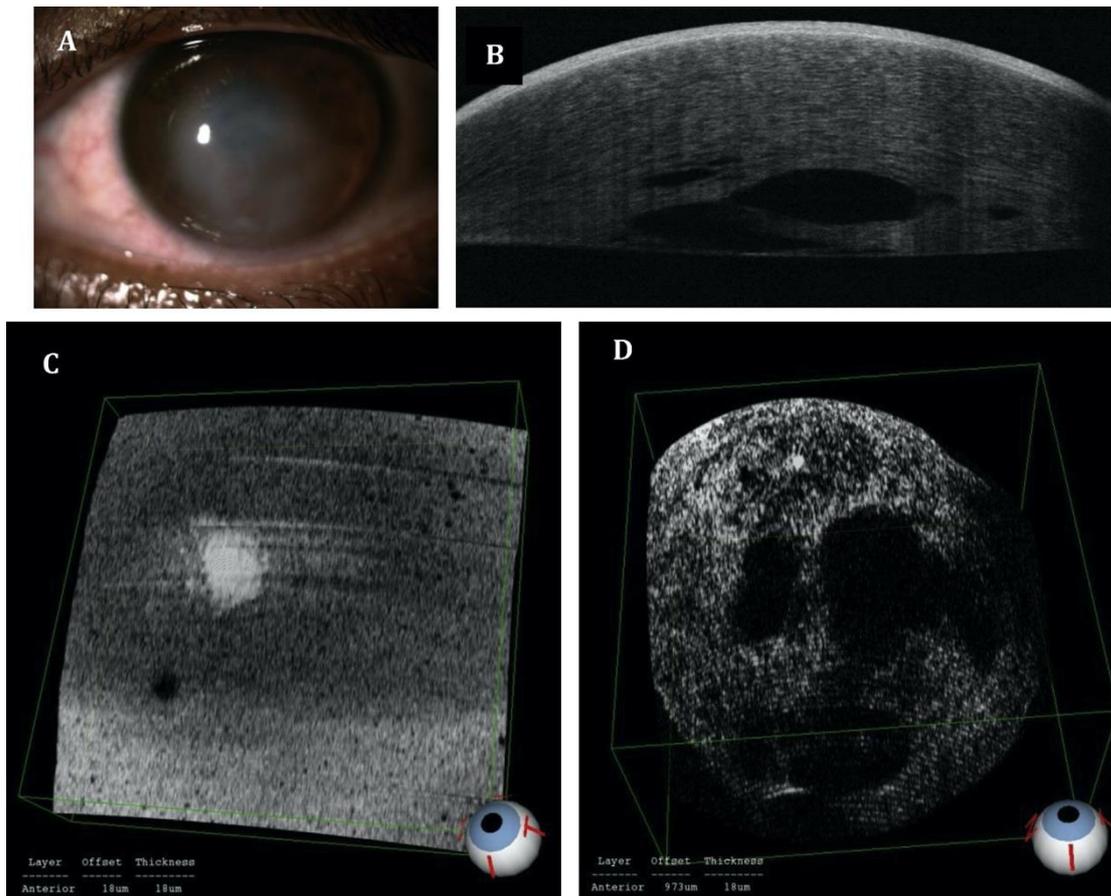


Figure 48: Hydrops aigu à j1 chez un homme de 29 ans [20].

- A. Photographie du segment antérieur. Œdème cornéen et cercle périkératique.
- B. OCT en coupe sagittale. Important œdème cornéen et lacunes intra-stromales de 200 à 1100 μm .
- C. OCT « en face » de l'épithélium cornéen. Multiples microkystes intra-épithéliaux de 10 à 150 μm .
- D. OCT « en face » du stroma cornéen. Grandes lacunes intra-stromales de 200 à 400 μm à bords nets avec tendance à la confluence en grandes bulles d'approximativement 1000 μm .

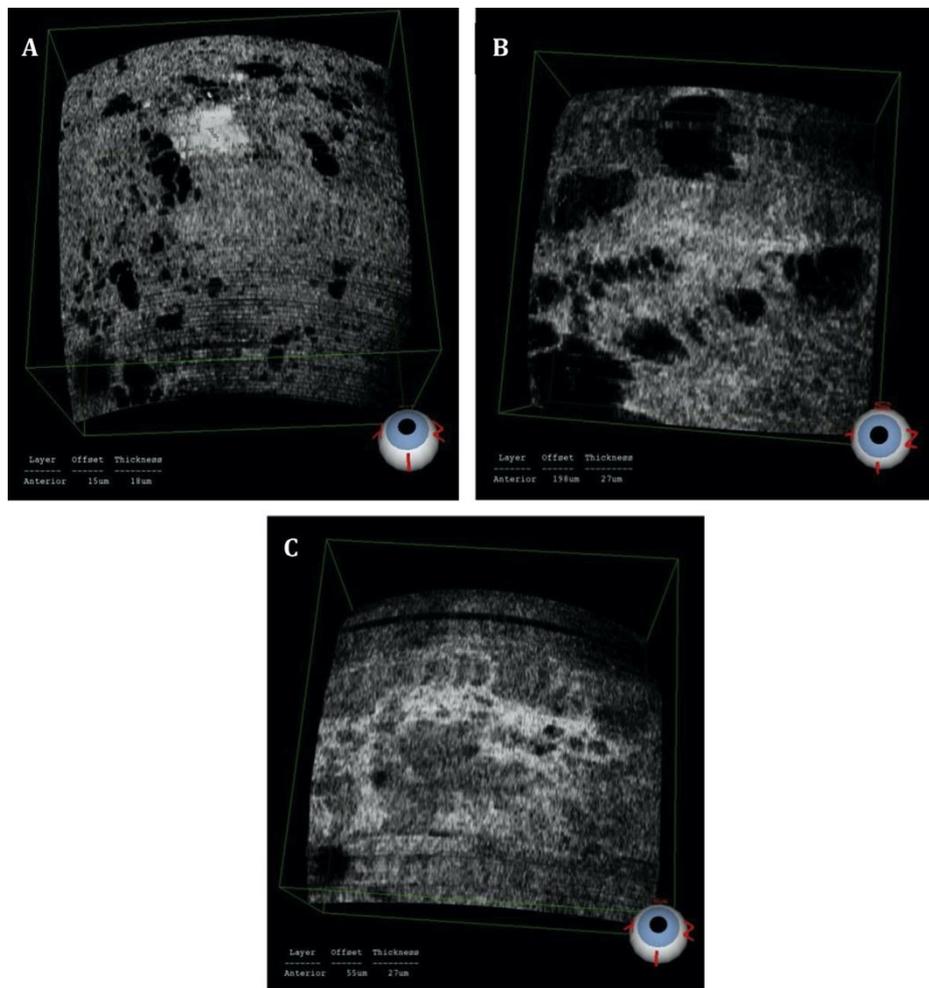


Figure 49: Hydrops à 1 semaine d'évolution chez un adolescent de 15 ans [20].

- A. OCT « en face » de l'épithélium cornéen. Multiples logettes micro kystiques de 50 à 250 um.
- B. OCT « en face » du stroma cornéen. Lacunes stromales antérieures de 250 à 800 um à bords nets et sans tendance à la confluence.
- C. OCT « en face » au niveau sous-épithélial. Début de fibrose sous-épithéliale sous forme de zones hyper-réfléctives linéaires et entrecroisées.

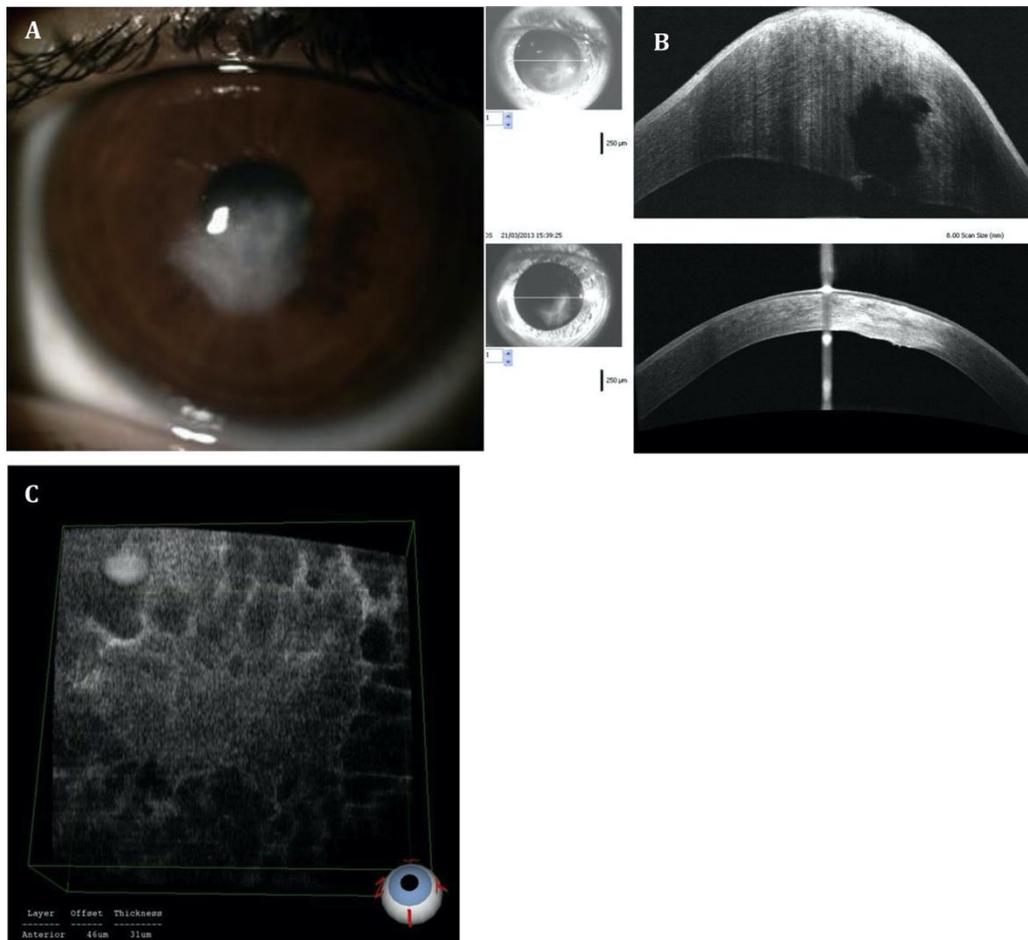


Figure 50: Hydrops après quatre mois d'évolution [20].

A. Photo du segment antérieur. Opacité stromale profonde diffuse.

B. OCT-SA en coupe sagittale. Fermeture de la brèche endothélio-descémétique et disparition de l'œdème de cornée.

C. OCT «en face» au niveau sous-épithélial. Épaississement des plis sous-épithéliaux et densification du réseau de fibrose.

6- Microscopie confocale in vivo :

La microscopie confocale in vivo est une technique non invasive permettant d'obtenir des images de haute résolution de la cornée de l'ordre d'un micron , décrite la première fois par Marvin Minsky en 1955 , de plus en plus utilisée en pratique clinique [22].

Dans le kératocône aigu , toutes les couches de la cornée peuvent être atteintes [23,24] ; l'épithélium est diversement atteint suivant l'intensité et l'ancienneté de l'hydrops , il existe une atrophie réduisant l'épithélium à deux ou trois assises cellulaires au lieu de six ou sept habituelles. Cette perte de l'architecture normale de l'épithélium se produit classiquement au détriment des couches basales et moyennes Cette perte de l'architecture normale de l'épithélium se produit classiquement au détriment des couches basales et moyennes [25]. La dégénérescence précoce des cellules basales épithéliales est responsable de l'apparition de zones de rupture de la membrane basale épithéliale et de la couche de Bowman en regard [23]. Cette dernière perd sa structure homogène, prend un aspect fibrillaire avec des épaisissements localisés, des plicatures et des ruptures comblées par du tissu conjonctif fibreux cicatriciel ou des cellules épithéliales. Ces lignes cicatricielles superficielles ont souvent un aspect réticulaire [25]. Des lacunes intra-stromales peuvent être observées à la lampe à fente [25]. La membrane de Descemet présente différents types de lésions. Il s'agit de déformations, parfois d'encoches et de ruptures en coup d'ongle [26]. Une rupture localisée de la membrane de Descemet caractérise l'hydrops cornéen et est responsable d'un œdème cornéen aigu. Les cicatrices profondes résultent des ruptures de la membrane de Descemet après les poussées de kératocône aigu.

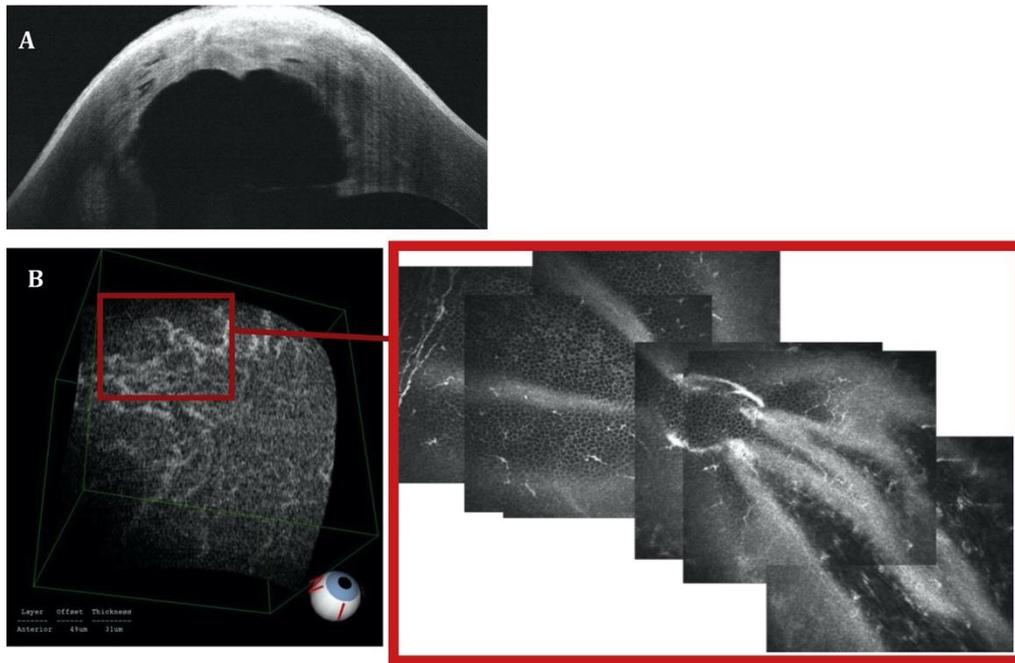


Figure 51: Hydrops à trois semaines d'évolution chez un homme de 20 ans [20].

- A. OCT en coupe sagittale. Rupture de l'endothélio-Desemet avec un important œdème cornéen et une volumineuse lacune intra-stromale.
- B. Corrélacion entre l'OCT «en face» et la microscopie confocale in vivo (IVCM) au niveau sous-épithélial. Multitude de plis et épaisissements de la couche de Bowman organisés en un réseau fibrillaire (OCT « en face ») correspondant aux multiples travées hyper-réfléctives derrière la couche cellulaire basale de l'épithélium cornéen (IVCM).

Dans la littérature, les études du kératocône aigu par microscopie confocale in vivo sont peu nombreuses , généralement à propos d'un seul cas [27-28] , une première étude prospective sur l'hydrops cornéen par microscopie confocale in vivo a été publiée par l'équipe de D.Lockington et al [19] et qui a évalué également le risque de néovascularisation cornéenne secondaire suite à la présence prolongée de cellules inflammatoires dans l'hydrops cornéen.

Il s'agit d'une série de 10 cas d'hydrops cornéen ,suivi du diagnostic jusqu'au résolution de l'œdème cornéen ,par microscopie confocale et qui a objectivé la présence des cellules rondes hyper-réfléchissantes dans l'épithélium et le stroma dans 40% des cas , des cellules ramifiées allongées avec de petits corps cellulaires ont été notées dans le stroma antérieur dans 20% des cas à 6 et 12 semaines, respectivement. Trois mois après l'épisode aigu, ils ont noté la présence également des cellules stromales inhabituelles avec de grands corps cellulaires mouchetés et des processus cellulaires ramifiés allongés chez 02 cas. Les deux cas ont ensuite développé une néovascularisation cornéenne [19].

Une étude plus approfondie de cette association potentielle pourrait permettre d'identifier les patients à risque de néovascularisation cornéenne.

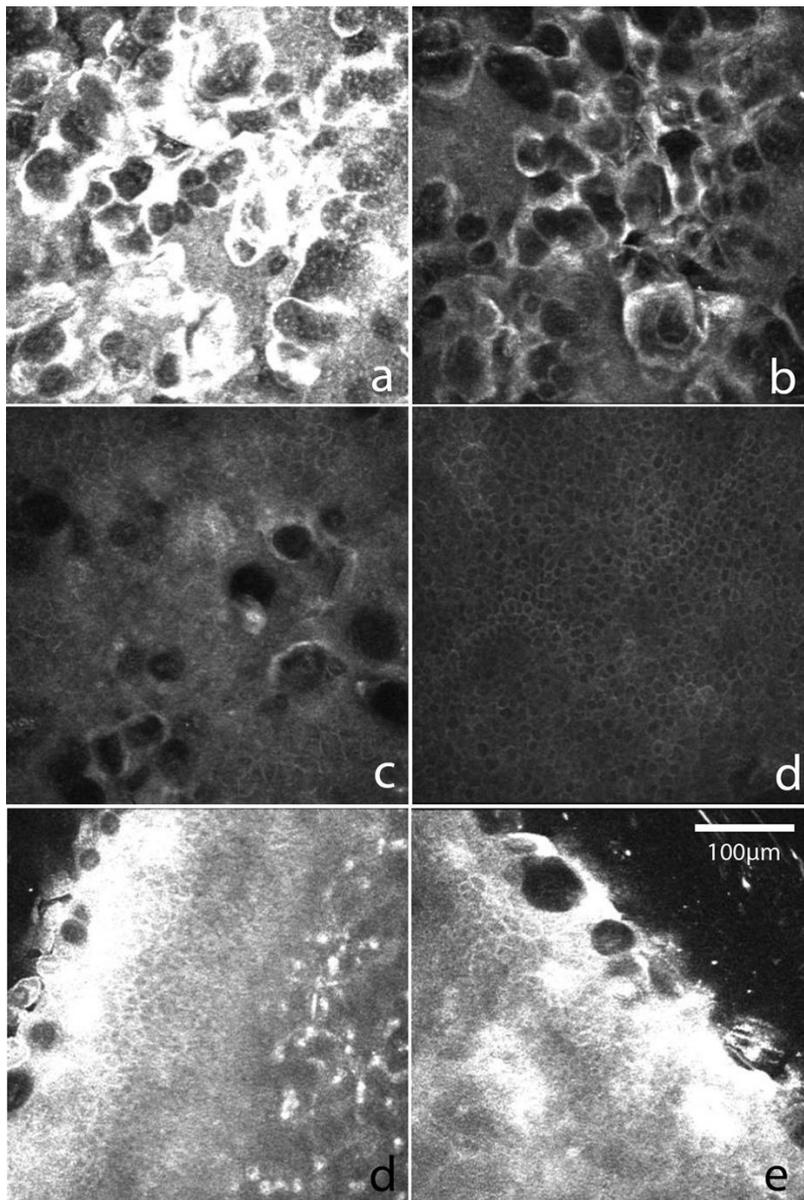


Figure 52: Images de microscopie confocale in vivo montrant des bulles épithéliales cornéennes dans les couches cellulaires superficielles et intermédiaires (A-C).

Les bulles sont absentes au niveau de l'épithélium basal (D). Coupes obliques (E, F) montrant des bulles intraépithéliales principalement localisées au niveau de l'épithélium superficiel et des couches de cellules intermédiaires [19].

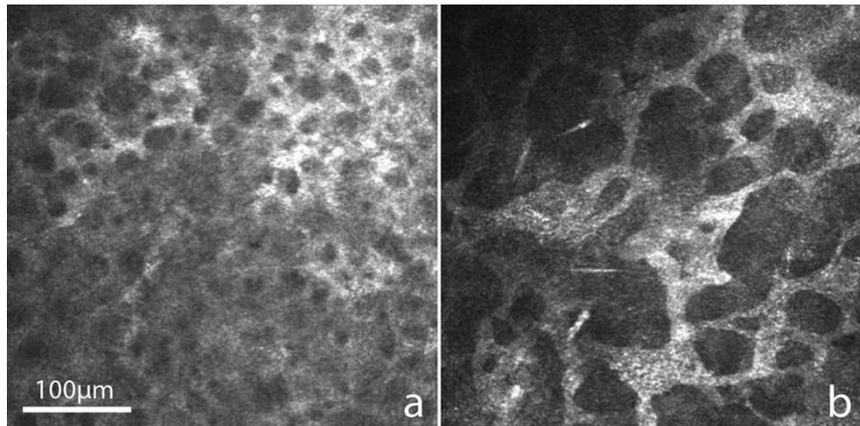


Figure 53: Images de microscopie confocale in vivo montrant des kératocytes avec des corps cellulaires réfléchissants, des bordures cellulaires bien définies et des lacunes intercellulaires dans le stroma antérieur (A) et le stroma moyen (B) [19].

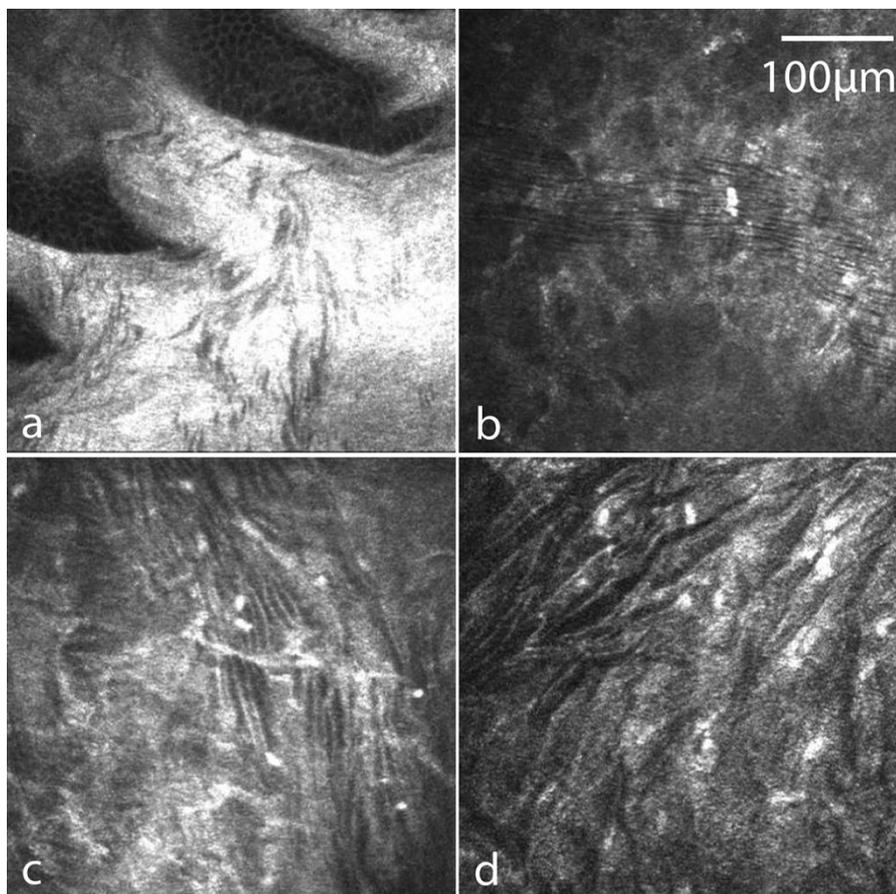


Figure 54 : Images de microscopie confocale in vivo montrant des microplis dans le stroma antérieur et moyen [19].

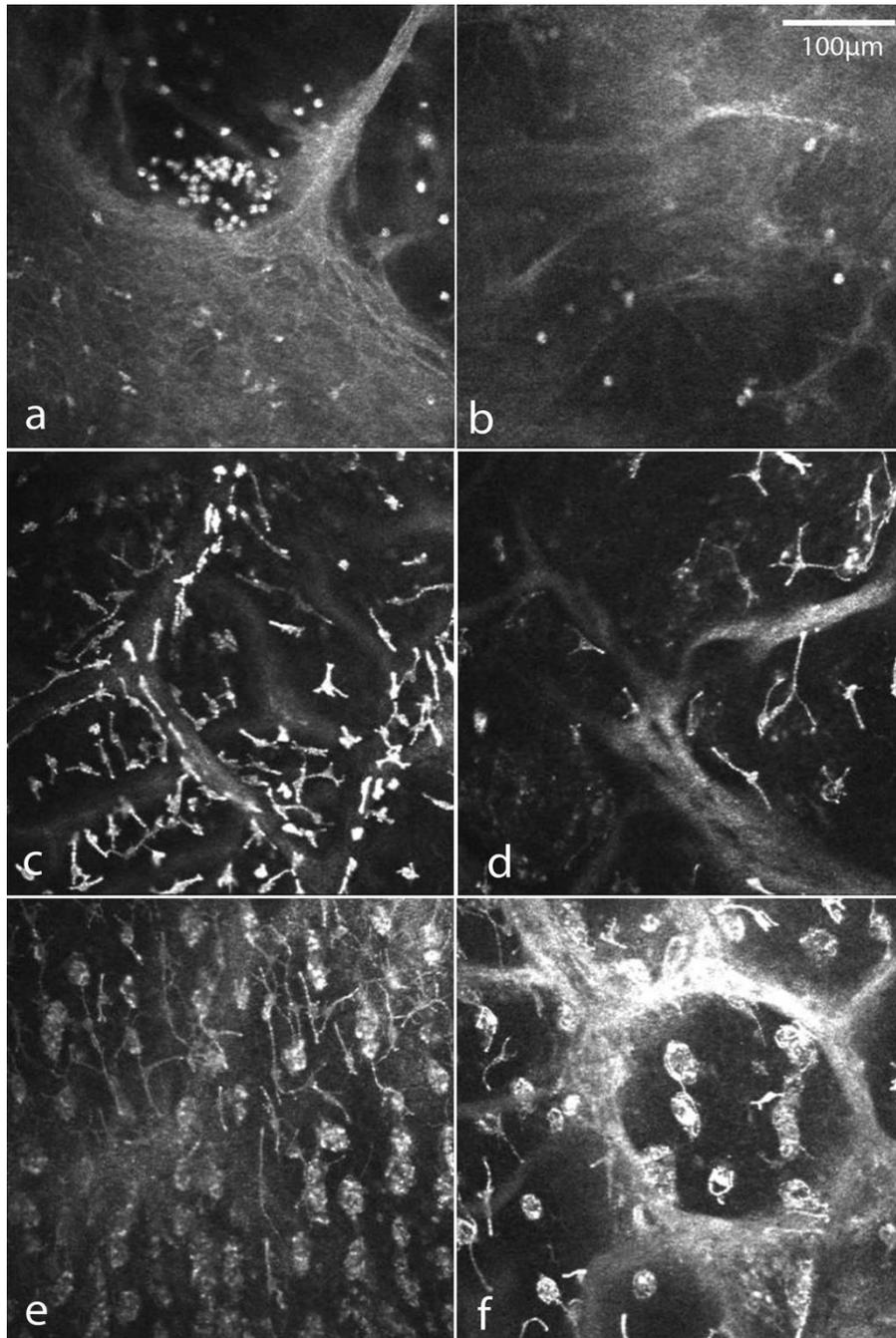


Figure 55 : Images de microscopie confocale in vivo montrant des cellules rondes hyper-réfléchissantes (A, B), des cellules de ramification allongées (C, D) et des cellules avec de grands corps mouchetés et des processus de ramification allongés (E, F) [19].

V- Traitement :

Depuis sa première description en 1900, de nombreuses thérapies ont été décrites pour le traitement du kératocône aigu. L'amélioration de la compréhension de la physiopathologie de cette affection et les nouvelles modalités d'imagerie ont conduit à l'émergence de nouvelles stratégies thérapeutiques ces dernières années. Comme mentionné précédemment, l'hydrops cornéen est une affection spontanément résolutive qui se résout généralement sans intervention en quelques semaines à quelques mois. Au cours de cette période de cicatrisation, les patients souffriront à un degré variable de douleur, d'inconfort et d'acuité visuelle réduite. De plus, une durée plus longue de l'œdème a été associée à un taux plus élevé de complications telles que la néovascularisation cornéenne [1-2]. Par conséquent, les principaux objectifs des schémas thérapeutiques sont d'améliorer le confort, d'accélérer la récupération, de minimiser les complications et de restaurer la meilleure acuité visuelle corrigée. Les options de traitement peuvent être divisées en 3 groupes principaux : conservateur, médical et chirurgical

1- Traitement conservateur :

Le traitement conservateur consiste en une simple observation et une lubrification topique pour augmenter le confort du malade. Il a également été rapporté que les patchs compressifs et les lentilles de contact bandées améliorent le confort et réduisent la douleur. Cependant, les lentilles de contacts doit être utilisé avec prudence en raison du risque accru d'infections secondaires en cas d'épithélium compromis [12,29].

2- Traitement médical :

Le traitement médical de l'hydrops cornéen comprend des corticostéroïdes topique, des cycloplégiques, des antibiotiques et des hypotonisants topiques. Les traitements médicaux apportent principalement un soulagement symptomatique pour permettre une résolution spontanée de l'œdème cornéen. Les antibiotiques topiques sont recommandés pour réduire le risque d'infection secondaire en cas d'épithélium compromis [12]. Les stéroïdes topiques sont utilisés pour réduire l'inflammation et éventuellement prévenir ou diminuer le risque de néovascularisation cornéenne, les agents hypertoniques pour réduire l'œdème intrastromal et les cycloplégiques pour réduire la douleur oculaire. Les collyres topiques hypotonisants diminuent les forces hydrodynamiques sur la cornée postérieure, et donc l'œdème cornéen [10,12,29]. Bien que ces traitements soient largement prescrits dans le kératocône aigu, il existe peu de preuves d'une véritable efficacité. Rowson et al. [30] ont trouvé que les corticostéroïdes topiques sont inefficaces pour arrêter la progression de la néovascularisation stromale dans l'hydrops aigu. En revanche, les Anti-VEGF sous-conjonctivaux et topiques semblent être une voie prometteuse. Certaines études ont montré des résultats très intéressants pour limiter la progression et réduire la néovascularisation cornéenne ; [31,32] cependant, d'autres études sont nécessaires pour étudier le rôle des anti-VEGF dans la prise en charge de la néovascularisation réfractaire secondaire au kératocône aigu.

Toutes les études publiées sur les résultats du traitement médical seul dans le kératocône aigu , confirment que le délai de récupération et de résorption de l'œdème cornéen est plus lent , il est de 60 jours en moyenne [1,2,10,16,17]; Notre étude a également objectivé ceci , avec un délai moyen de 55 jours.

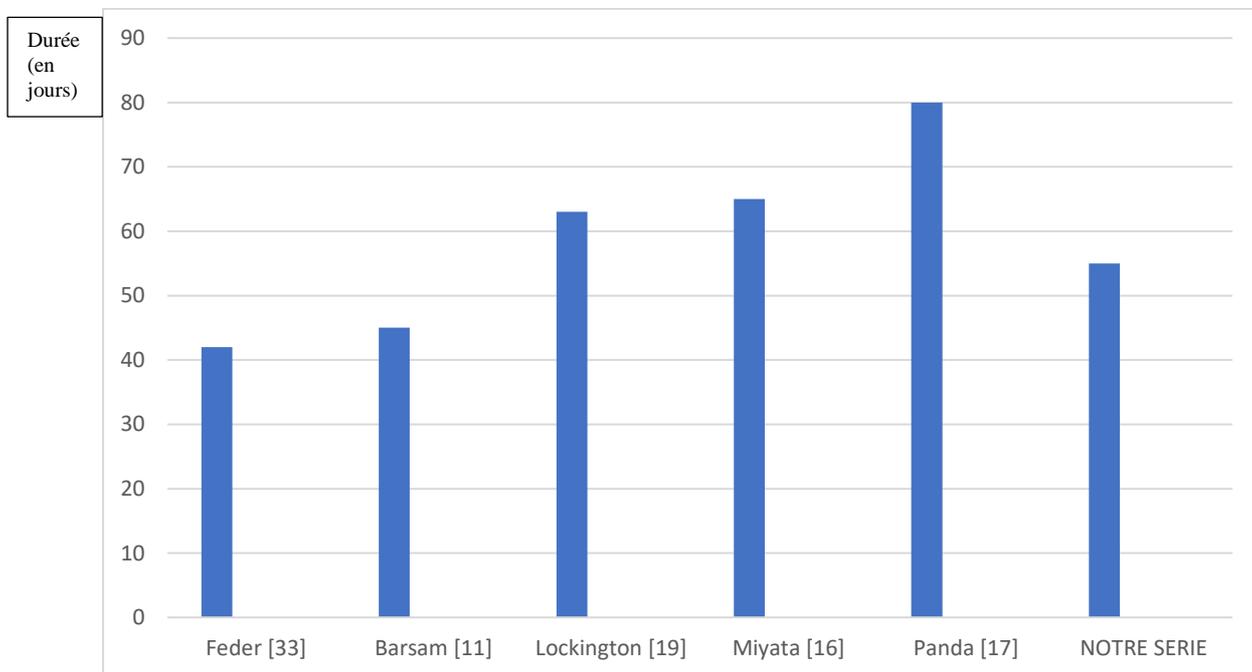


Figure 56 : délai moyen de resorption de l'œdème cornéen après traitement médical seul selon différentes séries

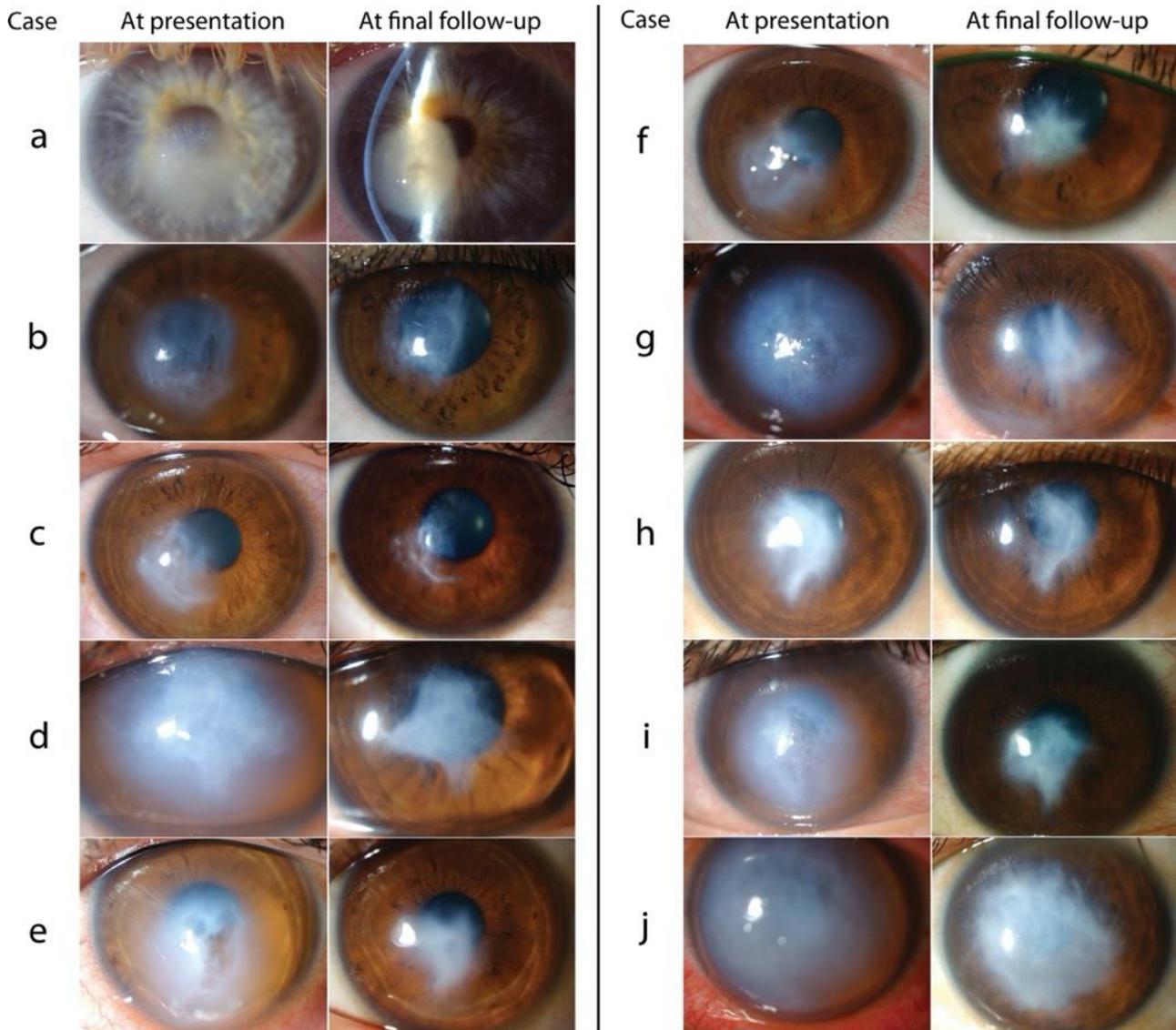


Figure 57: photos cliniques de multiples cas d'hydrops cornéen à l'admission (à droite) et après résolution de l'œdème sous traitement médical seul (à gauche) [19]

3- Traitement chirurgical :

Le traitement chirurgical du kératocône aigu comprennent [1,2] :

- √ Les injections intracam rulaires d'air ou de gaz (pneumodescemetopexie),
- √ Les sutures cornéennes compressives
- √ Procédure combinée : sutures cornéenne compressives avec injection intracamérulaire d'air ou de gaz
- √ La greffe de membrane amniotique avec cautérisation,
- √ Les adhésifs tissulaires au cyanoacrylate en cas de perforation cornéenne de petite taille
- √ La kératoplastie lamellaire antérieure profonde
- √ la kératoplastie transfixiante, rarement indiquée en phase aigu e de l'hydrops coréen , nécessaire en cas d'œdème extensif non résolutif, une perforation cornéenne ou en cas de néovascularisation cornéenne.

En phase cicatricielle de l'hydrops coréen , la kératoplastie transfixiante constitue le traitement optimal.

Injection intra camérulaire d'air ou de gaz :

De nombreux types de gaz ont été essayés pour les injections intracam rulaires dans le traitement du kératocône aigu ; ceux-ci comprennent : l'air, l'hexafluorure de soufre (SF6), le perfluoropropane (C3F8) . Il a été démontré que les injections réduisent la durée de l'œdème coréen et accélèrent la guérison. La présence de gaz dans la chambre antérieure crée un effet de tamponnement empêchant la pénétration aqueuse dans le stroma coréen, et favorise le rapprochement et le rattachement de la membrane du Descemet, de plus, il étire les bords enroulés de la déchirure descemétique et rapproche ces bords pour faciliter la migration des cellules endothéliales sur le stroma exposé.

La procédure est effectuée au bloc opératoire , dans des condition d'asepsie rigoureuse, la technique typique comprend [2]:

- √ Une constriction pupillaire préopératoire par instillation topique de pilocarpine à 2 % à des intervalles de 15 à 20 minutes 1 h avant l'intervention chirurgicale pour éviter toute lésion peropératoire du cristallin ;
- √ Paracentèse de la chambre antérieure avec une aiguille de calibre 26 ou 27 gauge ;
- √ Aspiration de 0,1 à 0,2 ml d'humeur aqueuse et injection d'air ou du gaz (concentration non expansive de 14 % de C3F8, concentration non expansive de 20 % de SF6, air stérile) suffisante pour remplir les deux tiers de la chambre antérieure. [1-3,13,14] . Des injections itératives peuvent être nécessaire surtout en cas d'injection intra camérulaire d'air.



Figure 58: hydrope cornéen traité par injection intra camérulaire du gaz C3F8 dilué à

14%

Tableau 11: Caractéristiques physiques des gaz intraoculaires [34]

Nom	Formule brute	Masse molaire	Expansion	Phase d'expansion maximale /totale	Demi-vie	Longévité	Concentration non expansive
Hexafluorure De soufre	SF ₆	146	x 2 à x 2,5	6 heures/ 24 heures	52 à 60 heures	10-14 jours	18 à20% Disparaît en 15 jours
Perfluoropropane (octafluoropropane)	C ₃ F ₈	188	x 4	6 heures/ 3 jours	4 à 6 jours	55-70 jours	12%à17% Disparaît en 70 jours

En postopératoire, le patient doit rester en décubitus dorsal autant que possible pendant 1 à 2 semaines, avec prescription des antibiotiques topiques, une solution saline hypertonique et des stéroïdes. Un traitement hypotonisant peut être nécessaire pour éviter toute élévation de la pression intraoculaire (PIO). En cas de persistance de l'œdème, des injections répétées sont administrées. Les complications postopératoires comprennent l'élévation de la PIO, l'infection, les lésions endothéliales et la migration intrastromale de gaz [5,16].

Plusieurs études ont été publiées sur l'efficacité et la sûreté de l'utilisation d'air ou de gaz en intra camérulaire pour le traitement de l'hydrops cornéen aigu

Dans une étude rétrospective comparative de Miyata et al [16] , portant sur 30 cas d'hydrops cornéen dont 09 patients ont été traité par injection intra camérulaire de 0,1 ml d'air et 21 patients mis sous traitement médical conventionnel ; ils ont noté une résorption plus rapide de l'œdème cornéen avec un délai moyen de 20 ± 09 jours après traitement chirurgical contre $64,7 \pm 34,6$ jours après traitement conservateur ; cependant, la plupart des patients du groupe d'injection intracamérulaire avaient besoin de deux injections répétées ou plus d'air. Pour éviter les injections multiples,

d'autres auteurs ont proposé des gaz non expansifs de longue durée ; Panda et al. [17] ont montré que le SF6 dilué à 20 % est également efficace pour réduire le temps de récupération dans le kératocône aigu (délai moyen de 20 jours) ,avec moins de patients nécessitant plusieurs injections. Cependant, 66 % des patients ont quand même eu besoin de 2 injections ou plus. Ceci rejoint le résultats de notre série , où le délai moyen de resorption de l'oedeme cornéen après traitement chirurgical est de 14 jours contre 60 jours en cas de traitement chirurgical.

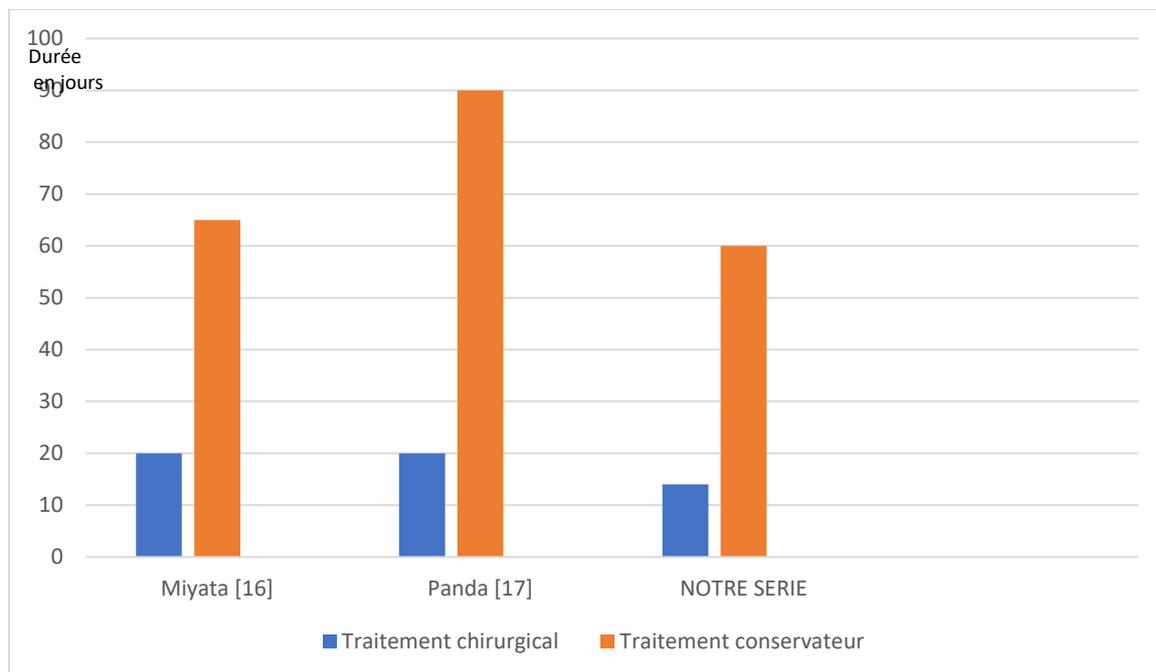


Figure 59: délai moyen de résorption de l'oedeme cornéen selon différentes séries

Dans une étude rétrospective d'hydrops cornéen traités par injection intra caméculaire de C3F8 dilué à 14 %, Basu et al. [5] ont montré une résolution significativement plus rapide de l'œdème cornéen avec une seule injection par rapport au traitement conventionnel. Cependant, dans cette étude, 16 % des yeux traités ont développé un glaucome par bloc pupillaire contre aucun dans le groupe témoin. L'incidence significativement plus élevée de bloc pupillaire a incité les investigateurs à modifier leur technique et à créer une iridectomie périphérique, ce qui a résolu le problème pour les futurs patients inclus dans l'étude. Dans une autre étude, Basu et al.

[5] ont réalisé l'AS-OCT dans des yeux atteints d'hydrops cornéen avant et après l'injection intracaméculaire de C3F8. Ils ont décrit que dans les yeux avec des kystes intra stromaux profonds, l'injection de gaz peut en fait entraver le rattachement de la membrane de Descemet ,et par conséquent, ralentir la récupération. Le C2F6 est un autre gaz qui a été rapporté comme étant efficace pour réduire la durée de l'œdème dans l'AH avec une seule injection [35]. Le C3F8 peut être considéré comme le gaz de choix car il nécessite moins d'injections et son innocuité pour la préservation endothéliale a été démontrée [5].

D'autres complications possibles avec cette procédure comprennent une élévation de la pression intra oculaire , des infections, des cataractes, une perte de cellules endothéliales, le syndrome d'Urrets-Zavalía [35, 53] et un glaucome malin [36, 54]. Bien que rare, le risque de développer ces complications justifie un suivi rapproché. De plus, une sélection judicieuse des candidats pour les injections intracaméculaires est obligatoire en raison de la position couchée requise après la chirurgie [52, 54] .

Tableau 12: Tableau résumant le nombre d'injection intra camérulaire , ainsi que les complications éventuelles selon différentes séries

Séries	Nombre de cas	Injection intra camérulaire	Nombre d'injection intra camérulaire	complications
Miyata et al [16]	09	Air	3 fois pour 2 cas	0
Panda et al [17]	09	SF6 dilué à 20%	2 fois pour 4 cas	0
Basu et al [5]	62	C3F8 dilué à 14%	0	Glaucome :16% Toxicité endothéliale : 11%
Sharma et al [2]	14	C3F8 dilué à 14%	0	Glaucome :14% Toxicité endothéliale : 14%
NOTRE SERIE	31	G3 :Air : 16 cas	G3 : 2 fois pour 2 cas	G3 : 0
		G4 : SF6 20% : 15 cas	G4 : 0	G4 : 0

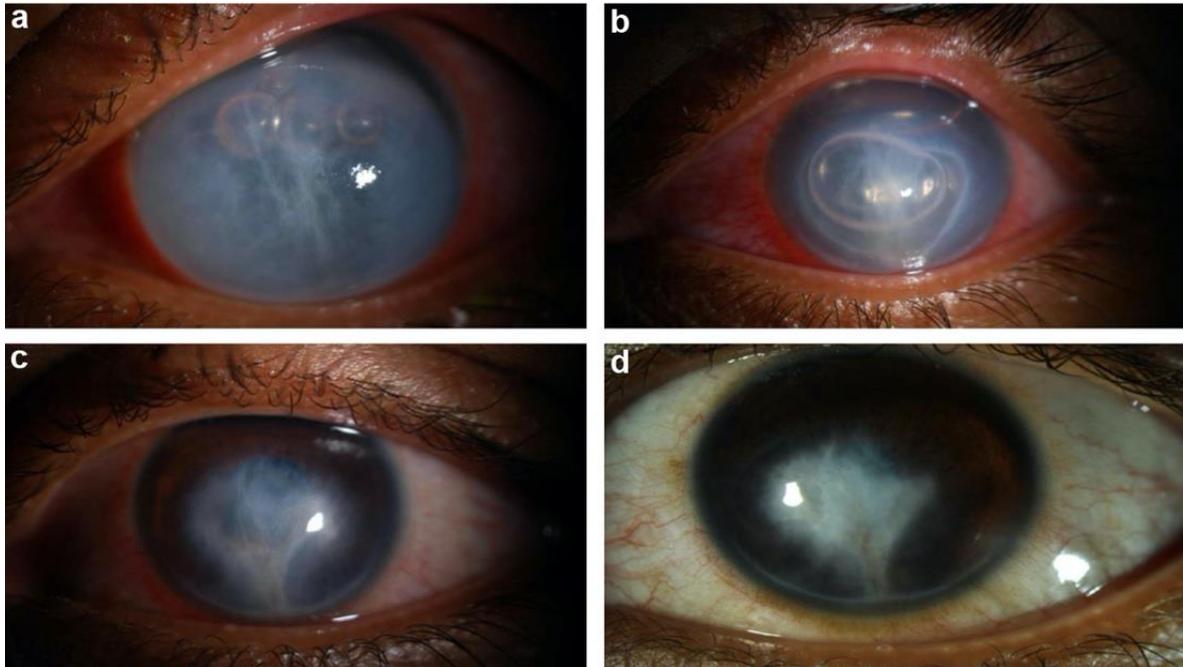


Figure 60 : cas d'un hydrops cornéen traité par injection intracaméculaire de gaz

C3F8 dilué à 14% [1]

- A : J+1 postopératoire, quelques petites bulles ont migré en intra stromale.
- B : A une semaine, présence d'une bulle de gaz coalescente en intrastromale et d'une plus grosse en chambre antérieure.
- c) A 6 semaines , résolution presque complète de l'œdème cornéen.
- d) Au 4eme mois , résolution complète de l'œdème cornéen et une cicatrice cornéenne centrale significative.

Sutures cornéennes compressives :

Comme mentionné précédemment, dans les grandes ruptures de la membrane de Descemet, l'injection intracaméculaire d'air ou de gaz seul peut ne pas obstruer la large déchirure et le gaz peut rester piégé dans le stroma cornéen, ce qui retarde la résolution de l'œdème [37,38] . Afin de traiter ces cas graves de kératocône aigu, certains auteurs ont proposé la mise en place de sutures cornéennes compressives en plus des injections intracaméculaires d'air ou de gaz. Dans une étude interventionnelle de séries de cas, Rajaraman et al. [39] ont rapporté une résolution plus rapide de l'œdème cornéen dans les yeux traités par des sutures cornéenne compressives et injection intra caméculaire de gaz C3F8 dilué à 14%, par rapport à l'injection de gaz seule. Dans ces cas, deux à cinq sutures en moyenne au monofil 10-0 de pleine épaisseur sont placées sur le bord à un angle de 90 degrés par rapport à la rupture descemétique, suivie d'une injection de gaz. Les sutures ont été enlevées deux à six semaines plus tard. Les sutures rapprochent les bords de la rupture et accélèrent ainsi la résolution de l'œdème. Les auteurs ont conclu que l'ajout de sutures compressives réduit considérablement le temps de récupération et évite également le besoin d'injections répétées de gaz. Ceci est rapporté également dans les séries de Mohebi [14] et de Yahia et al [18] qui ont évalué les résultats des traitements combinés dans la prise en charge de l'hydrops cornéen , avec un délai moyen de résorption de l'œdème cornéen de $11,5 \pm 6,5$ jours et 01 jour respectivement.

L'efficacité des sutures compressives sans injection intracaméculaire de gaz a également été rapportée [40]. Cependant, peu d'étude ont comparé les sutures compressives seules versus les sutures compressives associées à la pneumodécémétopexie. Dans notre série , on a comparé entre ces deux alternatives thérapeutique et nous avons conclu qu'un traitement combiné par sutures cornéenne + injection d'air ou de gaz est plus efficace que les sutures cornéenne seule , avec un délai moyen de résorption de l'œdème plus rapide , 14 jours en moyenne dans le premier cas contre 25 jours pour le deuxième.

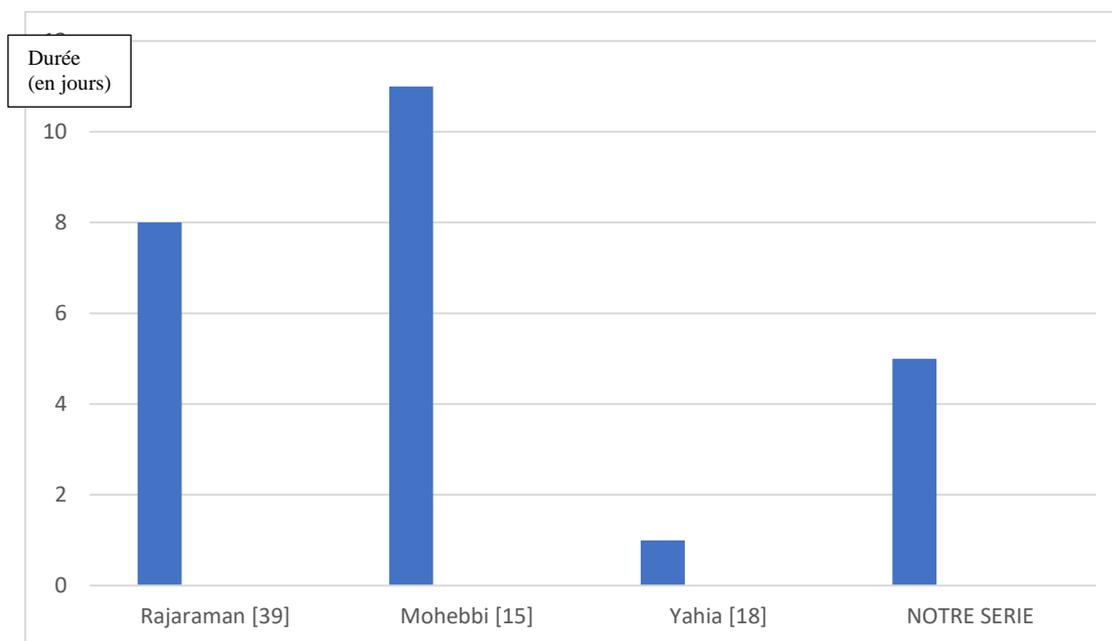


Figure 61: délai moyen de resorption de l'œdème cornéen apres traitement combiné selon différentes séries

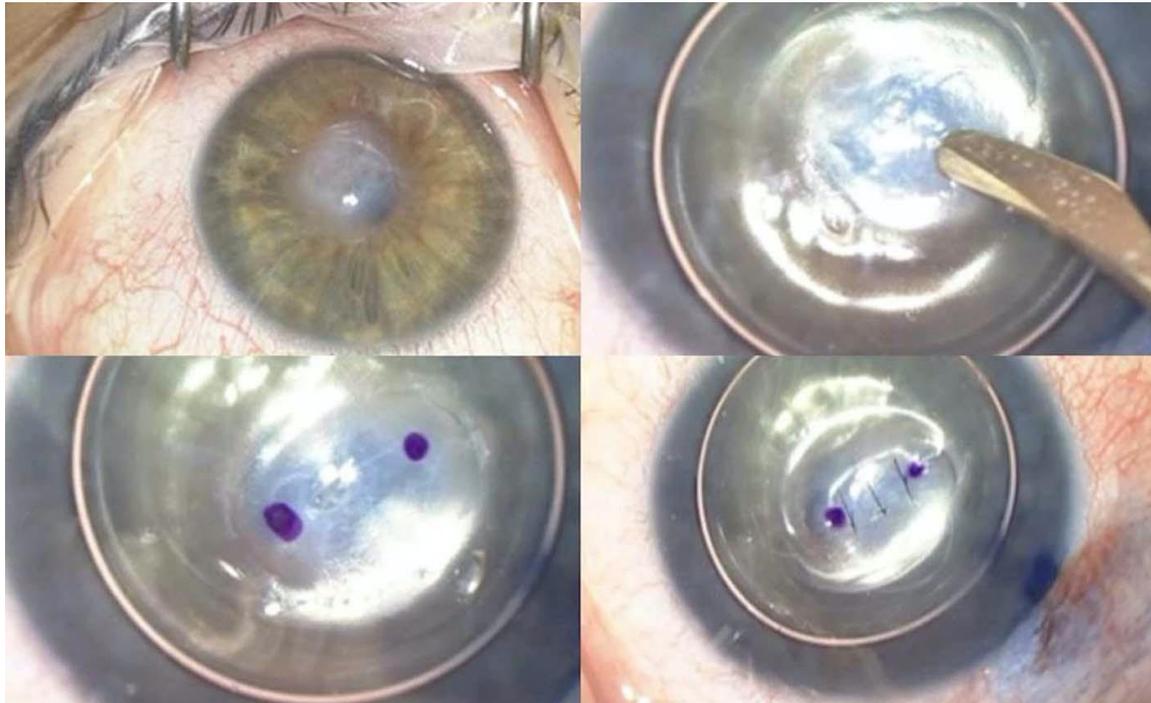


Figure 62: Technique chirurgicale de prise en charge de l'hydrops cornéen aigu avec des sutures cornéennes et injection d'air [18]

En haut à gauche : hydrops cornéen aigu ;

En haut à droite : aspect après désépithélialisation mécanique et injection d'une bulle d'air dans la chambre antérieure ;

En bas à gauche : détermination des bords de la déchirure descémétique ,repérés au feutre chirurgical ;

En bas à droite : sutures pré-Descémétiques

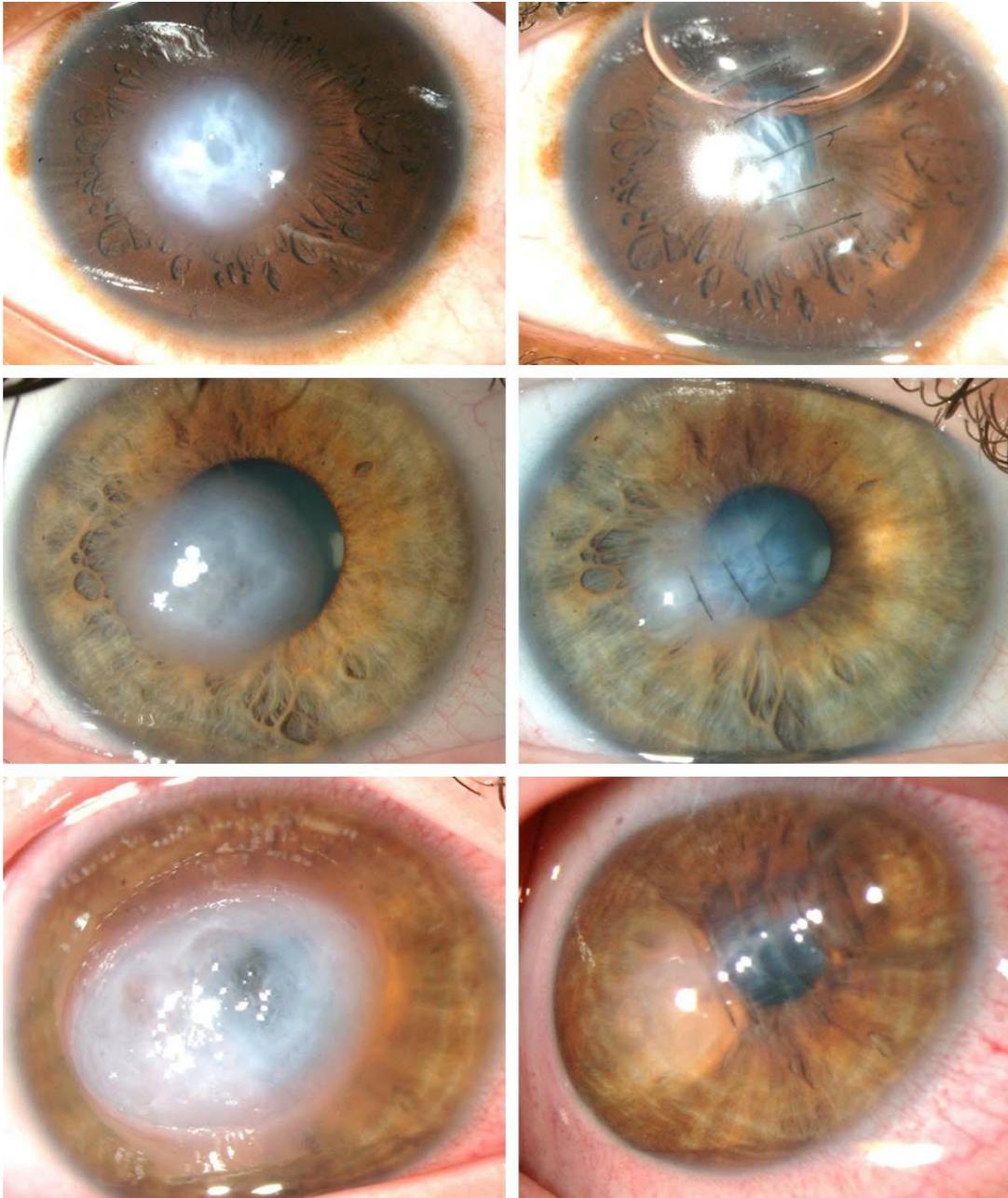


Figure 63: différents cas de kératocône aigu traités par sutures cornéennes et injection intra caméculaire d'air ou de gaz [18]

A droite : photo clinique pré opératoire

A gauche : photo clinique post opératoire

Autres procédures thérapeutiques :

La greffe de membrane amniotique a été proposé par certains auteurs , en cas de perforation cornéenne suite au kératocône aigu , ou en cas de large rupture descemétique avec œdème cornéen extensif non résolutif ; Wylegala et al [41] ont rapporté le cas d'un patient déficient mental avec un hydrops persistant. Après réalisation de multiples ponctions stromales au niveau du site d'œdème maximal, une greffe de membrane amniotique a été réalisée chez ce patient [1,41]. La membrane amniotique réduit l'inflammation, la néovascularisation et favorise la cicatrisation et l'épithélialisation.

Dans notre série, la greffe de membrane amniotique a été réalisé en phase aigue chez une patiente avec perforation cornéenne sur kératocône aigu avec de bons résultats thérapeutiques.

Bien que très rare, une fistule complète avec fuite d'humeur aqueuse peut survenir dans l'hydrops cornéen sévère. En cas de petite perforation, un adhésif tissulaire cryanoacrylate [42].

4- Évolution :

Les modalités thérapeutiques actuelles visent à réduire la durée de l'œdème cornéen et par conséquent son retentissement anatomique et fonctionnel. Toutes les études publiées sur la prise en charge de l'hydrops cornéen confirment l'intérêt du traitement chirurgical , surtout les procédures combinées (sutures cornéenne compressives avec injection intra camérulaire d'air ou de gaz), dans l'évolution de l'hydrops cornéen [1,2,16,17].

De nombreuses études ont comparé l'évolution de l'œdème cornéen du kératocône aigu en mesurant l'épaisseur cornéenne centrale par OCT du segment antérieur au cours du suivi des patients afin d'évaluer les différentes modalités thérapeutiques [14,16,17,18] ; ainsi pour les groupes de patients traité

chirurgicalement , l'amélioration de l'épaisseur cornéenne est plus rapide que dans les groupes de malades ayant bénéficié d'un traitement conservateur . Panda et al ont noté une différence statistiquement significative dans l'épaisseur cornéenne centrale moyenne tout au long des semaines du suivi ($p = 0,000-0,002$) ; (Tableau 13) [17]

Tableau 13: comparaison de l'épaisseur cornéenne centrale avant et cours de traitement du kératocône aigu entre deux groupes d'études dans la série de Panda et al [17]

	Preop Central Corneal Thickness (mm)	Postop Central Corneal Thickness (mm)					
		1 Week	2 Weeks	3 Weeks	4 Weeks	6 Weeks	12 Weeks
Group 1	>1	>1	>1	0.990	0.906	0.804	0.649
Group 2	>1	>1	>1	>1	>1	>1	0.991
<i>P</i>				0.001	0.001	0.001	0.001

Groupe 1: patients traité chirurgicalement par injection intra caméculaire de gaz SF6 dilué à 20%

Groupe 2 : patients ayant bénéficié d'un traitement médial conventionnel

Dans la série de H.Yahia et al [18] ,portant sur l'efficacité et la sureté du traitement par sutures compressives avec injection intra caméculaire d'air, l'œdème cornéen a commencé à diminuer à partir du 1^{er} jour post opératoire chez tous les patients. L'épaisseur cornéenne moyenne mesurée par OCT du segment antérieur a diminué de 1472 mm (extrêmes 689–2770 mm) au jour 0 à 909 mm (extrêmes 484–1640 mm) au jour 1 ($p=0,016$) ;

716 mm (extrêmes 484–1380 mm) au jour 15 ($p=0,016$) et

528 mm (extrêmes 404–618 mm) 1 mois après la chirurgie.

La meilleure acuité visuelle corrigée a progressé de 2,13 à 1,65 log Mar ($p=0,031$) 1 mois après la chirurgie, et de 2,13 à 0,84 log Mar ($p=0,016$) 2 mois après la chirurgie.

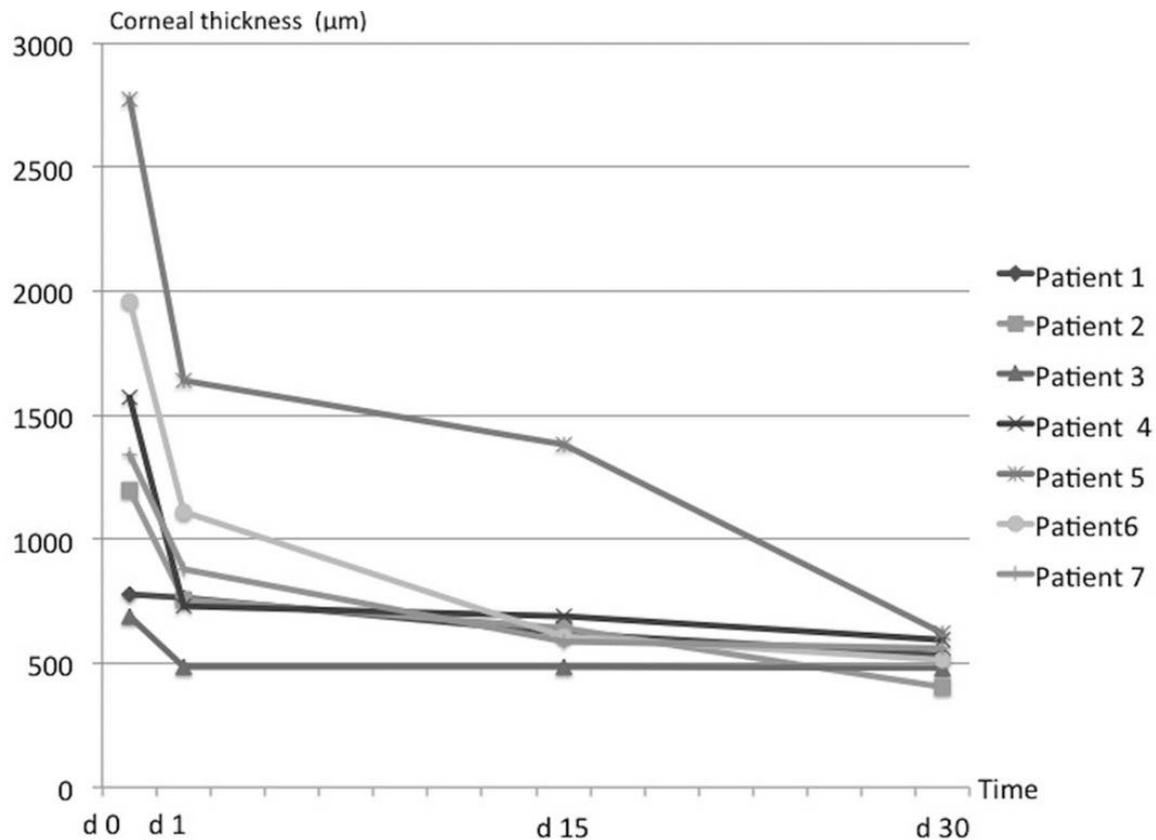


Figure 64: Changement d'épaisseur cornéenne mesurée par OCT-SA pour chaque patient après les sutures cornéenne compressives avec injection intra caméculaire d'air pour la gestion de l'hydrops cornéen aigu dans la série de H.Yahia et al [18].

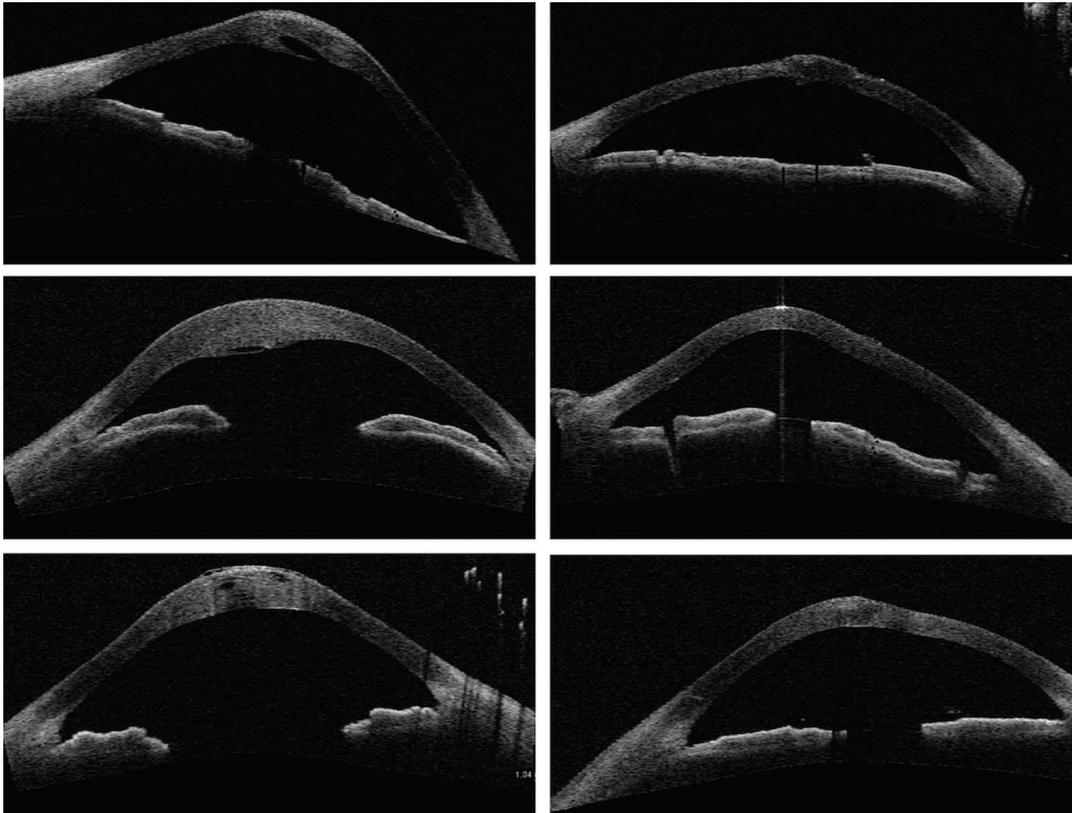


Figure 65: Images OCT-SA de différents hydrops cornéen avant (colonne droite) et après 01 jour du traitement chirurgical dans la série de H.Yahia et al [18]

Dans la série de Mohebbi et al [14], portant sur 13 patients traités par sutures cornéennes compressives avec injection intra camérulaire de gaz SF6 dilué à 20% ; L'épaisseur cornéenne moyenne de la cornée avant le traitement était de $1\,310 \pm 556$ mm et qui a significativement diminué à 660 ± 148 mm à 1ere semaine postopératoire ($p = 0,001$). L'acuité visuelle corrigée s'est significativement améliorée après traitement chirurgical ($p = 0,002$).

Tableau 14: Variation de l'acuité visuelle et l'épaisseur cornéenne avant et après traitement par sutures compressives avec injection intra caméculaire du gaz SF6 à 14% dans la série de Mohebbi et al [14]

Case	Age	Sex	Diagnosis	Duration of Edema		BSCVA				Corneal Thickness			
				Before	After	Pre	W1	M1	M3	Pre	W1	M1	M3
1	55	F	KG	7	24	0.01	0.05	0.05	0.10	637	483	476	478
2	17	M	KC	4	12	0.05	0.05	0.10	0.20	2574	617	792	923
3	30	F	KC	14	17	0.10	0.01	0.05	0.10	1351	539	627	637
4	24	F	KC	10	5	0.05	0.20	0.20	0.30	1597	639	496	609
5	48	M	KC	6	6	0.05	0.10	0.20	0.20	1855	567	519	412
6	46	F	KC	8	5	0.01	0.01	0.10	0.10	1750	1092	1091	915
7	34	F	KC	12	23	0.01	0.05	0.05	0.10	1303	606	603	485
8	56	F	KC	25	13	0.01	0.05	0.10	0.10	1138	767	667	650
9	40	M	PMD	7	8	0.10	0.20	0.20	0.20	686	611	575	570
10	39	F	KC	4	6	0.05	0.05	0.05	0.10	955	650	640	449
11	36	F	KC	10	11	0.01	0.05	0.05	0.05	699	650	648	595
12	55	M	PMD	14	14	0.10	0.20	0.20	0.30	960	726	757	653
13	11	M	KC	10	6	0.05	0.10	0.10	0.20	1533	633	578	543

BSCVA, best spectacle-corrected visual acuity; KC, keratoconus; KG, keratoglobus; M1, month 1 after treatment; M3, month 3 after treatment; PMD, pellucid marginal degeneration; W1, week 1 after treatment.

Les résultats de notre étude sont concordants à ceux de la littérature , nous avons noté une différence significative de l'épaisseur cornéenne après traitement chirurgical par rapport au traitement conservateur.

5- Traitement au stade cicatriciel :

Après la prise en charge initiale à la phase aiguë, la greffe de cornée est le traitement optimal de l'hydrops cornéen au stade cicatriciel, elle peut être nécessaire à un âge relativement jeune chez environ 12 à 20 % des cas [43]. La probabilité de nécessiter une kératoplastie transfixiante (KT) chez les patients après hydrops est significativement plus élevée en raison de la cicatrice cornéenne profonde qui est présente après la résolution de l'œdème cornéen [4]. Il a été démontré que la kératoplastie transfixiante donne d'excellents résultats dans le traitement du stade cicatriciel du kératocône aigu [44,45].

Akova et al [46] n'ont rapporté aucune différence significative dans le taux de rejet de greffe endothéliale dans 35 yeux ayant des antécédents d'hydrops par rapport à 74 yeux kératocôniques qui n'en ont pas, malgré un taux plus élevé de Kératoconjonctivite vernal dans le groupe hydrops.

Cependant, certains auteurs ont rapporté un taux de réussite réduit de la KT chez les patients post-hydrops, probablement en raison d'une néovascularisation et d'une prévalence plus élevée de kératoconjonctivite vernal [4]. En utilisant l'analyse multivariée, Basu et al. [45] ont démontré que le risque de rejet endothélial était plus important dans les yeux avec un épisode d'hydrops cornéen de plus longue durée et une allergie oculaire sévère coexistant. Une analyse multivariée plus récente a également identifié un âge ≤ 25 ans, une néovascularisation cornéenne, et une taille de trépanation du donneur > 8 mm comme autres facteurs de risque [47]. Pour faire face au risque plus élevé de rejet de greffe endothéliale, certains auteurs ont essayé des techniques de DALK modifiées (Modified deep anterior lamellar keratoplasty) pour les patients post-hydrops (figure 66)[48,49]. Ces techniques ont montré d'excellents résultats, comparables à ceux de la KT, avec une survie du greffon sans rejet significativement plus longue [50]. Ces résultats ont incité certains auteurs à postuler

que le DALK modifié pourrait bientôt devenir la norme de traitement pour la rééducation visuelle post-hydrops, au moins dans les cas de petite brèche endothélio-descmétique excentrée de 2 à 3 mm par rapport à l'axe visuel.

Néanmoins, les indications de la kératoplastie lamellaire antérieure ,dans la prise en charge chirurgicale de l'hydrops ,sont limitées en cas d'atteinte cornéenne profonde ou touchant l'axe visuel avec un risque important de perforation de la Descemet. En moyen, toutes les études confondues, on constate un taux de perforations supérieur ou égale 50%. Et Dans les cas très évolués, la kératoplastie transfixiante reste la seule alternative.

Dans notre série , la kératoplastie transfixiante a été réalisée chez 46% des cas , sans aucun cas de rejet endothéliale.

Dans une publication récente de S.Jacob et al [51] , portant sur 09 cas d'hydrops cornéen aigu traité à la phase initiale par kératoplastie lamellaire antérieure profonde modifiée (comme traitement primaire du kératocône aigu) , avec des résultats satisfaisants , ils n'ont noté aucun cas de perforation de la descemet ni d'élargissement de la déchirure decemetique pré existante (figure 66) , avec un greffon claire et une zone de défect de la membrane de descemet visible après 18± 13 mois du suivi post opératoire [51]

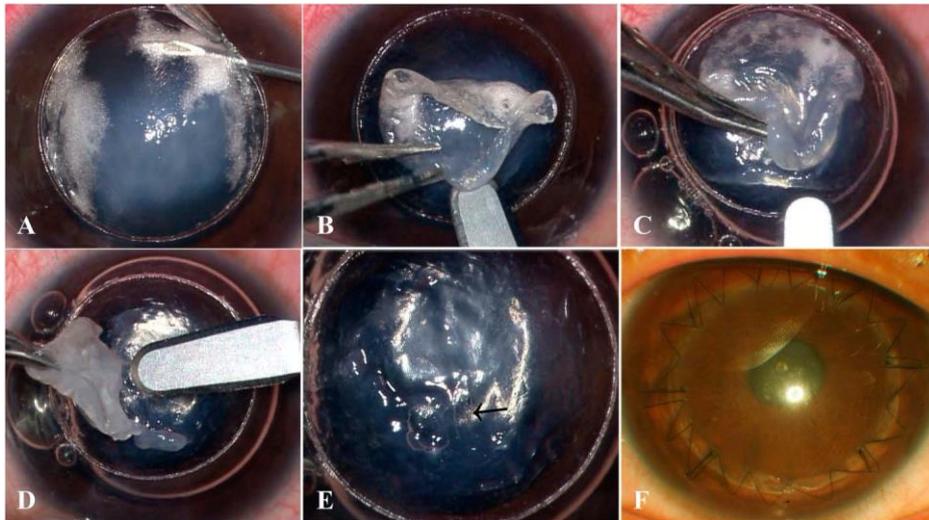


Figure 66: Technique de kératoplastie lamellaire antérieure profonde modifiée dans le traitement de l'hydrops cornéen [51]

A : Une aiguille biseautée de calibre 26 sur une seringue de 1 ml est insérée tangentiellement en s'éloignant de la membrane de Descemet rompue. La cornée environnante est rendue emphysémateuse à l'aide de petites bulles d'air dirigées à l'opposé de la rupture.

B : Le stroma sus-jacent est disséqué en utilisant le stroma emphysémateux comme guide pour le plan de dissection. D'autres techniques connues de dissection peuvent également être utilisées.

C : Les couches plus profondes, si elles sont présentes, sont éliminées par une dissection manuelle soignée à l'aide d'un dissecteur à croissant émoussé avec la technique de Melles.

D : Dissection terminée.

E : cornée du receveur vue après dissection prédescémétique. Une cassure de Descemet est observée (flèche) avec un minimum de stroma prédescémétique intact recouvrant la rétention, la chambre antérieure est bien entretenue sans fuite d'air.

F : Greffon clair et axe visuel vus à la période postopératoire de 6 mois

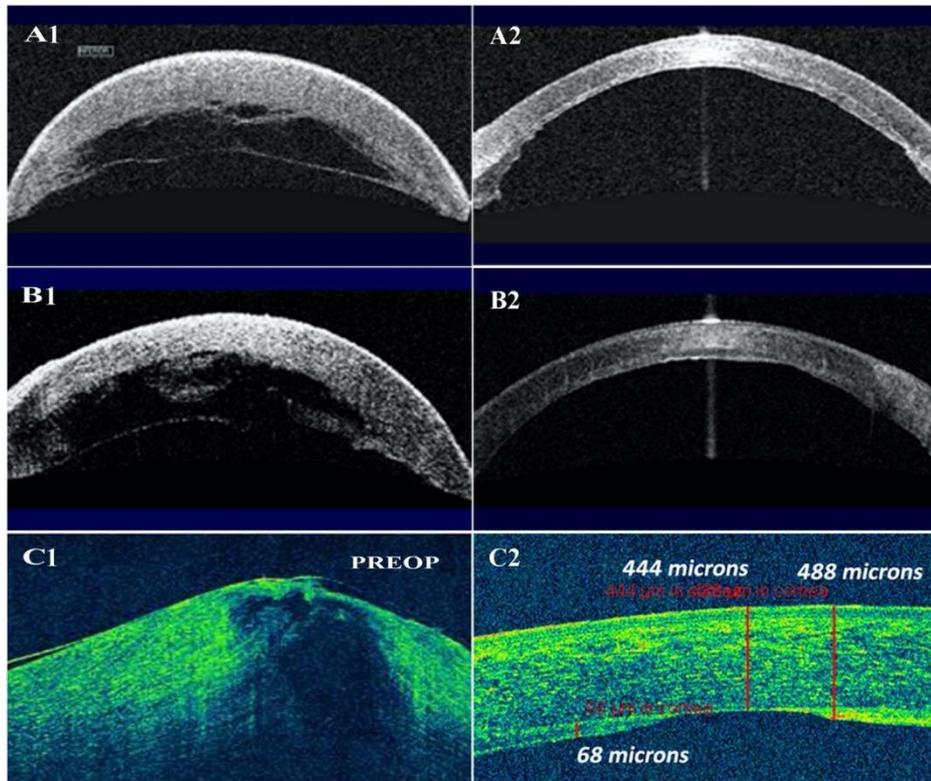


Figure 67: DALK modifiée dans traitement de l'hydrops aigu [51]

A1, B1 : OCT -SA préopératoire de 2 patients présentant une déchirure de la membrane Descemet (DM) avec œdème cornéen et kystes liquidiens intra stromaux

A2, B2 : OCT-SA montrant la résolution de l'œdème en postopératoire avec DM attaché.

C1 : OCT Fourier préopératoire (FD-OCT) montrant une large fente avec amincissement extrême.

C2 : FD-OCT postopératoire montrant la zone présentant un défaut de la membrane de Descemet avec une cornée non œdémateuse sus-jacente. Un plan de dissection pré-descémétique est visible.

Tableau 15: Caractéristiques cliniques pré/ post opératoires du DALK modifié [51]

S. No.	No. of days to Surgery	Surgery	Size and Location of DM Defect	Preoperative SCDVA (Decimal Equivalent)	Postoperative Last Visit SCDVA (Decimal Equivalent)	Topographic Astigmatism (Diopters)	Follow-up (mo)
1.	1	Primary pdDALK	1 × 1 mm in the pupillary zone	0.001	0.67	4.5	37
2.	5	Primary pdDALK	1.5 × 1 mm in the parapupillary zone	0.001	0.5	3.8	36
3.	3	Primary pdDALK	1.5 × 0.5 mm in the pupillary zone	0.0001	0.67	1.2	32
4.	4	Primary pdDALK	7 × 2 mm crossing the pupil horizontally	0.017	0.67	1.2	10
5.	4	Primary pdDALK	4 × 3 mm crossing the pupil	0.001	0.50	3.2	13
6.	3	Primary pdDALK	1.5 × 0.5 mm in the pupillary zone	0.001	0.29	5.8	11
7.	5	Primary pdTILK	1.5 × 1 mm in the inferior cornea	0.0001	0.50	5.1	11
8.	4	Primary pdDALK	2.5 × 1 mm in the pupillary zone	0.001	0.50	2.3	7
9.	1	Primary pdTILK	6 × 0.5 mm crossing the pupil obliquely	0.0001	0.40	2.7	5

CDVA, spectacle-corrected distance visual acuity; KC, keratoconus; KG, keratoglobus; pdDALK, predescemetic deep anterior lamellar keratoplasty; pdTILK, predescemetic tuck-in lamellar keratoplasty; PMD, pellucid marginal degeneration.

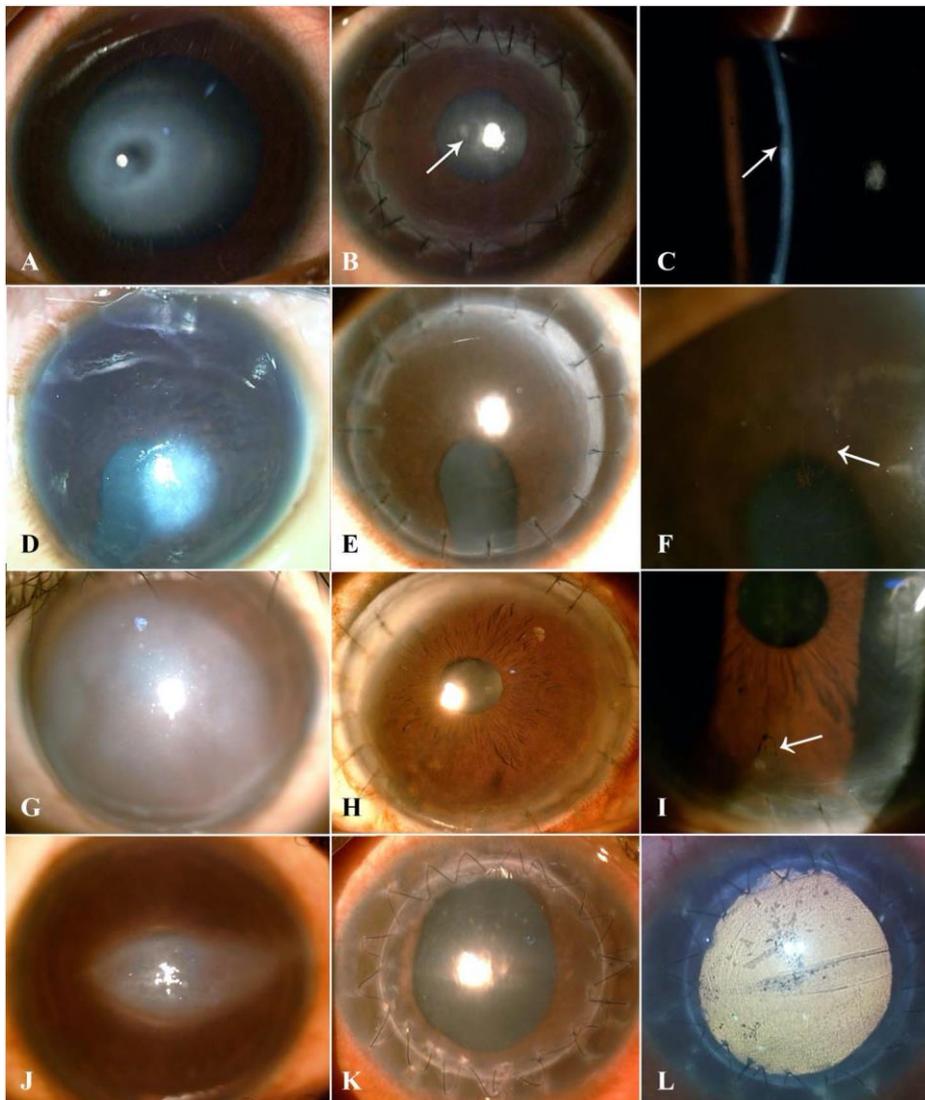


Figure 68: Kératoplastie lamellaire antérieure profonde modifiée dans l'hydrops cornéen aigu [51]

A, D, G et J : Photos préopératoires de patients atteints d'hydrops aigu.

B, E, H et K : Photos post-opératoires.

C, F, I et L : Photos montrant la déchirure de la membrane Descemet

VI-Complications :

L'évolution naturelle de l'hydrops cornéen aigu est la résorption spontanée de l'œdème cornéen, cependant la persistance plus au moins longue de cet œdème est responsable de nombreuses complications, d'abord d'une gêne fonctionnelle handicapante (douleur oculaire, photophobie ..) , un risque accru d'apparition de néovascularisation cornéenne , d'infection , perforation cornéenne et finalement l'apparition d'une cicatrice cornéenne profonde retentissant significativement sur l'acuité visuelle [1-4, 30].

Selon de nombreuses études, le taux de complications est plus élevée chez les patients traité médicalement, essentiellement le risque de néovascularisation cornéenne qui est corrélé directement à un œdème cornéen de longue durée, un hydrops périphérique près du limbe et surtout chez les patients présentant une allergie oculaire sévère [4, 19]. La néovascularisation cornéenne conditionne le pronostic de la greffe du cornée dans le traitement de l'hydrops cicatriciel [1-4].

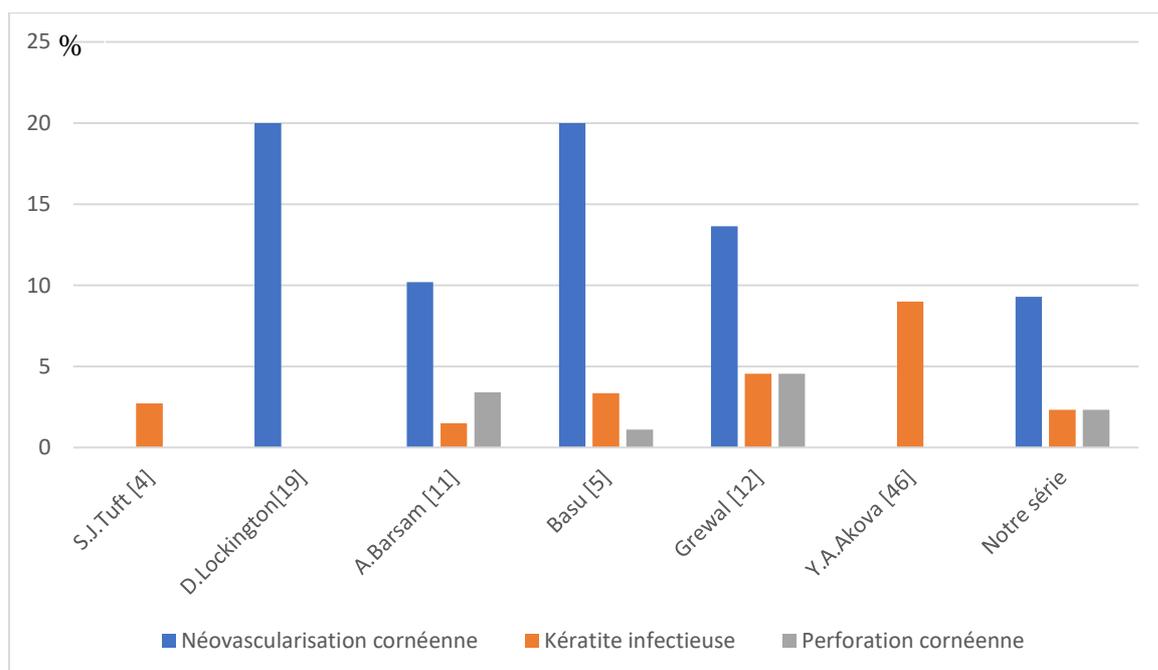


Figure 69: Différentes complications du kératocône aigu rapportées dans la littérature

CONCLUSION

L'hydrops cornéen aigu est une affection relativement rare qui survient chez les patients atteints du kératocône et d'autres troubles ectasiques. IL est liée à une morbidité importante dans une population jeune .

Il peut être géré avec des stratégies de traitement conservateur, médical ou chirurgical. Les thérapies conservatrices et médicales procurent principalement un soulagement symptomatique au moment où la résolution spontanée se produit. La pneumodescémétopexie réduit la durée de l'œdème cornéen et le risque de complications telles que la néovascularisation cornéenne, qui peuvent compromettre la kératoplastie ultérieure. Pour les cas plus graves, des sutures compressives peuvent être ajoutées à l'injection intra camérulaire d'air ou de gaz intracamérulaire pour améliorer la cicatrisation. La greffe de membrane amniotique avec cautérisation et adhésifs tissulaires peut également être utilisé dans certaines situations. Bien qu'elles soient bénéfiques, aucune de ces procédures n'apporte d'amélioration de l'acuité visuelle finale et de nombreux patients auront finalement besoin d'une greffe de cornée pour une réhabilitation visuelle. La kératoplastie transfixiante , DALK modifiée ont toutes été utilisés avec succès dans différents contextes d'hydrops cornéen. Avec l'aide de modalités d'imagerie en constante évolution, notre compréhension et notre prise en charge du kératocône aigu deviennent plus ciblées et individualisées.

RESUME

Le kératocône est une ectasie cornéenne idiopathique progressive et non inflammatoire caractérisée par un amincissement cornéen central, une protrusion cornéenne et un astigmatisme myopique irrégulier . L'hydrops cornéen ou kératocône aigu est une complication rare mais grave qui peut survenir au cours de l'évolution du kératocône . Elle correspond à l'irruption massive d'humeur aqueuse dans le stroma cornéen suite à une rupture de l'endothélio- Descemet avec l'apparition brutale d'un œdème stromal et épithélial. Il survient chez 2,4 à 3 % des yeux avec un kératocône , mais également dans d'autres ectasies cornéennes.

L'évolution naturelle de l'hydrops cornéen est la résorption spontanée de l'œdème en quelques semaines dans la grande majorité des cas, aux dépens de plusieurs complications ; Les modalités thérapeutiques actuelles visent à réduire la durée de l'œdème cornéen et par conséquent son retentissement anatomique et fonctionnel.

Nous avons mené une étude rétrospective étalée sur une période de 08 ans entre Janvier 2014 et Octobre 2021 , incluant tous les patients pris en charge au sein du service d'ophtalmologie du CHU Hassan II de Fès pour hydrops cornéen aigu. L'objectif de notre étude est d'évaluer le profil épidémiologique , clinique et thérapeutiques des hydrops cornéens aigus et de comparer les différentes modalités de prise en charge.

Tous nos patients ont bénéficié d'un examen ophtalmologique complet , d'un examen en OCT du segment antérieur et d'un suivi régulier jusqu'au résorption complète de l'œdème cornéen , avec également une prise en charge thérapeutique globale de l'œil adelphe.

On a réparti les patients en 4 groupes d'étude en fonction du traitement adoptés :

Groupe 1 : traitement médical seul (lubrifiant , corticoïde topique, hypotonisant et acétozolamide per os)

Groupe 2 : sutures cornéennes compressives

Groupe 3 : sutures cornéennes avec injection intra caméculaire d'air

Groupe 4 : sutures cornéennes avec injection intra caméculaire de gaz SF6 dilué à 20%

Notre étude inclut 43 patients , l'âge moyen est de 21 ans avec une légère prédominance féminine, l'atteinte est inaugurale chez 32 malades , seuls 11 malades sont connus kératocônique, les principaux facteurs de risques retrouvés sont le début précoce du kératocône et l'allergie oculaire sévère. Le délai moyen de consultation est de 02 jours.

L'œil droit est atteint dans 55,83% , l'œil gauche dans 41,85% , l'atteinte bilatérale est retrouvée dans 2% des cas ; cliniquement, l'hydrops cornéen grade III est prédominant dans 58% des cas, l'épaisseur cornéenne centrale moyenne à l'admission, mesurée par OCT-SA ,est de 1100 ± 200 um.

Presque la totalité des patients soit 93% des cas ont été traité en intra hospitalier , tous nos patients ont reçu un traitement médical initial, 21% des patients ont bénéficié d'un traitement médical seulement (groupe 1) , 7% traité par suture cornéenne (groupe 2) , 37% traité par suture cornéenne avec injection d'air en intra caméculaire (groupe 3) et 35% traité par suture cornéenne avec injection intra caméculaire de gaz SF6 dilué a 20% (groupe 4).

On a pas noté d'incidents ou de complications liés à la procédure chirurgicale. La régression de l'œdème cornéen est plus accélérée dans le groupe 4 (entre 3j et 07j) contre 11–20 j pour le groupe 3 , 15–25j pour le groupe 2 et 30–80 j pour le groupe 1, de même que l'épaisseur cornéenne moyenne.

Dans notre série, la complication la plus rapportée est la néovascularisation cornéenne , chez 4 patients soit 9,3% , tous appartenant au groupe 1 de l'étude.

Au stade cicatriciel, 4,65% des cas , ont été adapté par des lentilles sclérales , 46% ont bénéficié d'une kératoplastie transfixiante dans un délai de 02 ans.

Nos résultats concordent avec ceux de la littérature , notamment dans le traitement chirurgical combiné (sutures cornéennes compressives avec injection intra camérulaire d'air ou de gaz) , qui constitue la meilleure alternative thérapeutique dans la prise en charge de l'hydrops cornéen.

REFERENCES

- [1] A. Lanthier , M. Choulakian . Treatment strategies for the management of acute hydrops . *Journal français d'ophtalmologie* ,3187 ; 2021
- [2] Sharma N, Maharana PK, Jhanji V, Vajpayee RB. Management of acute corneal hydrops in ectatic corneal disorders. *Curr Opin Ophthalmol* 2012;23:317–23
- [3] Nagakawa T, Maeda N, Okazaki N. Ultrasound biomicroscopic examination of acute hydrops in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2006;141:1134—6.
- [4] Tuft SJ, Gregory WM, Buckley RJ. Acute corneal hydrops in keratoconus. *Ophthalmology* 1994;101:1738—44.
- [5] Basu S, Vaddavalli PK, Ramappa M, Shah S, Murthy SI, Sangwan VS. Intracameral perfluoropropane gas in the treatment of acute corneal hydrops. *Ophthalmology* 2011;118:934–9
- [6] Bellotti A, Labbé A, Fayol N, El Mahtoufi A, Baudouin C. Apport de l'OCT pour l'étude du glaucome néovasculaire. *J Fr Ophtal- mol* 2007;30:586—91.
- [7] Labbé A, Kallel S, Denoyer A, Dupas B, Baudouin C. Imagerie de la cornée. *J Fr Ophtalmol* 2012;35:628—34.
- [8] Kucumen BR, Yenerel NM, Gorgun E, Dinc UA. Anterior seg- ment optical coherence tomography findings of acute hydrops in a patient with keratoconus. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010;41:S114—6.
- [9] Ueno H, Matuzawa A, Kumagai Y, Takagi H, Ueno S. Imaging of a severe case of acute hydrops in a patient with kerato- conus using anterior segment optical coherence tomography. *Case Rep Ophthalmol* 2012;3:304—10.
- [10] Fan Gaskin JC, Good WR, Jordan CA, Patel DV, McGhee C. The Auckland keratoconus study: identifying predictors of acute corneal hydrops in keratoconus. *Clin Exp Optom* 2013;96(2):208–213.

- [11] A Barsam , H Petrushkin , N Brennan , C Bunce , WXing,BFoot and STuft ; Acute corneal hydrops in keratoconus: a national prospective study of incidence and management ; *Eye* , 16 January 2015; doi:10.1038/eye.2014.333
- [12] Grewal S, Laibson PR, Cohen EJ, et al. Acute hydrops in the corneal ectasias: associated factors and outcomes. *Trans Am Ophtha*
- [13] Amsler MM. Quelques données du problème du keratocône. *Bull Soc Belge Ophthalmol* 1961;128:331–354
- [14] Masomeh Mohebbi, MD, Hadi Pilafkan, MD, Amin Nabavi, MD, Masoud Mirghorbani, MD, and Morteza Naderan, MD ; Treatment of Acute Corneal Hydrops With Combined Intracameral Gas and Approximation Sutures in Patients With Corneal Ectasia ; *Cornea* 2019
- [15] Edwards M, McGhee CN, Dean S. The genetics of keratoconus. *Clin Exp Ophthalmol* 2001;29(6):345–351
- [16] Miyata K, Tsuji H, Tanabe T, Mimura Y, Amano S, Oshika T. Intracameral air injection for acute hydrops in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2002;133(6):750–752.
- [17] Panda A, Aggarwal A, Madhavi P, et al. Management of acute corneal hydrops secondary to keratoconus with intracameral injection of sulfur hexafluoride (SF6). *Cornea* 2007;26(9):1067–1069.
- [18] Yahia Chérif H, Gueudry J, Afriat M, et al. Efficacy and safety of pre- Descemet's membrane sutures for the management of acute corneal hydrops in keratoconus. *Br J Ophthalmol*. 2015;99:773–777.
- [19] Lockington D, Fan Gaskin JC McGhee CNJ, Patel DV. A prospective study of acute corneal hydrops by in vivo confocal microscopy in a New Zealand population with keratoconus. *Br J Ophthalmol* 2014 .

- [20] S. Kallel, R. Tahiri Joutei Hassani, H.Liang, C.Baudouin, A.Labbé ; Apport de l'OCT de segment antérieur « en face » dans le kératocône aigu ; Journal français d'ophtalmologie (2014) 37, 605—612
- [21] Sandali O, El Sanharawi M, Temstet C, Hamiche T, Galan A, Ghouali W, et al. Fourier-domain optical coherence tomography imaging in keratoconus: a corneal structural classification. *Ophthalmology* 2013;120:2403—12.
- [22] Minsky. Memoir on inventing the confocal scanning microscope. *Scanning* 1988;10:128-38.
- [23] Fournié P, Touboul D, Arné J-L, Colin J, Malecaze F. Kératocône. *EMC Ophtalmologie* 2013;10:1—15.
- [24] Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297—319.
- [25] Arné J-L. Kératocône. *Ophtalmologie*; 2005. p. 1—9 [Article 21-200-D-40].
- [26] Hay A, Rocher N, Dethorey G, Renard G, Bourges J-L. Le kératocône en images OCT haute résolution en domaine spectral. *J Fr Ophtalmol* 2012;35:642— 5
- [27] Grupcheva CN, Craig JP, Sherwin T, et al. Differential diagnosis of corneal oedema assisted by in vivo confocal microscopy. *Clin Experiment Ophthalmol* 2001;29:133-7.
- [28] Thota S, Miller WL, Bergmanson JPG. Acute corneal hydrops: a case report including confocal and histopathological considerations. *Contact lens anterior eye* 2006;29:69-73.
- [29] Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, Nutheti R, Rao GN. Pellucid marginal corneal degeneration. *Ophthalmology* 2004;111(6):1102—7.
- [30] Rowson NJ, Dart JK, Buckley RJ. Corneal neovascularization in acute hydrops. *Eye* 1992;6(4):404—6.

- [31] Aksoy S. Treatment of corneal neovascularization with topical aflibercept in a case of exposure keratopathy following cerebellar astrocytoma surgery. *Indian J Ophthalmol* 2019;67:145—7.
- [32] Al-Debasi T, Al-Bekairy A, Al-Katheri A, et al. Topical versus subconjunctival anti-vascular endothelial growth factor therapy (Bevacizumab, Ranibizumab and Aflibercept) for treatment of corneal neovascularization. *Saudi Journal of Ophthalmology* 2017;31:99—105.
- [33] Feder RS, Wilhelmus KR, Vold SD, O'Grady RB. Intrastromal clefts in keratoconus patients with hydrops. *Am J Ophthalmol* 1998;126(1):9–16
- [34] Cekic O., Ohji M. Intraocular gas tamponades . *Seminar oph*, 2000 ; 15 :3–14
- [35] Aralikatti AKV, Tomlins PJ, Shah S. Urrets-Zavalía syndrome following intracameral C3F8 injection for acute corneal hydrops. *Clin Experiment Ophthalmol* 2008;36(2):198—9.
- [36] Vanathi M, Mohan S, Dada T, Panda A. Malignant glaucoma after intracameral isoexpansile perfluoropropane tamponade for the management of acute corneal hydrops. *Cornea* 2010;29(7):838—9.
- [37] Nakagawa T, Maeda N, Okazaki N, et al. Ultrasound biomicroscopic examination of acute hydrops in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2006;141:1134—6.
- [38] Sharma N, Mannan R, Titiyal JS. Nonresolution of acute hydrops because of intrastromal migration of perfluoropropane gas. *Cornea* 2010;29(8):944—6.
- [39] Rajaraman R, Singh S, Raghavan A, Karkhanis A. Efficacy and safety of intracameral perfluoropropane (C3F8) tamponade and compression sutures for the management of acute corneal hydrops. *Cornea* 2009;28(3):317–320.

- [40] Subudhi P, Khan Z, Subudhi BNR, et al. To show the efficacy of compressive sutures alone in the management of acute hydrops in a keratoconus patient. *BMJ Case Rep* 2017.
- [41] Wylegala E, Tarnawska D. Amniotic membrane transplantation with cauterization for keratoconus complicated by persistent hydrops in mentally retarded patients. *Ophthalmology* 2006;113:561—4.
- [42] Sii F, Lee GA, Gole GA. Perforated corneal hydrops treated with sulfurhexafluoride (SF6) gas and tissue adhesive. *Cornea* 2005;24:503—4.
- [43] Jhanji V, Sharma N, Vajpayee RB. Management of keratoconus: Current scenario. *Br J Ophthalmol* 2011;95:1044—50.
- [44] De Lavalette JG, De Lavalette AR, Van Rij G, et al. Long term results of corneal transplantations in keratoconus patients. *Doc Ophthalmol* 1985;59(1):93—7.
- [45] Basu S, Reddy JC, Vaddavalli PK, Vemuganti GK, Sangwan VS. Long-term outcomes of penetrating keratoplasty for keratoconus with resolved corneal hydrops. *Cornea* 2012;31(6):615—20.
- [46] Akova YA, Dabil H, Kavalcioglu O, Duman S. Clinical features and keratoplasty results in keratoconus complicated by acute hydrops. *Ocul Immunol Inflamm* 2000;8(2):101—109.
- [47] Meyer JJ, Gokul A, Crawford AZ, et al. Penetrating keratoplasty for keratoconus with and without resolved corneal hydrops: long-term results. *Am J Ophthalmol* 2016;169:282—9.
- [48] Anwar HM, Anwar M. Predescemetitic dissection for healed hydrops—judicious use of air and fluid. *Cornea* 2011;30(12):1502—1509.
- [49] Nanavaty MA, Daya SM. Outcomes of deep anterior lamellar keratoplasty in keratoconic eyes with previous hydrops. *Br J Ophthalmol* 2012;96(10):1304—9.

- [50] Fuest M, Mehta JS. Strategies for Deep Anterior Lamellar Keratoplasty After Hydrops in Keratoconus. *Eye & Contact Lens* 2018;44(2):69—76.
- [51] Soosan Jacob, MS, FRCS, DNB, Smita Narasimhan, MBBS, FERC, Amar Agarwal, MS, FRCS, FRCO, Jambulingam Sambath, BOptom, Govindharaj Umamaheshwari, BOptom, and Areeckal Incy Saijimol, BSc ; Primary Modified Pre Descemet's Deep Anterior Lamellar Keratoplasty in Acute Corneal Hydrops ; *Cornea* Volume 37, Number 10, October 2018
- [52] Shah SG, Sridhar MS, Sangwan VS. Acute corneal hydrops treated by intracameral injection of perfluoropropane (C3F8) gas. *Am J Ophthalmol* 2005;139(2):368–370.
- [53] Aralikatti AKV, Tomlins PJ, Shah S. Urrets-Zavalía syndrome following intracameral C3F8 injection for acute corneal hydrops. *Clin Experiment Ophthalmol* 2008;36(2):198–199.
- [54] Vanathi M, Mohan S, Dada T, Panda A. Malignant glaucoma after intracameral isoexpansile perfluoropropane tamponade for the management of acute corneal hydrops. *Cornea* 2010;29(7):838–839