



# Sémiologie du glaucome et trabéculoplastie au laser argon

Par Nicolas Pradel



# **Recommandations à l'usage des infirmiers spécialisés travaillant en milieu isolé**

## Sémiologie du glaucome et trabéculoplastie au laser argon

Fond d'œil

Gonioscopie

Classification des glaucomes

Protocole de réalisation de l'ALT

*(Trabéculoplastie au Laser Argon)*

Auteur

Nicolas Pradel

Relecture

Philippe Bensaïd

Yassine Malek

Couverture

Guillaume Pradel

Décembre 2020

Photo de couverture : Pêcheur sur le lac Lagdo (Cameroun). Crédit photo : Nicolas Pradel

## **Remerciements**

Au Professeur Resnikoff et au Professeur Cochener pour leur soutien

A Philippe pour sa confiance

A Matthieu pour son implication et son sens du contact

A ma famille pour à peu près tout  
(plus de choses que 64 pages ne sauraient contenir)

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Trabéculoplastie vs trabéculectomie .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Bases sémiologiques.....</b>	<b>9</b>
3.1	Mesure (et erreurs de mesure) de la tension intra-oculaire : .....	9
3.2	Pachymétrie.....	10
3.3	Examen de la papille :.....	11
3.3.1	Rapport cup-disc .....	11
3.3.2	Anneau neuro-rétinien (ANR) .....	13
3.3.3	Taille de la papille .....	15
3.3.4	Flammèches .....	17
3.3.5	Exemples de papilles, physiologiques et pathologiques .....	18
3.4	Evaluation de l'angle iridocornéen .....	20
3.4.1	Les différentes structures de l'angle iridocornéen (AIC) .....	20
3.4.2	Variations anatomiques de l'AIC.....	21
3.4.3	Classification de Shaffer.....	24
3.4.4	Examen d'un angle étroit.....	25
3.4.5	Le test de Van Herick .....	26
3.4.6	Le verre à 3 miroirs de Goldmann .....	27
3.4.7	Lecture de l'angle : exemples et entraînement.....	28
<b>4</b>	<b>Réglage des paramètres du laser .....</b>	<b>31</b>
4.1	Zones d'impact du laser ALT .....	31
4.2	Intensité du faisceau laser .....	32
<b>5</b>	<b>Les différents types de glaucomes : diagnostic et prise en charge thérapeutique. ....</b>	<b>33</b>
5.1	HTO (Hypertonie Oculaire).....	33
5.2	Glaucome primitif à angle ouvert et Glaucomes secondaires à angle ouvert 33	
5.3	Le GPAO (Glaucome Primitif à Angle Ouvert) .....	33
5.4	Glaucomes secondaires à angle ouvert .....	34
5.4.1	Glaucome pigmentaire .....	34
5.4.2	Glaucome pseudo-exfoliatif (GPX) – Pseudoexfoliation capsulaire (PEC).....	35
5.5	Glaucome à pression normale.....	36
5.6	Glaucome post-traumatique.....	36

5.7	<b>Glaucome néovasculaire.....</b>	<b>37</b>
5.8	<b>Glaucome par fermeture de l'angle (et glaucome phacomorphique).....</b>	<b>38</b>
5.8.1	Définition du glaucome <i>chronique</i> par fermeture de l'angle .....	38
5.8.2	Définition du CAFA (ancien GAFA) ou Crise Aiguë par Fermeture de l'Angle .	38
5.8.3	Physiopathologie et traitement .....	39
5.9	<b>Glaucome juvénile.....</b>	<b>41</b>
5.10	<b>Hypertonie oculaire très importante.....</b>	<b>41</b>
5.11	<b>Histoire familiale .....</b>	<b>41</b>
5.12	<b>Glaucome agonique.....</b>	<b>42</b>
6	<b>Quel profil d'efficacité attendre de l'ALT au Nord Cameroun ?.....</b>	<b>43</b>
7	<b>Protocole de réalisation de l'ALT au nord Cameroun dans les centres OSF</b>	<b>44</b>
7.1	Evaluation pré-opératoire.....	44
7.2	Indications, cas particuliers et contre-indications .....	45
7.3	Paramètres machine et conseils pratiques .....	46
7.4	Suivi, traitement pré et post-interventionnel .....	47
7.5	Gestion des complications post-laser .....	48
7.6	Cas particulier de l'ALT si antécédent d'uvéite (glaucome uvéitique). .....	49
7.7	Sécurité.....	50
8	<b>Calibration du tonomètre Goldmann .....</b>	<b>51</b>
9	<b>Références .....</b>	<b>54</b>
10	<b>Index.....</b>	<b>56</b>
11	<b>Bibliographie.....</b>	<b>57</b>

## 1 Introduction

**Le diagnostic de glaucome dans le cadre de la médecine humanitaire dans un centre isolé** (c'est-à-dire sans pouvoir bénéficier obligatoirement de l'apport du champ visuel et de l'OCT) repose sur un **faisceau d'arguments** : antécédents familiaux et personnels, tension intra-oculaire, pachymétrie, examen attentif du segment antérieur, gonioscopie et aspect du nerf optique.

**Chacune de ces composantes fera l'objet d'un chapitre dans ce fascicule.**

Sa prise en charge repose principalement sur deux attitudes dans les régions à faible ressource financière : **trabéculéctomie ou trabéculoplastie.**

**Notre souhait est d'introduire la trabéculoplastie dans les centres OSF dès fin 2020 / début 2021** comme thérapeutique de première intention, en alternative à la trabéculéctomie.

## 2 Trabéculoplastie vs trabéculéctomie

	Trabéculoplastie (ALT)	Trabéculéctomie
<b>Taux d'efficacité</b> (~diminution de plus de 20% de la PIO et ≤ à 21mmHg)	<b>Du même ordre de grandeur à moyen terme, environ 50% à 2-3 ans</b> <sup>1-3 4,5</sup> (trabéculoplastie : des chiffres très variable dans la littérature :souvent plus encourageants : ~50% à 5ans <sup>6-12</sup> mais parfois décevants <sup>13-15</sup> ) .Avec cependant une supériorité de la trabéculéctomie sur l'ALT <sup>16</sup>	
	<b>Diminution de l'efficacité au long terme</b>  (% des patients répondeurs variable à 10 ans <sup>6,7,17</sup> , le chiffre de 10% est souvent retenu <sup>17</sup> )	<b>Efficacité beaucoup plus stable au long terme</b>  (à 5 ans: 40 à 50% des patients <sup>4,5</sup> , dont à 10 ans et plus 60 à 70% des bons répondeurs initiaux <sup>18</sup> )
<b>Complications</b>	<b>Rares</b>	<b>Fréquentes</b> <sup>19</sup>
<b>Suivi post-opératoire</b>	<b>Facile</b>	<b>Complexe, astreignant, compliqué dans le cadre de la médecine humanitaire et des régions isolées</b>
<b>Temps d'apprentissage de la technique</b>	<b>Faible à moyen</b>	<b>Important à très important</b>
<b>Coût financier</b>	Faible à modéré	Modéré à très important
<b>Acceptabilité par les populations</b>	Bonne	Médiocre

La prise en charge thérapeutique du glaucome est habituellement bien codifiée, reposant principalement sur 4 attitudes : surveillance simple, traitement médical topique, **trabéculéctomie et/ou trabéculoplastie**.

**Trabéculoplastie et trabéculéctomie sont les deux principales thérapeutiques de première intention dans les régions isolées, à faibles ressources financières.**

Le choix d'une ou de l'autre de ces thérapeutiques se fait en fonction de la pathologie du patient, de l'acceptabilité du traitement, et de l'expérience du chirurgien.

Les collyres hypotonisants ne trouvent ici malheureusement que peu leur place du fait de leur faible acceptabilité par les populations locales : coût trop important (et difficultés d'observance)<sup>20</sup>.

La trabéculéctomie est effectuée dans nos centres par des infirmiers spécialistes (formés par des chirurgiens Français) dont les compétences chirurgicales ont été évaluée et validées<sup>21</sup>.

L'abstention s'entend chez le patient trop âgé ou dans le cas du glaucome agonique.



## 3.2 Pachymétrie

La mesure de la tension intra-oculaire se fait en déformant la cornée (en l'aplatissant plus exactement).

- Plus il est difficile d'aplatir la cornée et plus la TIO est importante (un peu comme un ballon de foot trop gonflé ou dégonflé).
- Si la **cornée est épaisse**, il faudra exercer une force supplémentaire pour l'aplanir, et la tension sera de fait surestimée.
- Inversement pour une **cornée fine**.

Pour mémoire :

- La **TIO moyenne est de 15mmHg  $\pm$  5 à 6mmHg**.
- La **pachymétrie moyenne des sujets africains est de 525 $\mu$ m  $\pm$  70 $\mu$ m<sup>24</sup>**.

Le tableau ci-dessous est donné à titre indicatif, il ne constitue pas une règle absolue, d'autres paramètres influencent la mesure de la TIO réelle.

Il convient de ne s'y intéresser que pour les **valeurs extrêmes** de pachymétrie et TIO<sup>25</sup>.

CCT in microns	IOP correction in mm Hg
445	+7
455	+6
465	+6
475	+5
485	+4
495	+4
505	+3
515	+2
525	+1
535	+1
545	0
555	-1
565	-1
575	-2
585	-3
595	-4
605	-4
615	-5
625	-6
635	-6
645	-7

Figure 2 - Table de correction de la TIO en fonction de la pachy (d'après doi:10.1371/journal.pone.0062841.t001)

### 3.3 Examen de la papille :

#### 3.3.1 Rapport cup-disc

Le rapport cup-disc se calcule en divisant le diamètre vertical du **Cup** sur celui du **Disc**

Pour mesurer plus facilement le cup/disc :

- Se référer à un patron (ex : figure 3 ci-dessous).
- Le calculer en supérieur puis en inférieur et faire la moyenne des deux ( $C/D=0.4$ ).
- Ou appliquer la règle des cinquièmes (figure 4).

Il est toujours mesuré verticalement.

- Le disc correspond à l'excavation.

- L'anneau neuro-rétinien et le cup forment le disc.

- L'anneau scléral (fine bande claire en périphérie de l'anneau neuro-rétinien) ne fait pas partie du cup (il ne doit pas être pris en compte dans le calcul de l'ANR).

## visualisation du CUP/DISC des papilles

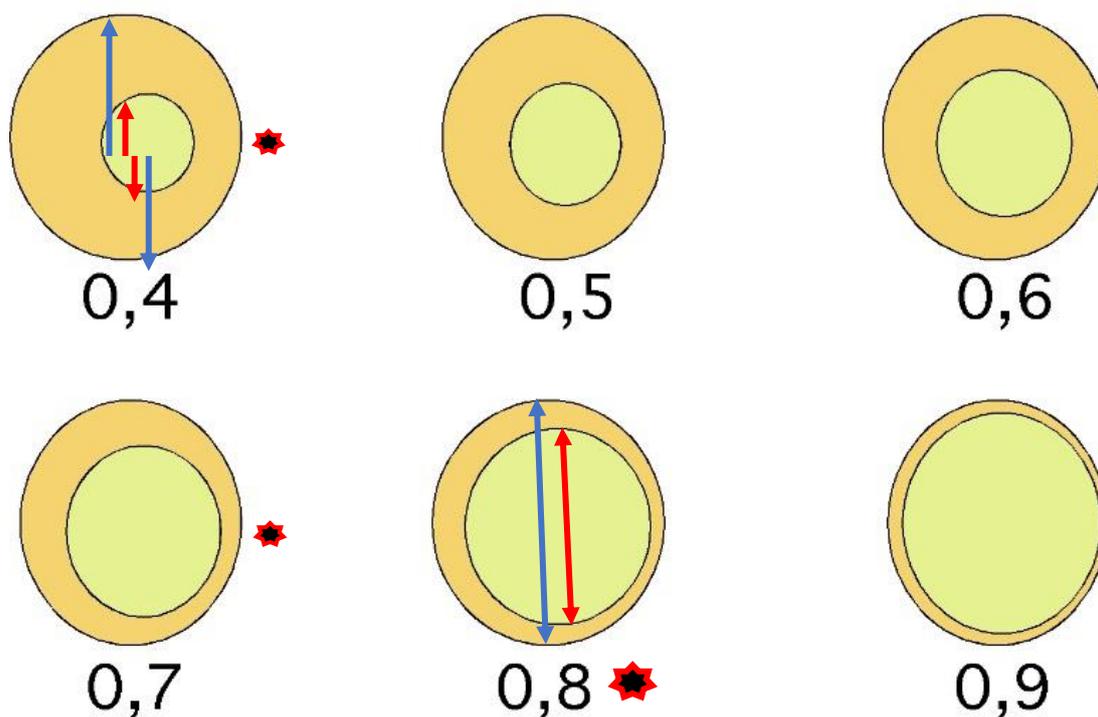


Figure 3 – D'après Philippe Bensaid

★ = Un cup-disc supérieur ou égal à 0.8 peut théoriquement suffire à poser le diagnostic de glaucome.<sup>26</sup>

- Théoriquement...
  - Car sur une grosse papille, ce rapport sera physiologique.
  - Car il convient d'exclure une autre cause de neuropathie.

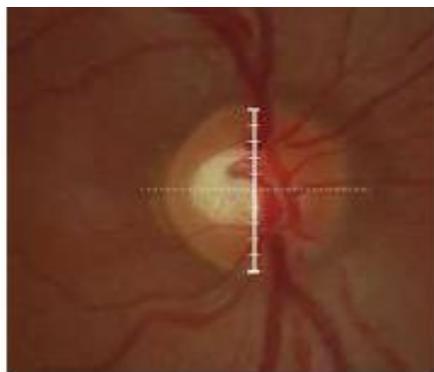
Une asymétrie entre les C/D est très fortement évocatrice de glaucome :

★ ★ = Une différence supérieure ou égale à 0.3 peut « théoriquement » suffire seule à poser le diagnostic de glaucome. <sup>26</sup>

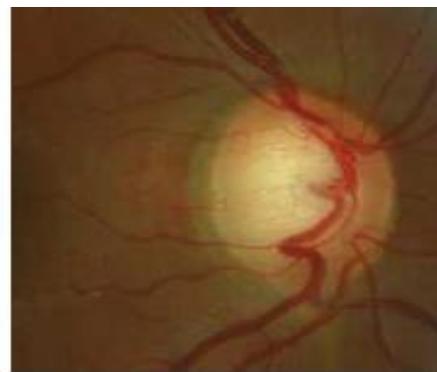
- Théoriquement car si il existe une différence notable de taille entre les deux papilles, l'asymétrie de l'excavation sera physiologique<sup>27,28</sup> !

Cette différence peut s'expliquer par :

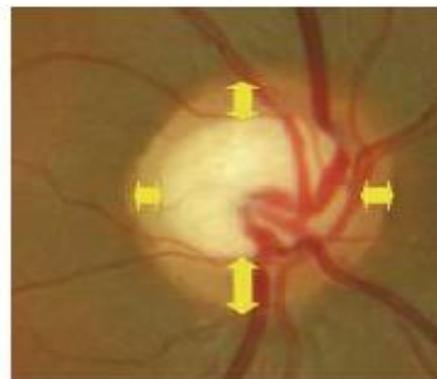
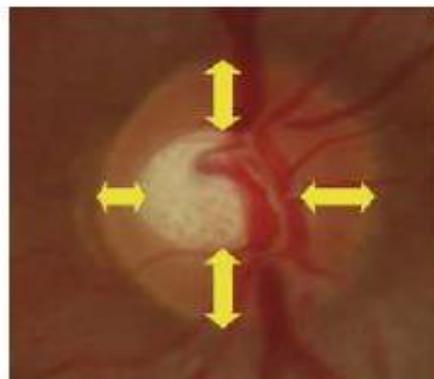
- Une progression asymétrique du glaucome.
- Un glaucome unilatéral (glaucome post-traumatique etc...).



**Fig. 9-35** Règle des cinquièmes appliquée à la même papille : 2,5 cinquièmes en haut et 2 cinquièmes en bas d'excavation font 4,5/10 (0,45) de rapport C/D.



**Fig. 9-36** Grande papille, de 2,7 mm de diamètre vertical, très allongée verticalement, avec une excavation constitutionnelle à grand axe vertical de 7/10.



**Fig. 9-37** La règle ISNT est respectée dans ces deux cas de papilles excavées physiologiquement : (a) à 0,45 (papille de la fig. 9-33) et (b) à 0,7.

a | b

Figure 4, d'après le rapport SFO 2014.

Cup-Disc (chapitre ci-dessus) et règle ISNT (chapitre ci-dessous)

### 3.3.2 Anneau neuro-rétinien (ANR)

Lorsque les fibres nerveuses sortent du nerf optique elles forment l'anneau neuro-rétinien. C'est la perte de ces fibres nerveuses qui sera à l'origine de l'atteinte du champ visuel.

L'altération de l'anneau neuro-rétinien peut se faire :

- De manière localisée : **encoche (A)**
- De manière **diffuse** :
  - Soit homogènement sur 360° **(C)**
  - Soit hétérogènement: **(B)**  
L'ANR sera d'abord aminci en inférieur, puis en supérieur.  
Le quadrant temporal s'altère beaucoup plus tardivement : les fibres nerveuses qui en sortent transmettent l'influx visuel de la macula.

L'encoche est quasi-pathognomonique du glaucome.

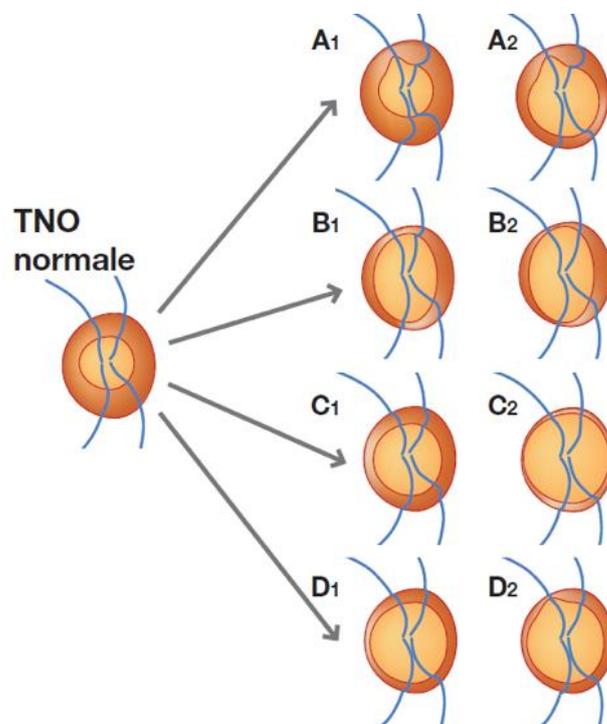


Figure 5 - Progression de l'atteinte glaucomateuse  
(d'après les guidelines 2014 de l'EGS)

L'anneau rétinien doit respecter la règle de symétrie ISNT (is'nt) : plus épais en inférieur, qu'en supérieur, qu'en nasal, qu'en temporal.

En réalité cette règle n'est pas absolue (l'ANR inférieur est souvent de même épaisseur qu'en supérieur)<sup>22</sup>.

**Ce qui doit alerter : un anneau neuro-rétinien inférieur plus fin qu'en supérieur, temporal (ou nasal).**

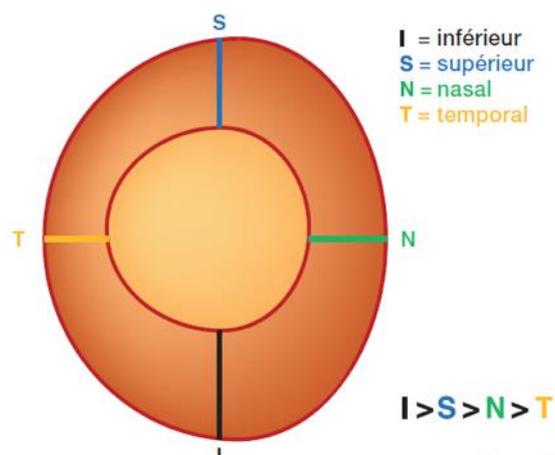


Figure 6 – Règle ISNT  
(d'après le guidelines 2014 de l'EGS)

L'ANR est un concept tridimensionnel.

Ce n'est pas juste la partie plus rosée de la papille qui correspond à l'ANR mais surtout la partie charnue (visualisée grâce à l'angle que font les vaisseaux en « grim pant » dessus).  
*C'est pour cette raison que l'appréciation de l'ANR doit se faire préférentiellement pupille dilatée, avec une lentille Volkman ou un verre à 3 miroirs.*

Les fibres nerveuses sortent en périphérie du nerf optique, à travers la lame criblée.

Les variations inter-individuelles du C/D s'expliquent :

- Par la variation inter-individuelle du nombre de fibres nerveuses (certaines personnes en ayant plus que d'autres).
- Par la variation inter-individuelle de taille de la papille<sup>29</sup> : pour un même nombre de fibres nerveuses, si la taille de la papille augmente, les fibres nerveuses se répartissent sur une plus grande circonférence et l'ANR est plus fin.

**Ainsi un C/D à 0.8 sur une grande papille est physiologique, alors qu'un C/D à 0.4 sur une petite papille fera évoquer une neuropathie glaucomateuse à un stade avancé.**

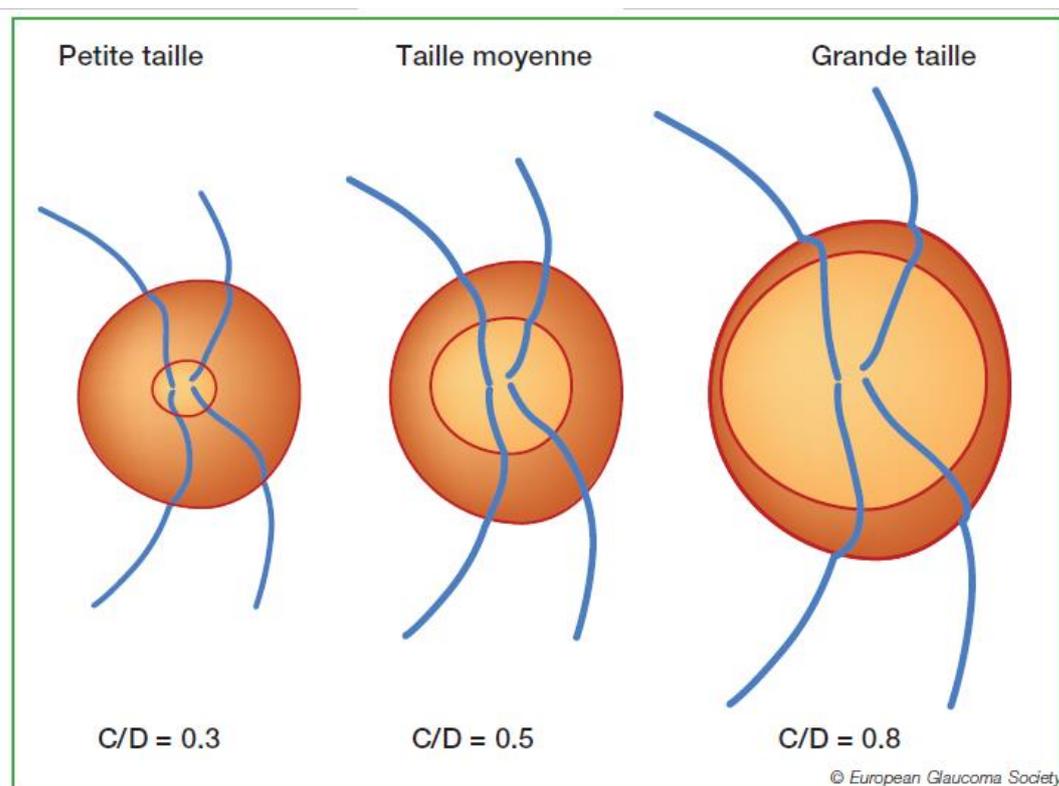


Figure 7 - D'après le guidelines 2014 de l'EGS

### Aspects physiologiques de la papille en fonction de la taille du disque

### 3.3.3 Taille de la papille

Le diamètre vertical de la papille est mesuré via le faisceau lumineux de la lampe à fente.

! Chaque lentille d'examen grossit ou diminue la taille de l'image.

Il convient donc d'appliquer un facteur de correction (coefficient de magnification) par rapport à ce qui est indiqué sur la partie supérieure de la lampe à fente :

- Ex : +50% (x1.5) pour la lentille Superfield (ici 1.8mm donc taille réelle de 2.7mm = grosse papille, le cup/disc à 0.5 est donc tout à fait physiologique !).
- V3M de Goldmann : coefficient =  $1^{30}$  (taille réelle) .

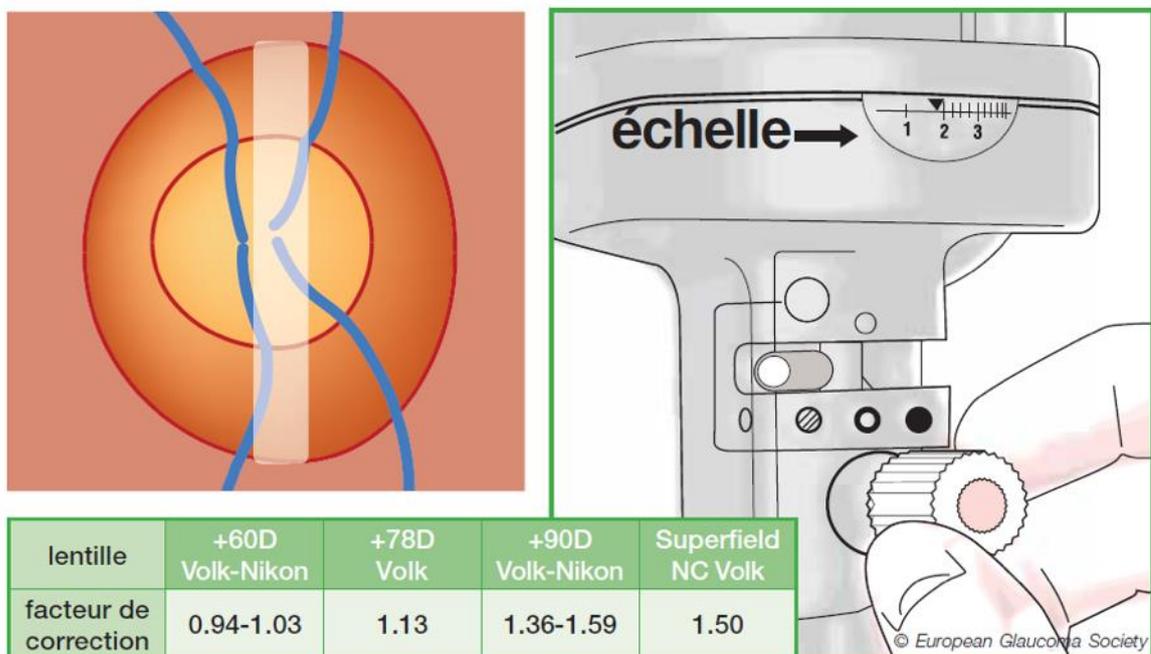


Figure 8 - Mesure du diamètre vertical d'une papille (Guidelines 2014 de l'EGS)

Retenir<sup>31 28,32-34</sup> :

- **Petite papille** : < 1.5mm de diamètre vertical.
- **Grosse papille** : > 2.2mm de diamètre vertical.

Pour apprécier le rapport entre taille de la papille et rapport Cup / Disc on peut se référer au patron ci-dessous (donné à titre d'exemple) :

- Au-dessus de la ligne : le rapport cup-disc est anormalement élevé.
- En dessous il est dans la norme.
- ! L'examen de la papille est complexe et ne saurait se limiter à l'examen seul du rapport Cup/Disc.

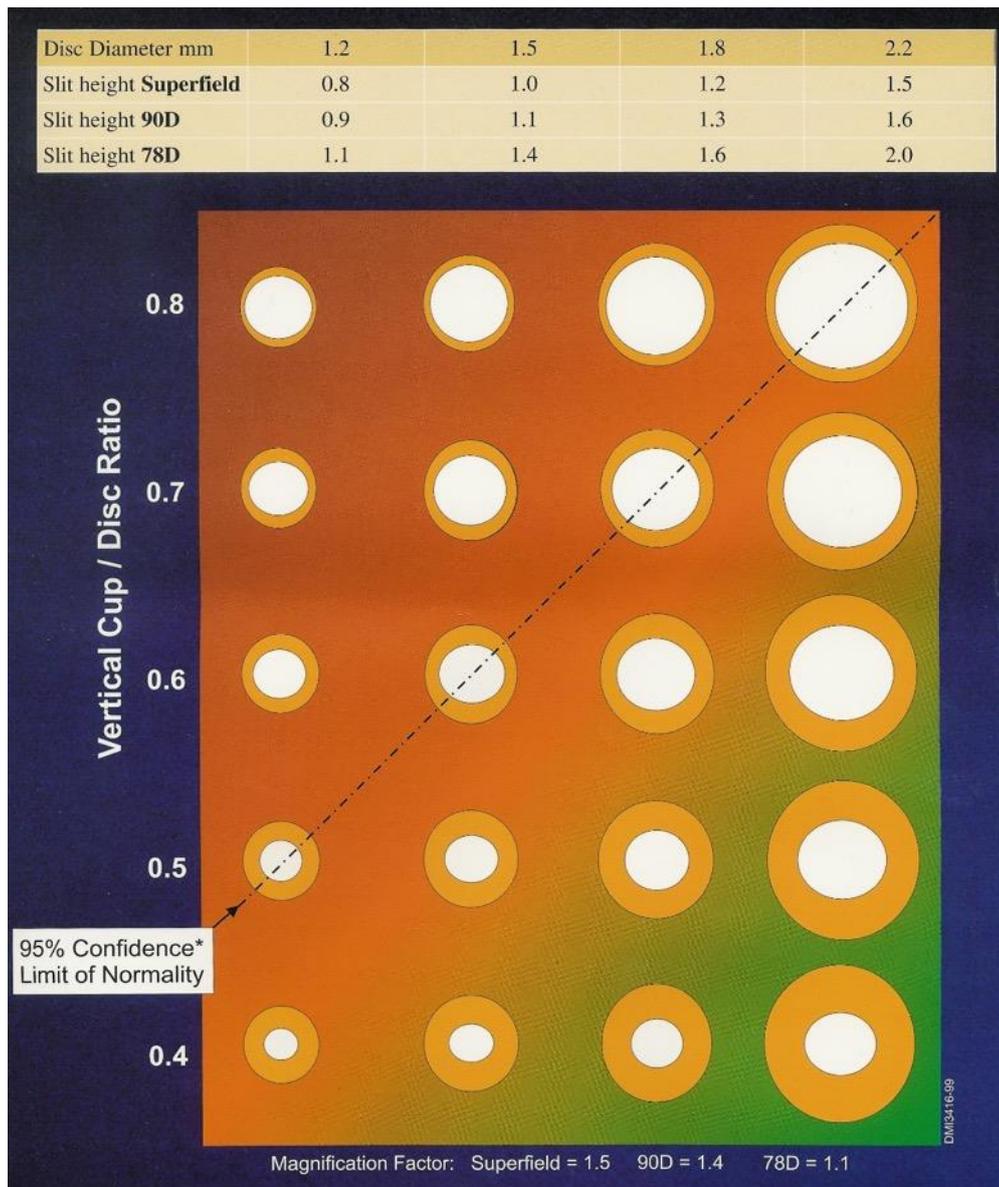


Figure 9 - Optic Disc Chart, d'après [oc-net.org.uk](http://oc-net.org.uk). (12/2020)

### 3.3.4 Flammèches

Les **flammèches (ou hémorragies du nerfs optique)** sont quasi-pathognomoniques du glaucome.

- Elles correspondent à un infarctus localisé des fibres nerveuses.
- Elles sont le signe d'une évolutivité de la pathologie.
- *Elles peuvent cependant se rencontrer très rarement chez le sujet sain (0.2% de la population)<sup>22 35</sup>.*

### 3.3.5 Exemples de papilles, physiologiques et pathologiques

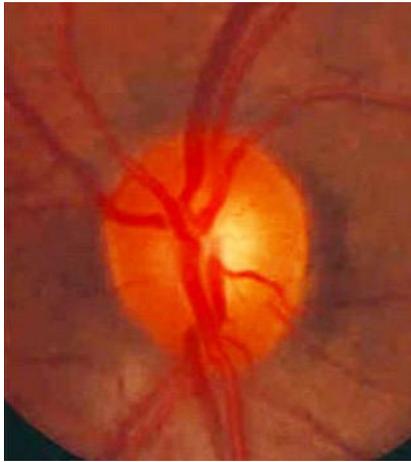


Figure 10 - **Petite papille pathologique (ANR inf. aminci)**  
(d'après [glaucomaassociates.com](http://glaucomaassociates.com), 12/2020)



Figure 11 - **Grande papille avec ANR fin physiologique**  
(collection personnelle)

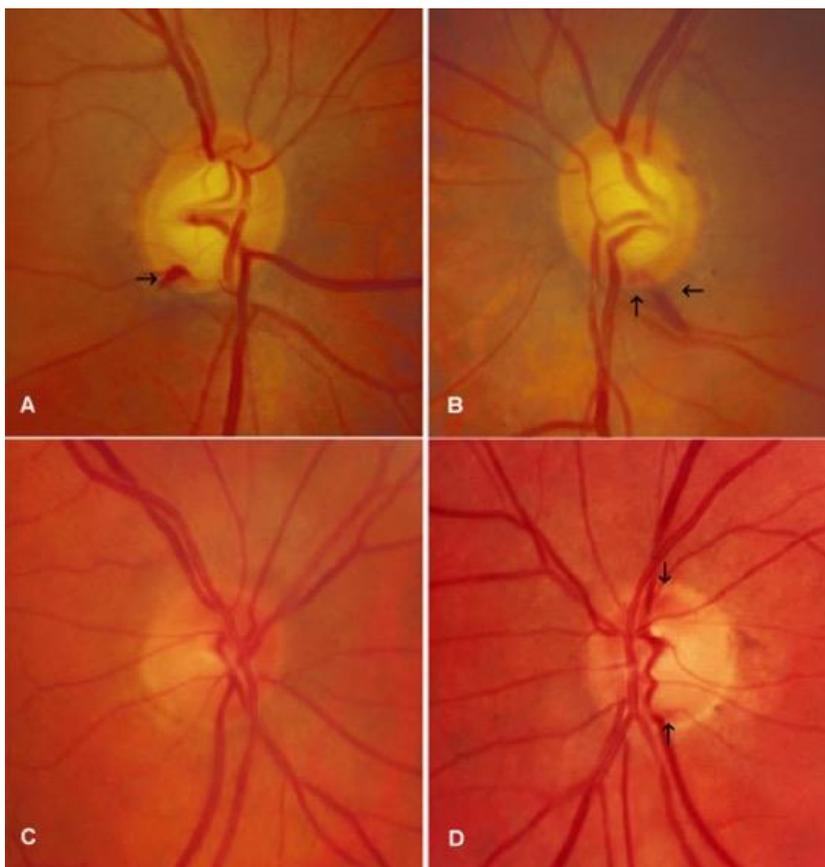
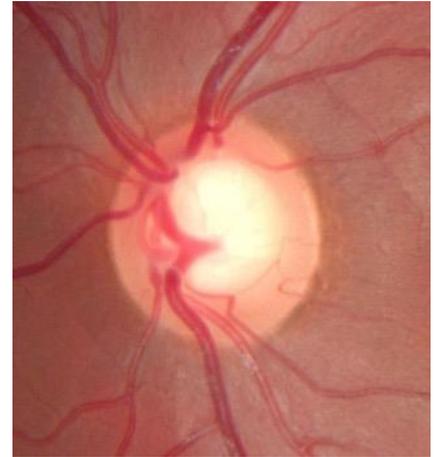


Figure 12- **Hémorragies du nerfs optique (A, B et D). Papille normale (C)**  
D'après doi: 10.1016/j.jcjo.2017.04.011

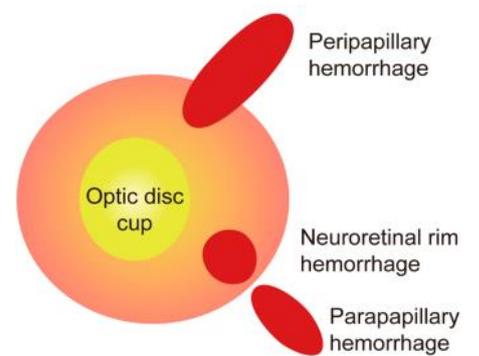


Figure 13, **Différents types d'hémorragies du disque**  
d'après doi:10.1038/s41598-020-71183-8

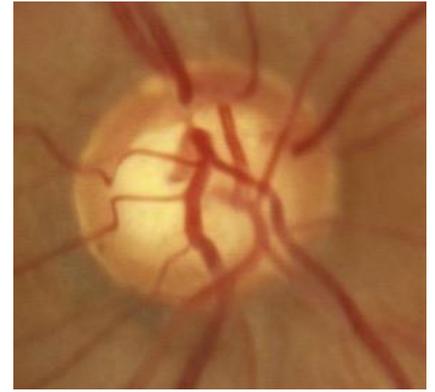
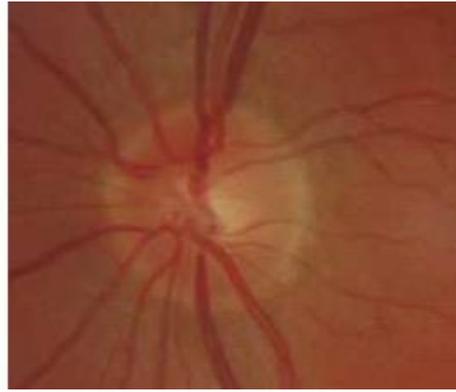
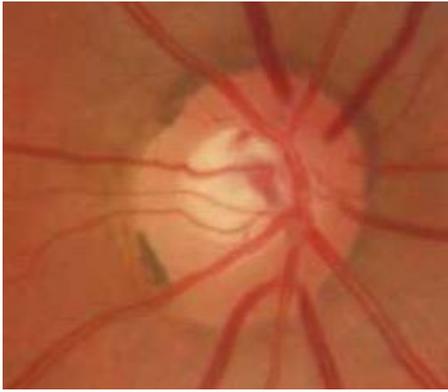


Figure 19 - D'après le rapport SFO 2014

**Asymétrie physiologique des excavations, respect de la règle ISNT**

Figure 19, d'après R. Bourne.

**Papille glaucomateuse.**

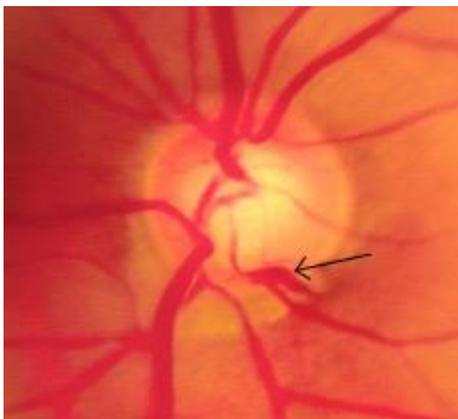


Figure 19 – D'après l'ICO Guidelines for Glaucoma, 2015.

**Flammèche + altération de l'ANR  
Anneau scléral bien visible**

Figure 19,

D'après eyerounds.org (12/2020)

**Hémorragie du disque.  
Discrète atrophie beta sur 360°**

Figure 19, collection personnelle

**ANR fin pathologique**

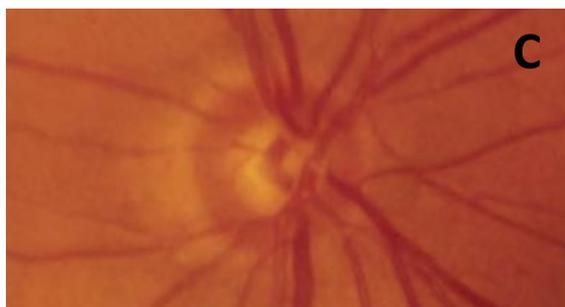
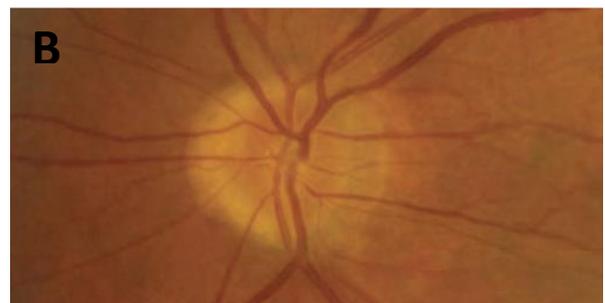


Figure 19,- D'après Glaucoma, 2nd ed, 2019:

**A : grande papille physiologique + « croissant gris »,  
B : petite papille pathologique (amincissement inférieur de l'ANR),  
C : papille pathologique, D : Papille pathologique (notez la flammèche)**

## 3.4 Évaluation de l'angle iridocornéen

### 3.4.1 Les différentes structures de l'angle iridocornéen (AIC)

#### **Ligne de Schwalbe :**

- *Condensation de collagène qui marque le début de la Descemet.*
- Claire et blanche (de couleur nacré le plus souvent).
- Possibilité présence de pigment en regard de la ligne de Schwalbe, ou en avant.
  - Cette ligne de pigment appelée ligne de Sampaolesi est le plus souvent présente dans la partie inférieure de l'angle, et doit faire évoquer un glaucome pseudo-exfoliatif ou pigmentaire (aucun caractère pathognomonique cependant).

#### **Trabéculum non-fonctionnel (aussi appelé trabéculum « non pigmenté ») :**

- Un peu moins blanc que la ligne de Schwalbe.
- Pigmentation hétérogène du trabéculum « non pigmenté » : peut-être blanche ou très sombre.

La partie antérieure (la plus proche de la ligne de Schwalbe) est plus pigmentée que la partie postérieure du trabéculum « non pigmenté ».

#### **Trabéculum fonctionnel (aussi appelé trabéculum « pigmenté ») :**

- *En regard du canal de Schlemm.*
- **Coloration grise - brunâtre profonde** ± pigments superficiels.
- Structure souvent très pigmentée.

#### **Eperon scléral :**

- *Condensation de collagène.*
- **Blanc.**

#### **Bande ciliaire :**

- *Insertion sclérale des fibres musculaires du corps ciliaire.*
- **C'est la 2<sup>e</sup> bande de coloration grise - brunâtre profonde** ± pigments superficiels (coloration souvent similaire à celle du trabéculum fonctionnel).
- Un élargissement important et asymétrique est en faveur du diagnostic de récession angulaire (**glaucome post-traumatique**).

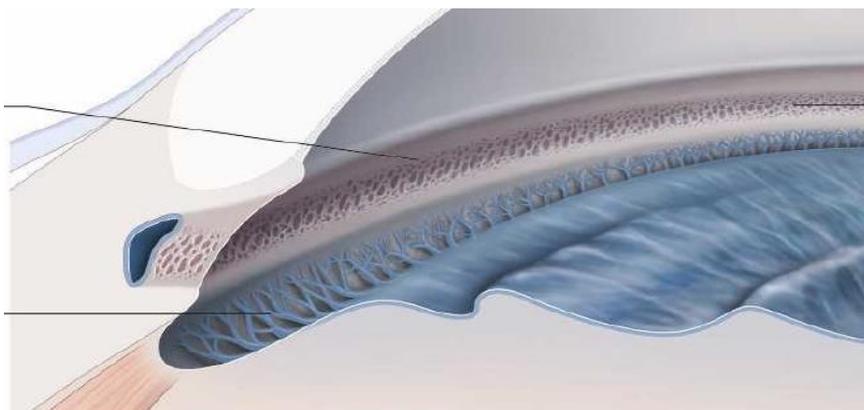


Figure 20  
**Angle irido-cornéen**  
D'après le rapport 2014 de la SFO

### 3.4.2 Variations anatomiques de l'AIC

- **La pigmentation** est variable en fonction des individus, plus prononcée dans le quadrant inférieur, et chez les sujets atteints de **Glaucome Pseudo-Exfoliatif** ou de **Glaucome Pigmentaire**.

**Les pigments sont superficiels** (la coloration « naturelle » de la bande ciliaire et du trabéculum fonctionnel est plus profonde).

*La classification de Scheie est donnée ici à titre indicatif.*



Figure 22 - Rapport 2014 de la SFO

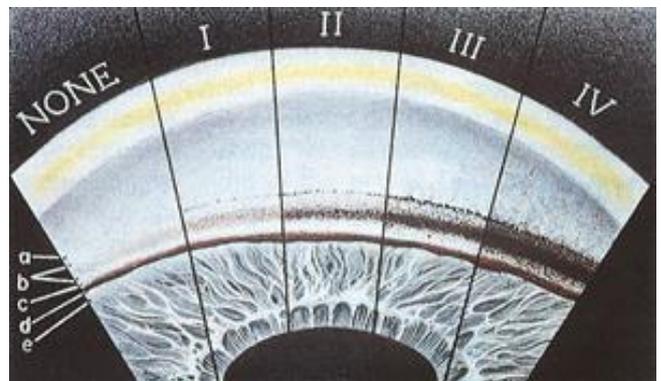


Figure 22 - Classification de Scheie,  
D'après aao.org (12/2020)

- **Canal de Schlemm :**
  - Uniquement visible lorsqu'il est rempli de sang :
    - Lors d'épisodes de franche hypotonie oculaire.
    - Ou par augmentation de la pression veineuse épisclérale (ou lorsque l'on appuie trop sur l'œil avec le verre d'examen...).



Figure 23 - Sang dans le canal de Schlemm, BCSC section 10, 2005-2006

- **Vaisseaux normaux:**<sup>36</sup>
  - Rarement visibles.
  - **3) Le grand cercle artériel de l'iris** peut être visible :
    - Epais, proche de la bande ciliaire, il est compris dans l'épaisseur du stroma irien, et est parfois visible lorsqu'il fait des « boucles » en avant de l'iris.
    - Sa disposition est circonférentielle, parallèle à la bande ciliaire.
  - De plus petits vaisseaux, sont parfois visibles.
    - De disposition **radiaire et régulière**.
    - **2) Soit sur l'iris.**
    - **1) Soit sur l'angle :** ils ne dépassent alors **jamais** la ligne de Schwalbe.

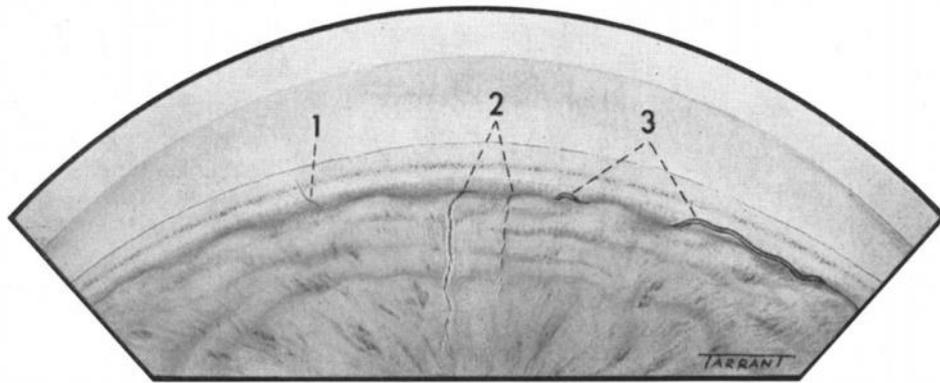
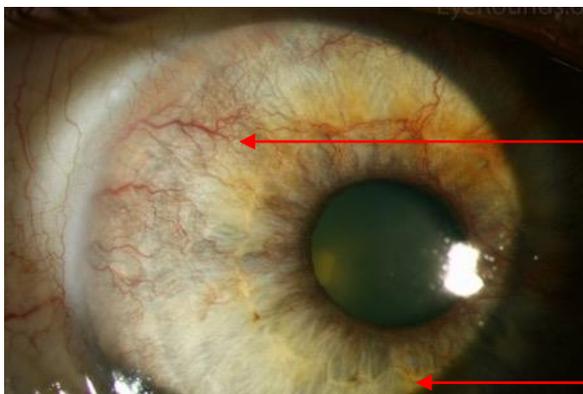


FIG. 1.—Composite drawing of angle vessels seen in normal eyes.  
 (1) Radial ciliary body or trabecular vessel. (2) Radial iris vessel. (3) Circular ciliary band vessel.

Figure 24 - 3 types de vaisseaux normaux, d'après doi: 10.1136/bjo.48.10.551

- **Néo-vaisseaux :**
  - Pathologiques.
  - **Souvent très discrets.**
    - Leur distribution est anarchique au contraire des vaisseaux normaux.
    - Le premier signe de néovascularisation de l'iris est souvent la reperméabilisation de la collerette irienne.



Néovaisseaux iriens  
 anormaux :  
 (distribution anarchique)

Reperméabilisation de la  
 collerette irienne (signe  
 précoce)

Figure 25 – D'après webeye.ophth.uiowa.edu. (12/2020)

- **Procès iriens et synéchies:**

- Les **procès iriens** (Figure 26) sont de fines bandes de tissu irien remontant sur l'éperon scléral, en forme de pointe. Fréquents et sans signification pathologique.
- A différencier des **synéchies irido-cornéennes périphériques** (photo ci-contre) pathologiques, beaucoup plus volumineuses et en forme de tente / triangle.

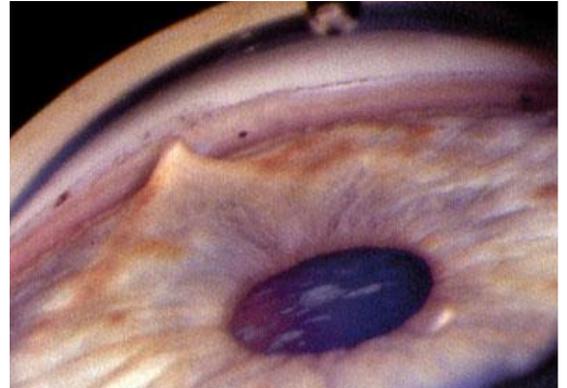


Figure 27- **Synéchie iridocornéenne,**  
D'après Gonioscopy, ed Springer

- **Racine de l'iris :**

- Elle s'insère le plus souvent sur la bande ciliaire, mais son insertion peut être parfois plus antérieure (éperon scléral etc...), masquant alors les structures sous-jacentes.

- **Iris :**

- Il peut être plan, plateau, convexe ou concave.

Les configurations **plateau et convexe** masqueront la visualisation des structures de l'angle iridocornéen, et le cas échéant peuvent être à l'origine d'un glaucome par fermeture de l'angle

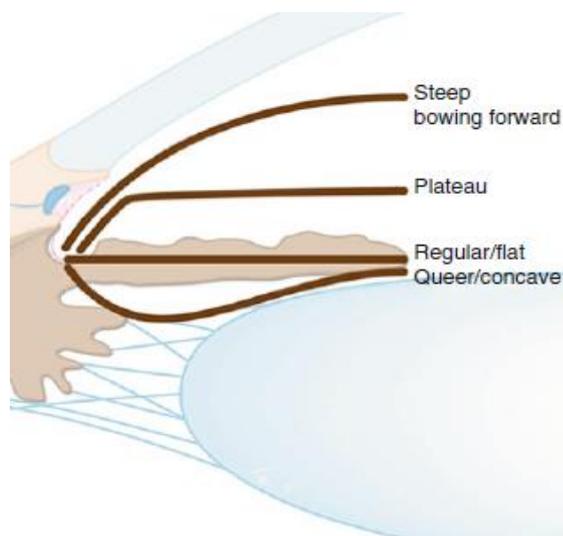


Figure 28 – D'après Gonioscopy, ed Springer

### 3.4.3 Classification de Shaffer

La classification de Shaffer est relativement simple une fois le praticien à l'aise avec la lecture de l'angle.

Importante à connaître, elle permet de différencier un angle ouvert d'un angle étroit et de porter le diagnostic de glaucome par fermeture de l'angle

#### En fonction des structures visibles :

##### **Angle ouvert :**

**Shaffer IV** : Toutes les structures sont visibles (y compris la bande ciliaire)

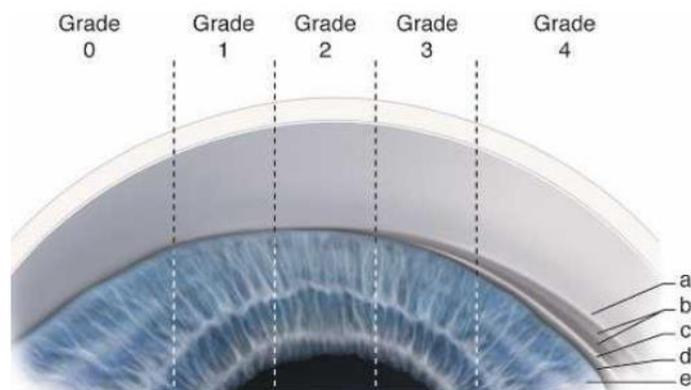
**Shaffer III** : Eperon scléral vu

**Shaffer II** : Trabéculum fonctionnel visible

##### **Angle étroit<sup>37</sup> (contact iridotrabéculaire) :**

**Shaffer I** : Trabéculum non-fonctionnel / ligne de Schwalbe visible

**Shaffer 0** : La ligne de Schwalbe n'est pas visible



**Fig. 9-29** La classification du degré d'ouverture de l'angle iridocornéen de Shaffer. a. Anneau de Schwalbe. b. Trabéculums pigmenté et non pigmenté. c. Éperon scléral. d. Bande ciliaire. e. Base de l'iris. (D'après Alward, 1994 [1].)

Figure 29 - Rapport SFO 2014

### 3.4.4 Examen d'un angle étroit

L'angle sera étroit soit par (le plus souvent) **un bombement de l'iris, une forme de plateau et/ou des synéchies** -> **en faveur du diagnostic de glaucome par fermeture de l'angle**

**!** La classification doit se faire initialement sans trop appuyer avec le verre Goldmann ni sans l'incliner sur le côté (ce qui peut ouvrir l'angle ou dévoiler des structures masquées).

Puis si certaines structures ne sont pas visibles, il convient d'incliner le V3M en supérieur (voir d'appuyer un peu en supérieur) pour mieux visualiser l'angle inférieur (vu dans la partie supérieure du verre).

Cela permet d'identifier les structures sous-jacentes, et la cas échéant (angle étroit) de visualiser les synéchies.

NB : Si disponible il est préférable d'utiliser un verre dévolu à la gonioscopie (**Sussman** par exemple) pour ouvrir l'angle plus qu'un V3M (même si l'utilisation du V3M est plus simple)

Le verre Sussman permet d'**indenter** (appuyer sur la cornée pour chasser l'humeur aqueuse), ce qui permet d'ouvrir l'angle et d'identifier les structures sous-jacentes.

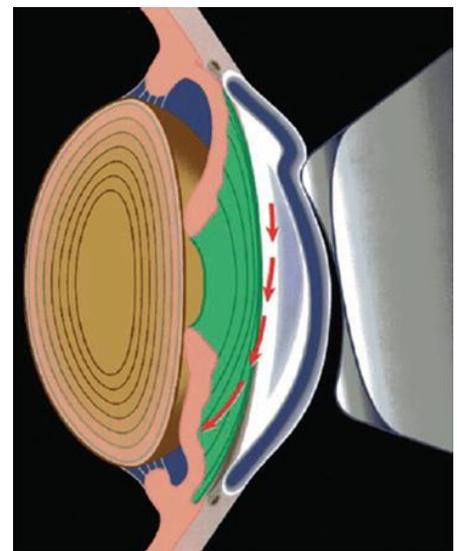


Figure 30 – D'après [media.springernature.com](http://media.springernature.com). (12-2020)

Dans le cas où ces manœuvres permettent une vue plus approfondie de l'angle on note : ->

- Exemple: Shaffer 1, mais après indentation Shaffer 3 en inférieur et Shaffer 2 en supérieur  
= Shaffer 1 -> 3 en inf. et Shaffer 1 ->2 en sup.

### 3.4.5 Le test de Van Herick

Donné ici à titre indicatif.

Il permet de se faire rapidement une idée de la profondeur de la chambre antérieure.

**Il ne se substitue pas à une gonioscopie.**

La fente lumineuse est orientée en temporal de l'œil, à proximité du limbe, à environ 60°.

Le rapport entre la distance face postérieure de la cornée – iris (**b**) et l'épaisseur de la cornée (**a**) est calculé (**b/a**).

- (**S**) reflet de la fente lumineuse sur l'iris

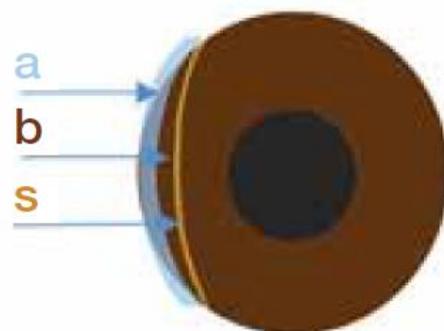


Figure 31 –  
D'après les Guidelines 2014 de l'EGS

*Si le rapport est égal à 0 (iris au contact de la face postérieure de la cornée), l'angle est « fermé ».*

*En dessous de  $\frac{1}{4}$  il est « étroit ».*

*Au-dessus de  $\frac{1}{2}$  il est « ouvert ».*

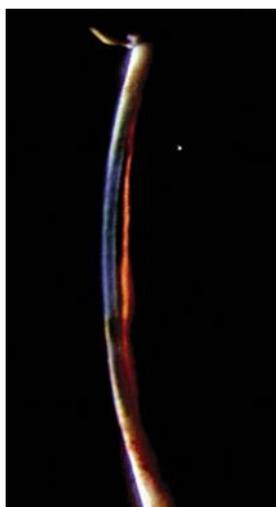


Figure 33 –

**Angle très étroit (<1/4): gonioscopie indispensable (probable glaucome par fermeture de l'angle).**

*D'après cejournal.org. (12-2020)*



Figure 33- –

**Angle ouvert (rapport >1)**

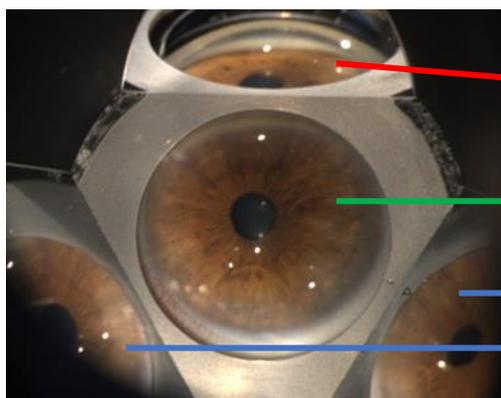
*D'après encrypted-tbn0.gstatic.com (12/2020))*

### 3.4.6 Le verre à 3 miroirs de Goldmann



Le verre à 3 miroirs de Goldmann est constitué de :

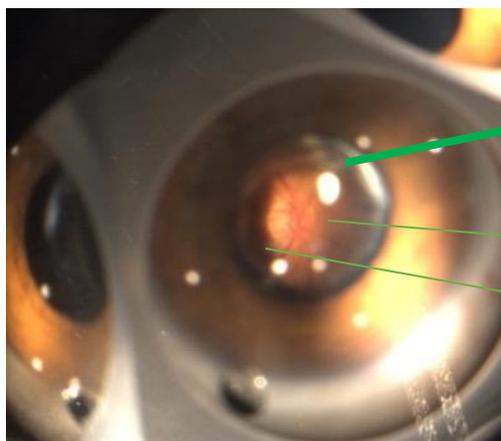
- 3 quadrants périphériques
- D'un quadrant central



**Un quadrant périphérique dévolu à la gonioscopie** permettant la visualisation de l'angle opposé (ici donc les 160° inférieurs)

Un quadrant central permettant la visualisation du pôle postérieur (en trans pupillaire)

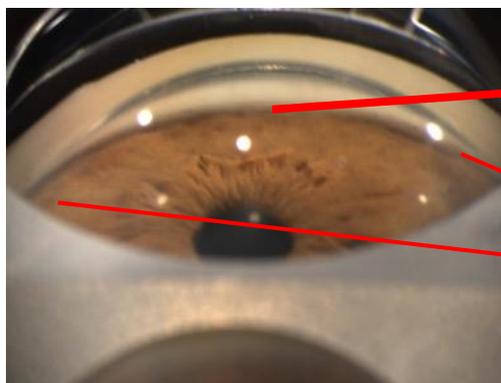
Deux quadrants périphériques pour la visualisation de la rétine périphérique opposé (ici supéro-nasale et supéro-temporale, en trans pupillaire)



Visualisation de la papille dans le quadrant central

Ici l'œil droit.

- A droite est donc vu la partie nasale de la papille
- Et à gauche sa partie temporale
- En haut l'ANR supérieur
- En bas l'ANR inférieur



Ici l'angle inférieur (sur environ 160°) est visualisé via le quadrant périphérique de gonioscopie, positionné en supérieur.

Œil droit :

- Partie nasale de l'angle
- Partie temporale de l'angle

Et inversement pour l'œil gauche

Figure 34 -collection personnelle..

V3M: 4 clichés pour illustrer la technique

### 3.4.7 Lecture de l'angle : exemples et entraînement



Figure 35 - Angle irido-cornéen, exemple (Collection personnelle)

#### Sauriez-vous reconnaître les structures ?

Il s'agit ici d'un angle ouvert (Shaffer 4), bien pigmenté.  
La ligne de Sampaloesi est visible en temporal de l'œil droit

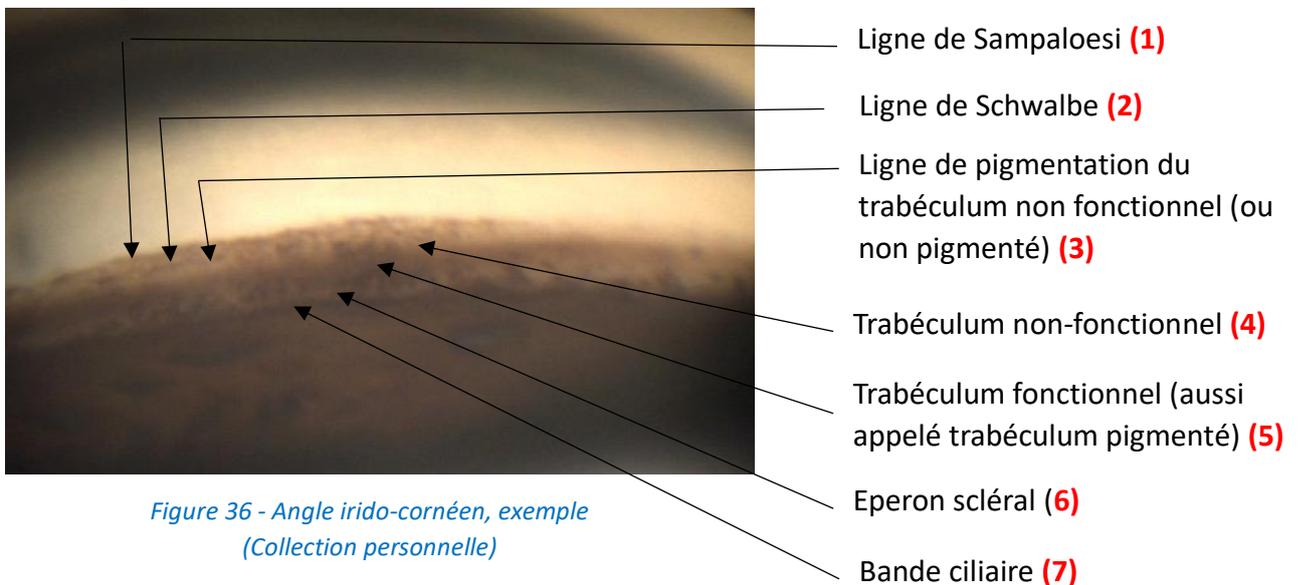
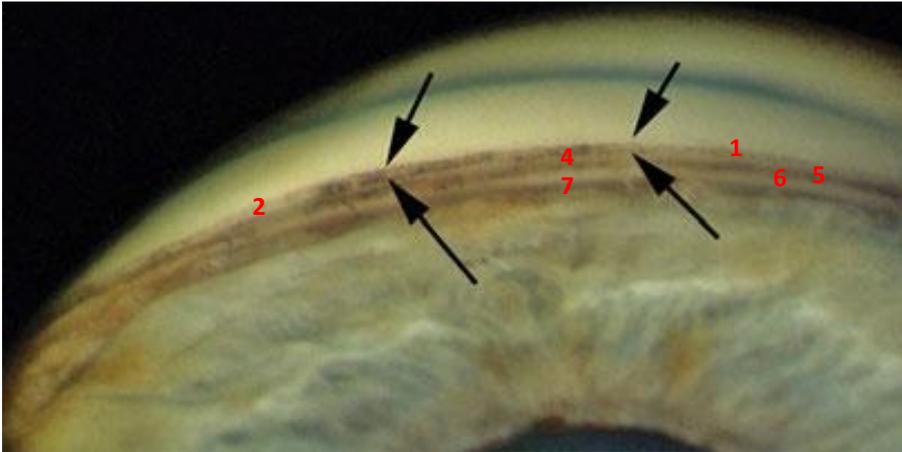


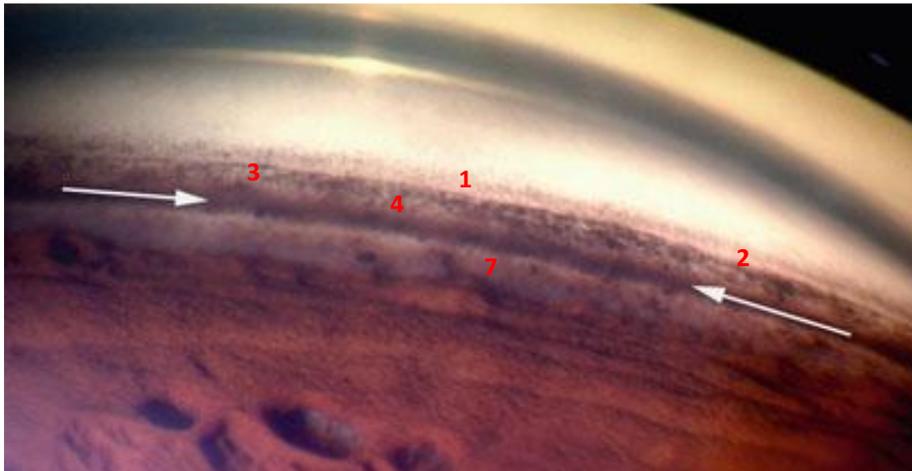
Figure 36 - Angle irido-cornéen, exemple (Collection personnelle)

**La ligne de Sampaolési, tout comme la pigmentation du trabéculum non fonctionnel ne sont pas présentes sur les angles peu pigmentés.**



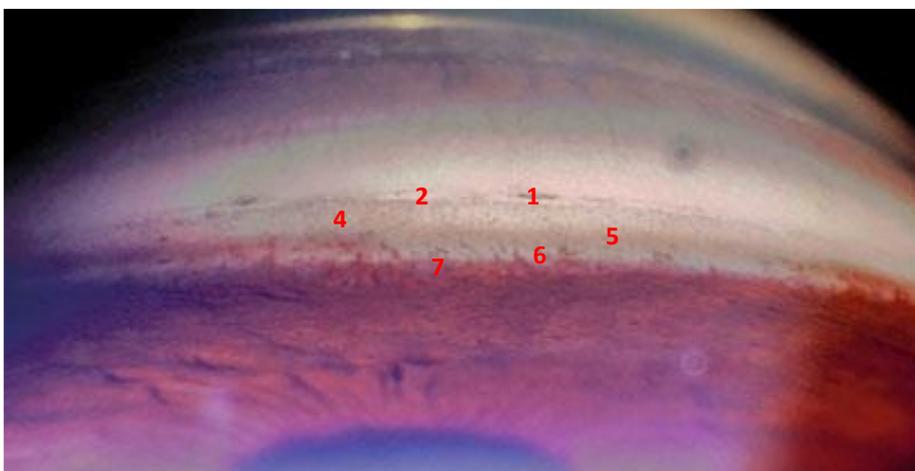
Entre les flèches noires:  
Ligne des Schwalbe

Figure 39 –  
**Glaucome pseudo-exfoliatif, pigmentation importante de l'angle**  
(Gonioscopy ed Springer)



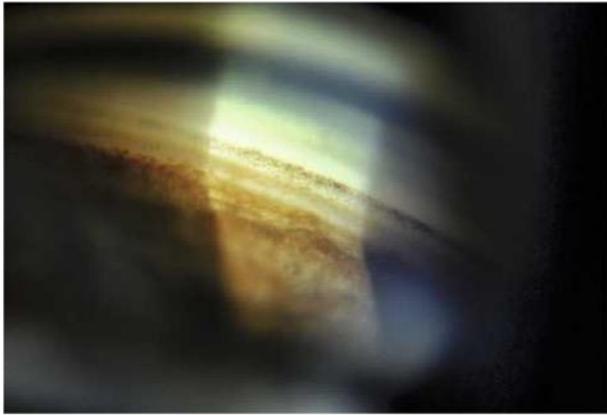
Flèches blanches:  
trabéculum fonctionnel

Figure 38 –  
**Glaucome pigmentaire, pigmentation importante de l'angle**  
**(plus marquée que dans le glaucome exfoliatif)**  
(Gonioscopy ed Springer)

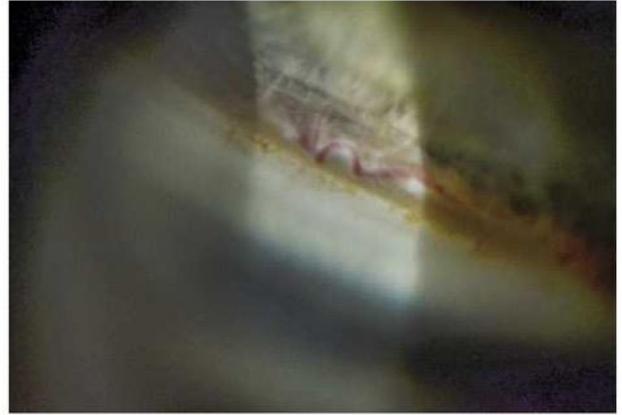


Nombreux **procès iriens**  
(physiologique)

Figure 37 - (Gonioscopy, ed Springer)  
**Angle ouvert (Shaffer 4), peu pigmenté**



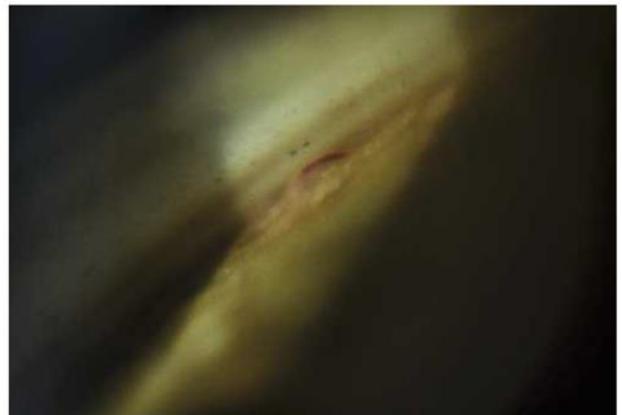
**Fig. 10-6** Bande ciliaire de couleur beige, trabéculum beige clair et ligne de Sampaolesi.



**Fig. 10-11** Boucle vasculaire physiologique, faisant partie du grand cercle artériel.



**Fig. 10-8** Procès iriens en pont, fin dentelé.



**Fig. 10-10** Vaisseau normal au niveau de la bande ciliaire : partie du grand cercle artériel de l'iris.

Figure 40 - Quelques exemples de variation anatomique de l'angle (d'après le rapport SFO 2014)

## 4 Réglage des paramètres du laser

### 4.1 Zones d'impact du laser ALT

Les impacts sont localisés à la jonction trabéculum fonctionnel (ou pigmenté) – trabéculum non-fonctionnel (non-pigmenté)<sup>38</sup>: **Points rouges et vert**

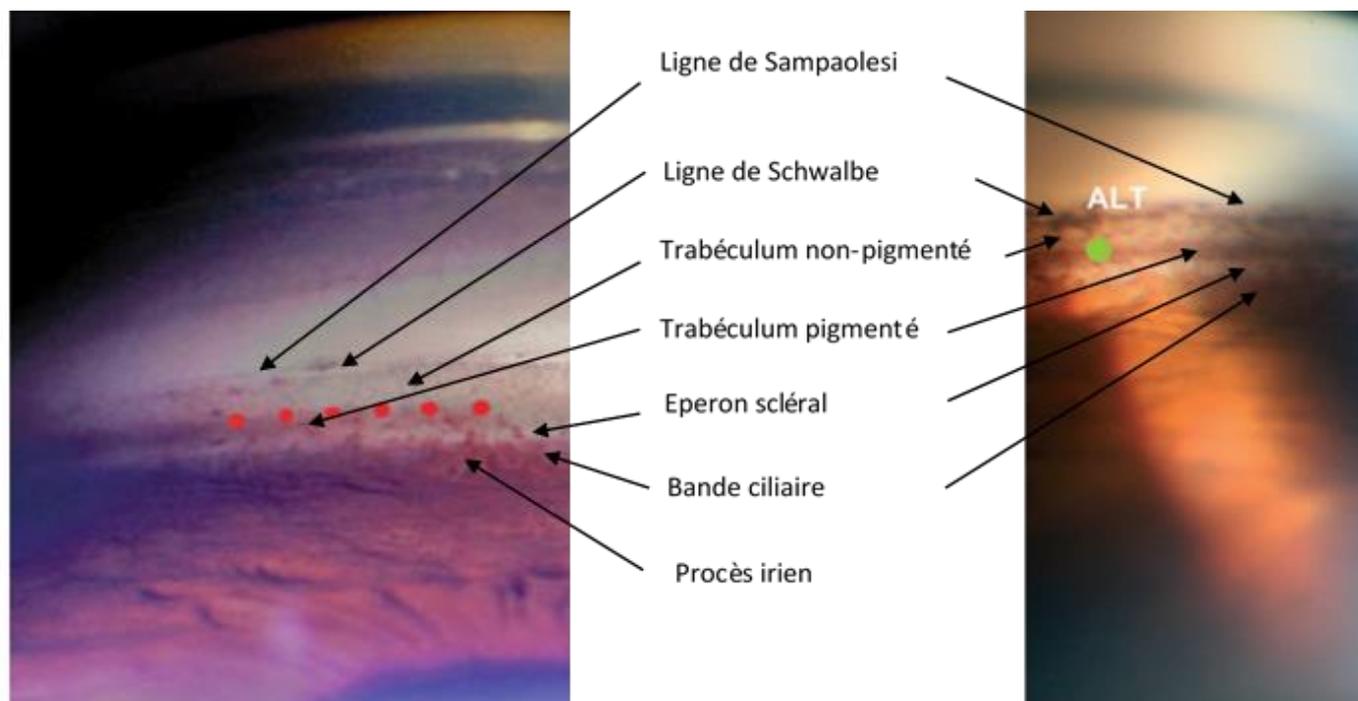


Figure 41 - Image de gauche : Gonioscopy, ed Springer. Image de droite:EMC (Trabéculoplastie, 2016)

Il est conseillé ici de traiter **les 360°<sup>12,14,15,17,39,40</sup> des deux yeux<sup>41</sup> en une séance**, en commençant par le **quadrant inférieur** (celui vu dans la partie supérieure du verre), car plus pigmenté (les zones y sont donc plus faciles à reconnaître).

*Il existe un grand nombre de protocoles différents<sup>39</sup>, certains examinateurs préfèrent traiter 180° (en ALT<sup>38</sup> plus qu'en SLT<sup>14,15,38</sup>) puis compléter le traitement 1 mois plus tard si la baisse de la pression n'est pas aussi importante qu'attendue.*

*En règle générale dans les pays développés les deux yeux sont traités (en SLT) sur 360° (ou 180°) à 1 semaine d'intervalle afin d'éviter la bilatéralisation des effets indésirables.*

*Cependant considérant le grand nombre de patients perdus de vue dans les régions reculées d'Afrique sub-saharienne, je conseille de réduire au maximum le nombre de séances.*

**NB : ALT vs SLT :**

*- L'efficacité du traitement<sup>42</sup> et la fréquence des pics de TIO<sup>13</sup> post-laser seraient équivalentes.*

*- Il semblerait qu'il y ai plus de pic de TIO si 360° (vs 180) sont traités en une séance (pas de pré-traitement, IOP spike  $\geq 5$ mmHg : 17 vs 26%)<sup>43</sup>.*

*- Il n'existe pas d'étude solide comparant 180° (ou 180°x2) vs 360° en ALT (en terme d'efficacité)<sup>39</sup>*

*- L'ALT ne permet que peu le retraitement<sup>38 44</sup> contrairement au SLT<sup>14</sup>.*

## 4.2 Intensité du faisceau laser

Le réglage de l'intensité du faisceau laser (500 à 1200 mW) se fait en fonction de la réaction induite<sup>38,39,45</sup> :

- L'opérateur doit commencer avec la puissance la plus faible possible (0.5W–500mW)
- Il doit augmenter progressivement jusqu'à obtenir la réaction tissulaire voulue, soit :
  - Le plus souvent l'apparition d'une **petite bulle (1)**
  - Ou d'une **trace blanchâtre / discrètement grisâtre** sur le trabéculum **(2)**
  - Une **grosse bulle (3)**, un **essaim de petite bulle (4)**, ou un **noircissement de la zone d'impact** indiquent une puissance excessive.
- **!** La réalisation d'impacts trop postérieurs : sur l'éperon et notamment sur la bande ciliaire est une erreur à éviter, pouvant conduire à une **majoration de l'inflammation et à des synéchies périphériques.**

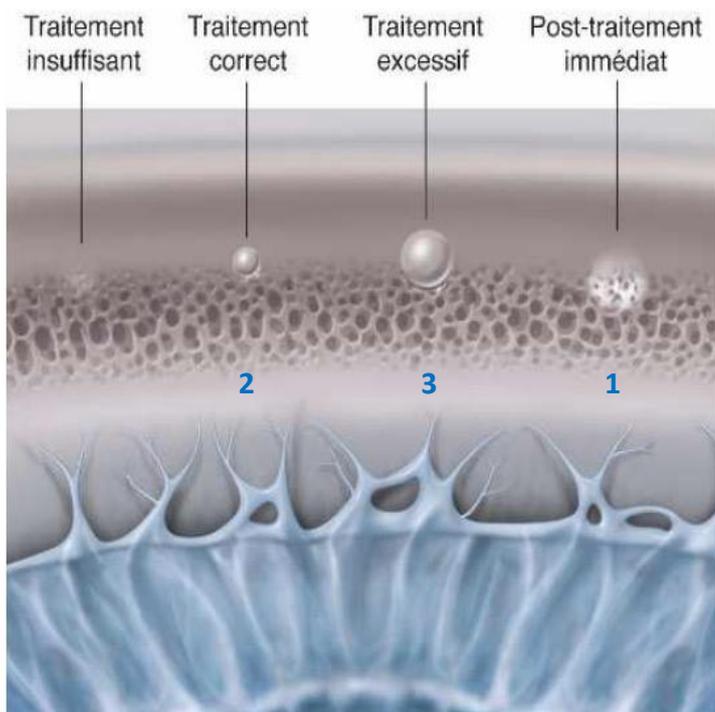


Figure 42 –

**Différentes réponses biomicroscopiques au laser ALT**  
(Rapport SFO 2014)

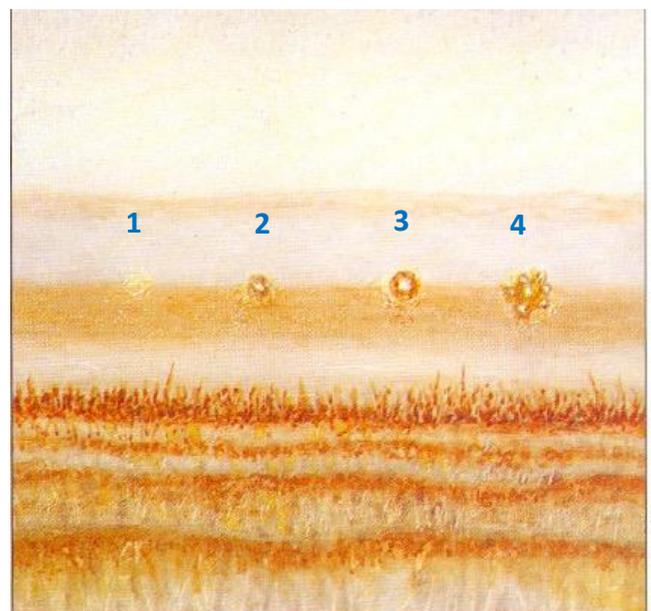


Figure 43 –

Gonioscopy, Color atlas of Alward

## 5 Les différents types de glaucomes : diagnostic et prise en charge thérapeutique.

### 5.1 HTO (Hypertonie Oculaire)

La définition de l'hypertonie oculaire est une TIO > 21 mmHg<sup>22</sup>.

Il convient bien sûr d'apprécier la TIO en fonction de la pachymétrie.

Toute hypertonie ne conduira pas au glaucome (le glaucome est une pathologie complexe, où entre en jeu d'autres phénomènes, dont la capacité du nerf optique à supporter l'hypertonie).

Le risque de conversion en glaucome d'une hypertonie oculaire  $\geq 24$  mmHg est d'environ 20% à 10 ans<sup>46</sup>. L'intérêt de traiter une HTO entre 21 et 24 reste discuté<sup>47</sup>.

**Il est donc licite de traiter une hypertonie oculaire  $\geq 24$  mmHg isolée (sans signe de neuropathie), et ce d'autant plus que la TIO est élevée, le patient jeune, et le traitement acceptable par le sujet.**

**La trabéculoplastie trouve ici une place de choix.**

### 5.2 Glaucome primitif à angle ouvert et Glaucomes secondaires à angle ouvert

**Le GPAO (Glaucome Primitif à Angle ouvert), le GPX (Glaucome Pseudo-exfoliatif) et le glaucome pigmentaire sont d'excellents candidats à la trabéculoplastie<sup>6,7</sup>.**

### 5.3 Le GPAO (Glaucome Primitif à Angle Ouvert)

Première cause de glaucome de par le monde.

TIO > 21 mmHg, angle ouvert, aucune étiologie retrouvée à l'augmentation de la pression intra-oculaire (d'où le terme de primitif...)

## 5.4 Glaucomes secondaires à angle ouvert

### 5.4.1 Glaucome pigmentaire

L'iris a un aspect concave, et frotte de fait contre le cristallin.

Ce frottement occasionne une dispersion pigmentaire à l'origine d'un encrassement du trabéculum et d'une élévation de la PIO.

A la clinique :

- **Trabéculum fortement pigmenté**
- Fins précipités (parfois très discrets) rétrocornéens (fuseau vertical central, dit **fuseau de Krukenberg**)
- **Aspect atrophique périphérique** de l'iris (observé lorsque le faisceau de la lampe à fente est mis en 1x1mm de face dans l'aire pupillaire, mieux observé dans l'obscurité).

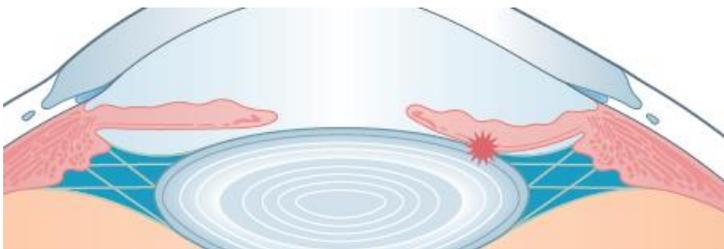


Figure 45 - **Bombement postérieur de l'iris** (d'après *Glaucoma, 2nd ed, 2019:*)

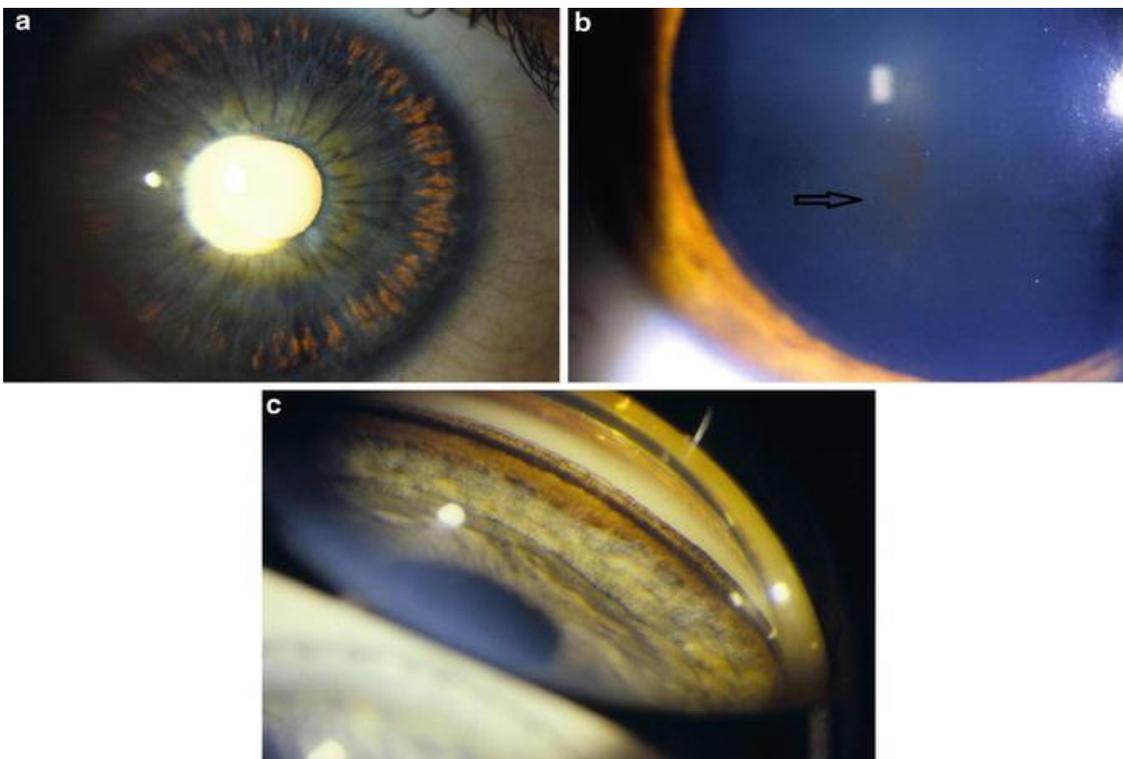


Figure 45 –D'après doi: 10.1007/978-3-540-69000-9\_301 a – **Atrophie périphérique**  
b – **Faisceau de Krukenberg discrètement visible** c – **Angle très pigmenté, Shaffer 2**

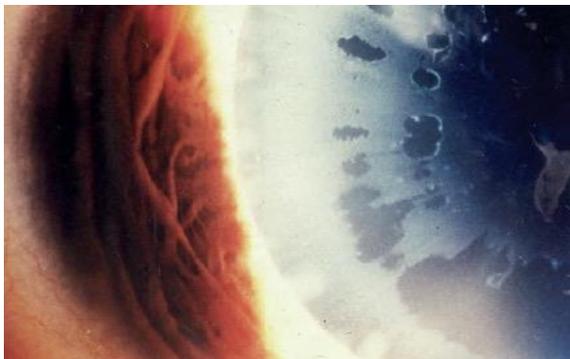
## 5.4.2 Glaucome pseudo-exfoliatif (GPX) – Pseudoexfoliation capsulaire (PEC)

L'étiologie est ici une fragilité congénitale de la capsule.

En frottant dessus l'iris libère des particules qui encrassent l'angle et augmentent la PIO.

A la clinique :

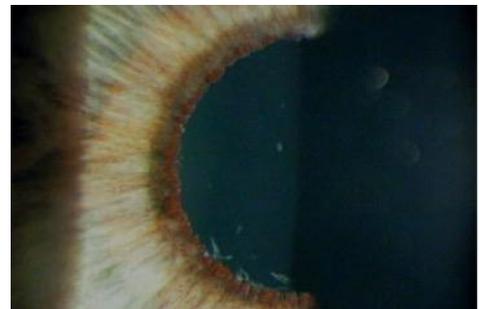
- Angle très pigmenté, ligne de Sampaolesi très marquée.
- Matériel exfoliatif sur le rebord de la pupille (pseudoexfoliation capsulaire : PEC).
- Aspect hétérogène de la capsule antérieure (comme « pelée » au niveau de la zone des mouvements de l'iris - PEC -) : mieux observé patient dilaté.
- Atrophique de la collerette pupillaire.



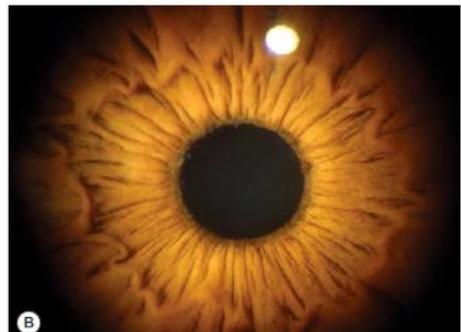
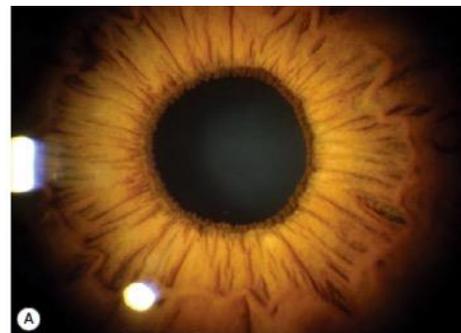
**Abrasions de la capsule antérieure**



**Ligne de Sampaolesi très marquée du glaucome pseudo-exfoliatif (GPX)**



**Matériel exfoliatif sur la collerette**



**GPX asymétrique : A: collerette normale, B: disparition de la quasi-totalité de la collerette**

## 5.5 Glaucome à pression normale

Certains patients ont un nerf optique très fragile, des pressions inférieures à 21mmHg suffisent à l'altérer et à créer un glaucome.

Le diagnostic se fera alors exclusivement devant l'aspect du nerf optique.

Il convient d'éliminer une autre cause de neuropathie optique avant de poser le diagnostic de glaucome à pression normale.

**La thérapie première du GPN est la trabéculéctomie.**

**L'efficacité de la trabéculoplastie (en seconde intention donc) y est modeste mais réelle<sup>48-</sup>**  
<sup>51</sup> *(plus la pression est basse et plus il sera difficile de la faire baisser par trabéculoplastie).*

## 5.6 Glaucome post-traumatique

Après un trauma la PIO peut être élevée par<sup>52</sup> :

- Encrassement du trabéculum par un **hyphéma**.
- **Contusion du trabéculum** (l'augmentation de pression lors du traumatisme peut altérer le réseau de mailles trabéculaires).
- **Récession angulaire** (une « déchirure » de la bande ciliaire, celle-ci sera alors très élargie et **asymétrique**).

Cette élévation de la pression peut se faire quelques mois plus tard, quelques années plus tard, parfois même quelques dizaines d'années plus tard !

Elle est souvent retrouvée dans l'œil controlatéral<sup>52</sup> (le mécanisme de bilatéralisation est inconnu).

**La trabéculoplastie y est inefficace.**

**La thérapie première est la trabéculéctomie.**

## 5.7 Glaucome néovasculaire

Glaucome secondaire à une ischémie.

Les deux premières causes de glaucome néovasculaire sont l'ischémie rétinienne par occlusion de la veine centrale de la rétine puis l'ischémie rétinienne par occlusion de l'artère centrale de la rétine.

L'ischémie va être à l'origine d'une prolifération néovasculaire au niveau de la plupart des structures de l'œil (rétine, iris etc...).

Au niveau de l'angle une membrane fibreuse (d'origine vasculaire) se forme, accompagnée de néo-vaisseaux.

*Les vaisseaux normaux et pathologiques de l'iris sont décrits au chapitre variantes anatomiques de l'angle.*

**La trabéculoplastie y est contre-indiquée, inefficace, et potentiellement délétère**

## 5.8 Glaucome par fermeture de l'angle (et glaucome phacomorphique)

### 5.8.1 Définition du glaucome *chronique* par fermeture de l'angle

La définition aujourd'hui la plus consensuelle du glaucome par fermeture d'angle est l'association d'une **neuropathie glaucomateuse** à un contact entre l'iris et le trabéculum fonctionnel (donc un **angle étroit, Shaffer 0 ou 1**) sur au moins **deux quadrants** (des synéchies périphériques sont alors le plus souvent retrouvées)

### 5.8.2 Définition du CAFA (ancien GAFA) ou Crise Aiguë par Fermeture de l'Angle

Le glaucome est par définition une neuropathie optique **chronique**.

La **crise** aiguë par fermeture d'angle (**CAFA**, anciennement appelé **GAFA**) est un épisode **aigu** (une crise) se traduisant par une douleur aiguë, un œil rouge, un œdème cornéen, une chambre antérieure étroite et une importante hypertonie oculaire (souvent >40mmHg) provoquée par le contact iridocristallinien (le « bloc iridocristallinien »).

Ce n'est donc pas un glaucome, mais une crise, un évènement aigu.

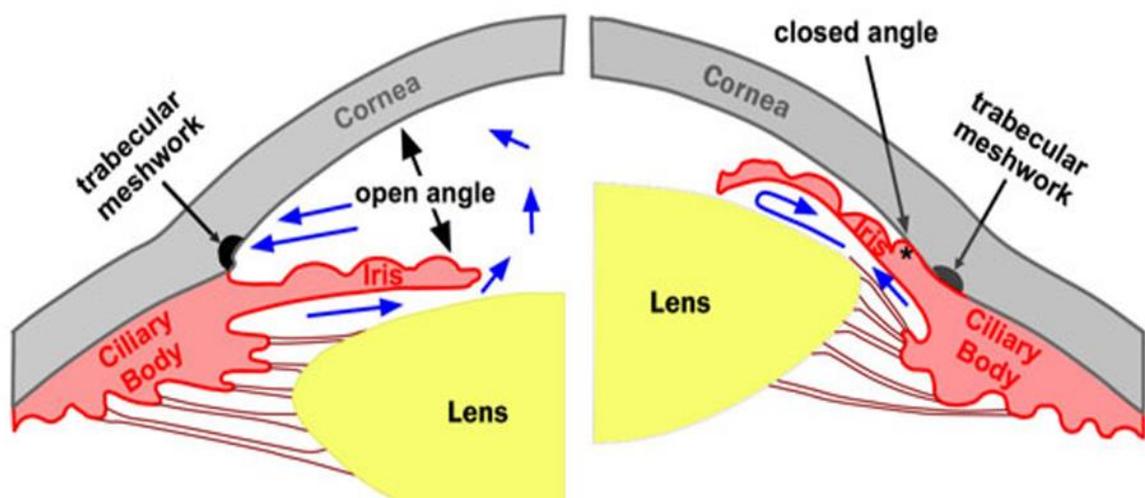


Figure 47 - Mécanisme du CAFA, ([melbourneeyecentre.com.au](http://melbourneeyecentre.com.au), le 03-12-2020)

**A gauche : réabsorption de l'humeur aqueuse dans un œil sain.**

**A droite œil pathologique (bloc iridocristallinien occasionnant la fermeture de l'angle)**

### 5.8.3 Physiopathologie et traitement

- Le CAFA survient sur terrain prédisposant (sujet hypermétrope : chambre antérieure étroite, anomalie de forme de l'iris : iris plateau, cristallin volumineux : glaucome phacomorphique etc...).

Un glaucome chronique par fermeture de l'angle peut ensuite éventuellement se développer, ou pouvait être déjà présent avant la crise.

- Les glaucomes chroniques par fermeture de l'angle quant à eux ne se compliquent pas nécessairement de CAFA. L'évolution peut aller jusqu'à la cécité sans ne jamais se convertir en CAFA.

L'étiologie première de ces deux pathologies est en effet différente !

- Dans le CAFA c'est le contact entre l'iris et le cristallin qui est l'élément déclencheur.
- Dans le glaucome chronique par fermeture de l'angle c'est le contact entre l'iris et le trabéculum (souvent associé à des synéchies irido-cornéennes) qui est l'élément déclencheur. Il n'existe pas de bloc iridocristalinien (ou du moins pas sur 360°).

L'étiologie première, surtout en Afrique, du glaucome par fermeture de l'angle est l'augmentation de volume du cristallin qui pousse sur l'iris et l'emmène à boucher le trabéculum (on parle alors de **glaucome phacomorphique**).

**Le traitement du CAFA repose (par ordre chronologique) sur<sup>22</sup> :**

- La baisse pressionnelle (**Diamox** + potassium).
- Puis une fois la PIO normalisée l'instillation de **pilocarpine** afin de supprimer le bloc iridocristalinien (ne pas l'instiller si la TIO est élevée, au risque d'ischémier le muscle irien).
- Puis l'**iridotomie périphérique / iridectomie chirurgical**, ou l'**extraction du cristallin**, (s'il existe une cataracte avérée) afin de prévenir le fort risque de récurrence

Le **risque de récurrence** étant **bilatéral**, il est fortement conseillé de réaliser une iridotomie / iridectomie (ou une chirurgie de cataracte) sur l'œil controlatéral

**Le traitement premier du glaucome phacomorphique (et de manière plus large du glaucome chronique par fermeture de l'angle) est l'extraction du cristallin. La chirurgie de cataracte y est aussi (voir plus) efficace que la trabéculéctomie pour faire baisser la TIO<sup>53,54</sup> !**

*Elle n'est cependant pas toujours envisageable en l'absence de baisse d'acuité visuelle d'origine cristallinienne (notamment en raison du risque d'insatisfaction du patient liée aux résultats d'une procédure n'améliorant pas voir détériorant l'acuité visuelle , particulièrement en cas de complications per ou post-opératoires).*

La **trabéculéctomie<sup>45</sup>** reste indiquée, en alternative à la chirurgie de la cataracte (si par exemple refus du patient, devant le risque chirurgical et l'acuité visuelle centrale conservée)

**L'iridotomie périphérique au laser<sup>22,45</sup>** ou **l'iridectomie chirurgicale** (si le laser est non disponible dans le centre) est une alternative possible à l'exérèse du cristallin, elle peut suffire à rétablir un passage correct du l'humeur aqueuse et une PIO acceptable.

La **trabéculoplastie** y est classiquement contre-indiquée.

*Cependant certaines études ont montré une efficacité modérée<sup>55-57</sup> dans le cas où certaines portions d'angle seraient bien ouvertes (Shaffer 3 ou 4) en y réalisant des impacts laser. En dernière intention donc (en complément d'une des prises en charge ci-dessus). Il est alors impératif de ne pas faire d'impact trop postérieur (proche de la racine de l'iris) pour ne pas créer de synéchie irido-cornéenne.*

## 5.9 Glaucome juvénile

Apparition précoce du glaucome (entre 2 et 18ans<sup>22</sup>), pour certains auteurs jusqu'à 40ans.

La trabéculoplastie est efficace dans le glaucome juvénile<sup>58-60</sup>, mais sa durée d'efficacité est limitée dans le temps.

Pour cette raison deux attitudes sont conseillées :

- Recourir à la **trabéculoplastie** en première intention et assurer un **suivi** annuel ou biannuel afin de pouvoir opérer lorsque l'échappement thérapeutique surviendra.
- Recourir à la **trabéculéctomie en première intention**.

## 5.10 Hypertonie oculaire (très) importante

Il ne s'agit absolument pas d'une catégorie de glaucome particulier

En revanche il est important de noter que la trabéculoplastie est d'autant plus efficace que la TIO initiale est élevée. Une baisse importante de la TIO est donc à attendre<sup>14,61,62</sup> (que cela soit en valeur absolue ou en pourcentage).

En revanche l'objectif d'une PIO  $\leq 21$ mmHg reste difficile à atteindre, puisque l'on part de « très haut ».

Cet objectif de 21mmHg n'est cependant ni nécessaire ni indispensable pour freiner voire arrêter l'évolution d'un glaucome.

Deux attitudes sont possibles en cas d'hypertonie oculaire importante (>30mmHg) :

- **Trabéculoplastie** en première intention et opérer si la baisse pressionnelle est insuffisante.
- **Trabéculéctomie** en première intention (à privilégier si le suivi du patient est incertain).
  - > *Une forte hypertonie exposant à un risque majoré de complication per et post-opératoire précoce (notamment l'hémorragie expulsive), il est conseillé de normaliser la tension avant la chirurgie (Diamox + Potassium).*

## 5.11 Histoire familiale

Derrière un père ou une mère souffrant de glaucome agonique, se cache parfois une descendance prédisposée à développer un glaucome.

Un dépistage (TIO + fond d'œil) peut permettre une prise en charge beaucoup plus précoce et une prolongation importante de l'espérance de vue.

La probabilité de dépister un glaucome chez un apparenté au premier degré d'un patient souffrant de glaucome est **5<sup>63</sup> à 10<sup>64</sup> fois plus élevé que dans la population générale**.  
*Des gènes ont été identifiées pour le GCAO (locus GLC<sup>65</sup>), la PEC (LOX<sup>66</sup>) etc...*

## 5.12 Glaucome agonique

Le glaucome agonique ne constitue pas un type de glaucome particulier mais le stade terminal de la pathologie glaucomateuse.

Il se caractérise par une papille « chaudron » (pâle avec un C/D>0.9) et un champ visuel tubulaire.

Il ne reste en général au patient plus que quelques mois (voire quelques années) avant la cécité.

A ce stade un simple pic hypertensif ou une hypotonie post opératoire peut conduire à la perte de la vue, ce qui complique la prise en charge du patient, et rend la prise en charge adéquate très difficile.

Ce type de glaucome est fréquent dans nos centres, où les patients consultent pour des pathologies évoluées, souvent à un stade terminal. Un voire les deux yeux sont déjà quasiment perdus.

**3 types de prise en charge sont possibles** (en fonction de la compréhension du patient de sa pathologie et de l'expérience du chirurgien) :

- **La trabéculéctomie**, nécessitant un suivi post-opératoire rigoureux.
- **La trabéculoplastie**. Elle doit être **unilatérale, et suivie de 2-3 jours de traitement hypotenseur** afin de traiter un possible pic hypertone réfractaire (qui dans ce cas pourrait être très préjudiciable au patient).

Une prémédication par combinaison de deux collyres hypotenseurs (ex : Pilocarpine + Timolol ou Timolol + Brimonidine) est conseillée (1 heure avant le geste).

- **L'abstention thérapeutique** : **systematique** si l'acuité visuelle est inférieure à **CLD 1m** (compte les doigts à 1 mètre).

**Le patient doit être informé de la possible perte de la vision restante liée au geste chirurgical, et que la chirurgie ne fait que prolonger une espérance de vue déjà courte.**

Opérer c'est prendre le risque d'être celui qui « éteint la lumière ».

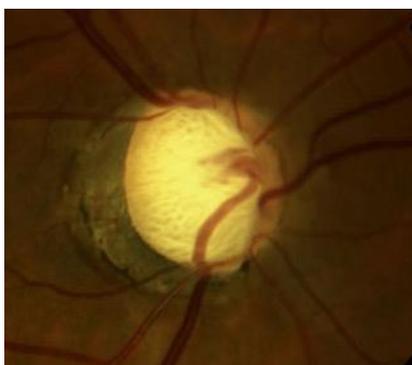


Figure 49 – Glaucome agonique, papille chaudron  
D'après [eyesurgeryinberkshire.co.uk](http://eyesurgeryinberkshire.co.uk). (12/2020)



Figure 49 - Champ visuel tubulaire  
D'après [ophthalmologie.pro](http://ophthalmologie.pro). (12/2020)

## 6 Quel profil d'efficacité attendre de l'ALT au Nord Cameroun ?

<p><b>Efficacité</b> (Diminution de + de 20% de la TIO et ≤ à 21mmHg)</p>	<p>Environ 50% entre 2 et 5ans (des chiffres très variables dans la littérature scientifique, <i>pour plus de renseignements voir le chapitre trabéculoplastie vs trabéculectomie</i>).</p> <p>Diminution de l'efficacité au long terme (entre 10 et 40% d'efficacité à 10 ans)</p>
<p><b>Place dans l'algorithme thérapeutique</b></p>	<p><b>En première intention, en alternative à la trabéculectomie dans nos centres.</b></p> <p>En alternative à la mono ou à la bithérapie<sup>22 67</sup> ou en complément de celle-ci, dans les pays développés.</p>
<p><b>Effets indésirables</b> <sup>40</sup> <sub>67 68 69</sub></p>	<p><u>Très fréquents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gêne</b> (céphalées / douleurs oculaires / photophobie / hyperhémie conjonctivale)             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transitoire, chez plus de 40% des patients</li> </ul> </li> <li>• <b>Réaction inflammatoire</b> de chambre antérieure (tyndall entre 1 et 3x)<sup>70 71</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transitoire et sans conséquence</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Fréquents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pic de TIO</b> post-laser transitoire (&lt;24h), le plus souvent inférieur à +10mmHg. 2 à 5%<sup>13,67 40</sup> des patients, mais peut aller jusqu'à 35% en fonction des études<sup>72</sup>...</li> </ul> <p><u>Rares (&lt;3%) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyphéma</li> <li>• <b>Uvéite</b><sup>40,67</sup></li> <li>• Réactivation d'une <b>pathologie herpétique</b></li> <li>• Synéchies irido-cornéennes</li> </ul> <p><u>Très Rares (&lt;0.1%) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ophtalmie sympathique</b><sup>73</sup></li> </ul>
<p><b>Mécanisme d'action</b></p>	<p>Mal connu, <b>biologique</b> (et non mécanique). <i>L'effet thermique du laser activerait de multiples voies d'actions moléculaires et cellulaires qui aboutiraient à l'augmentation de la perméabilité du trabéculum.</i><sup>74-76</sup></p>

## 7 Protocole de réalisation de l'ALT au nord Cameroun dans les centres OSF

### 7.1 Evaluation pré-opératoire

#### **Evaluation pré-opératoire :**

- Meilleure Acuité Visuelle Corrigée
- Tension Intra-Oculaire (TIO), *mesurée au tonomètre à aplanation de Goldmann.*
- Pachymétrie
- Examen du segment antérieur
- Examen du fond d'œil (macula + papille)
  - *Papille : rapport Cup-Disc (C/D), altération de l'ANR, présence de flammèche.*
- Gonioscopie Goldmann sur 360°
  - Repérer les structures
  - *± classification Shaffer de l'angle*
- Antécédents du patient (*uvéites ? herpes ?*)

## 7.2 Indications, cas particuliers et contre-indications

### 1) Indication :

- **Hypertonie oculaire  $\geq 24$ mmHg et/ou**
- **Atteinte glaucomateuse de la papille et TIO > 21mmHg**

### 2) Cas particuliers :

- **TIO très élevée (>30mmHg) :**
  - TIO cible beaucoup plus dure à atteindre (puisque la TIO initiale est élevée...)
  - Une baisse importante de la TIO est cependant à attendre (~ 20 à 50%).
  - Donc deux options : trabéculoplastie en première intention (et opérer si résultats insuffisants) ou trabéulectomie en première intention (à privilégier si le suivi est incertain).
- **Glaucome à pression normale**
  - Il est difficile de diminuer une TIO déjà faible...
  - Une baisse minime à modérée de la TIO est cependant à attendre
- **Glaucome (chronique) par fermeture de l'angle**
  - Contre-indication théorique, les thérapeutiques de première intention sont l'exérèse de la cataracte, la trabéulectomie et l'iridectomie (chapitre 5.8)
- **Antécédent d'uvéite**
  - Risque de récurrence provoquée par la trabéculoplastie
  - Corticothérapie pré et post-opératoire pour encadrer le geste
  - Efficacité moindre de la trabéculoplastie
- **Glaucome post-traumatique**
  - Aspect de récession angulaire à la gonioscopie
  - Efficacité minime voire nulle (mais pas de surrisque lié au traitement par trabéculoplastie).
- **Glaucome agonique** (risque important de perte du point de fixation / de cécité) :
  - Tout traitement contre-indiqué si AV < CLD 1m (chapitre 5.12)
  - Traitement unilatéral + traitement hypotenseur sur 2-3 jours.
  - + prémédication par combinaison de deux collyres hypotenseurs (ex : Pilocarpine + Timolol ou Timolol + Brimonidine) 1 heure avant le geste
  - Si succès : traitement de l'œil controlatéral envisageable.
- **Glaucome juvénile :**
  - 2 options à discuter en fonction des possibilités de suivi et de l'expérience du chirurgien : **trabéulectomie et trabéculoplastie** (chapitre 5.9).

### 3) Contre-indication absolue :

- **Glaucome néo-vasculaire**
- **Crise aiguë de fermeture de l'angle**
  - Prise en charge en urgence et semi-urgence : voir chapitre 5.8.
- **Antécédent d'atteinte herpétique de l'œil** (*risque de réactivation de la pathologie*)

### 7.3 Paramètres machine et conseils pratiques

<b>Réalisation de la trabéculoplastie</b>	
<b>Taille du spot</b>	<b>50 µm</b> (Solitaire, Ellex°), Kousseri. <b>75 µm</b> <sup>45,77</sup> (Oculight GL Iridex°), Lagdo
<b>Temps d'exposition (Duration)</b>	<b>100ms</b> (0.1 sec)
<b>Puissance (Power)</b>	<b>300/500 à 1200 mW</b> en fonction de la réaction trabéculaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commencer à une puissance faible, puis augmenter progressivement jusqu'à la puissance optimale</li> <li>• Puissance optimale = léger blanchiment trabéculaire ou formation d'une petite bulle (voir chapitre 4.2)</li> <li>• Dans les trabéculums fortement pigmentés une puissance faible est suffisante</li> <li>• Si formation d'une grosse bulle, d'un essaim de petites bulles, ou qu'un noircissement de la zone d'impact apparaît : diminuer la puissance</li> </ul>
<b>Zone à viser :</b>	<b>Jonction trabéculum pigmenté / non-pigmenté</b> L'image de l'angle doit être la plus nette possible.  <b><u>Toujours commencer par l'hémi-quadrant inférieur</u></b> ( <i>celui vu dans la partie supérieure du verre à 3 miroirs</i> )
<b>Nombre d'impacts (counter)</b>	<b>100 impacts équidistants sur 360°</b> (espacés de 3 à 4 tailles de spot, donc 150 à 200µm, ne jamais faire d'impacts contigus, environ 25 impacts par 90°).
<b>Faisceau de visée (aiming beam)</b>	Le faisceau de visée (aiming beam) doit être le plus net et le plus petit possible.
<b>Intervalle (interval)</b>	<b>Mode impulsion unique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tourner le bouton jusqu'à ce qu'aucune valeur de soit affichée sur l'écran</li> </ul>
<b>Verre à utiliser</b>	<b>Verre à 3 miroirs de Goldman :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Après instillation d'une à plusieurs gouttes d'anesthésiant local</li> <li>• 1 grosse goutte de gel sur l'embout du verre à 3 miroirs</li> <li>• Visualisation de l'angle et des impacts de laser via le quadrant périphérique dédié à la gonioscopie (<i>qui permet de visualiser l'angle opposé, via un jeu de miroir</i>)</li> </ul>
<i>Aiming Beam (Faisceau de visée)</i>	<i>Réglage de l'intensité lumineuse du faisceau de visée, selon les préférences du chirurgien (pas de recommandation)</i>
<i>Volume</i>	<i>Réglage du volume sonore, selon les préférences du chirurgien (pas de recommandation)</i>

## 7.4 Suivi, traitement pré et post-interventionnel

<b>Prémédication</b> <sup>78</sup>	<b>Timbrim</b> (Timolol + Brimonidine) <i>2<sup>nd</sup> intention : Aurobrim (Brimonidine)</i> <i>3<sup>e</sup> : Timolol<sup>79</sup>                      4<sup>e</sup> : Pilocarpine</i>	1 goutte 60 minutes avant le laser
<b>Traitement post-interventionnel</b> <sup>80-82</sup>	AUROPRED (Prednisolone 0.5%) 10mL ○ 1 goutte 3 fois par jour (matin, midi, soir) pendant 3 jours	
<b>Contrôle post-opératoire et suivi conseillé</b>	- A 1 heure - 4 à 6 semaines plus tard - A 1 an <b>Revoir le patient plus tôt si douleur / rougeur oculaire</b>	
	<b>Si traitement des deux yeux :</b>	- Le 2 <sup>e</sup> œil lors de la même séance.
<b>Retraitement</b>	<b>Une trabéculéctomie doit toujours s'envisager en première intention</b> <i>Le retraitement étant cependant souvent moins efficace que le premier traitement<sup>38,83,84</sup>, il doit être réservé au patient très bon répondeur à la première trabéculoplastie.</i> <i>Si efficacité importante et durable (plusieurs années) du premier traitement sur 360° : possibilité d'un deuxième traitement.</i>	
<b>Consignes post-opératoires</b>	<b>Il est impératif de demander au patient de consulter en urgence si rougeur / douleur / photophobie / baisse de la vue (1% d'uvéites post-trabéculoplastie, très très rares cas d'ophtalmie sympathique post-trabéculoplastie)</b>	

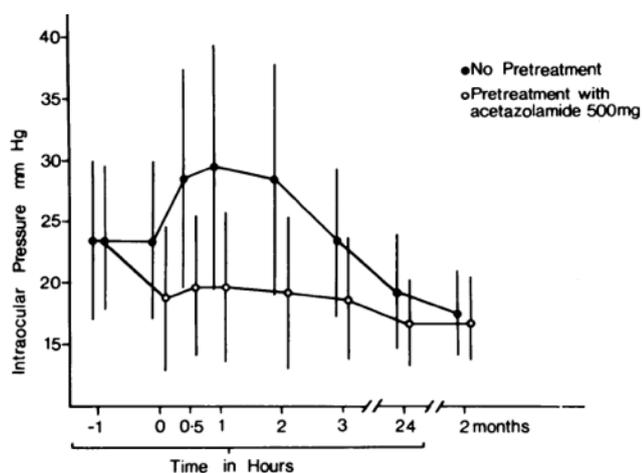


Figure 51 - Cinétique moyenne du pic de TIO post-trabéculoplastie argon en l'absence de prétraitement (points noirs)  
(d'après PMID: 2669939)

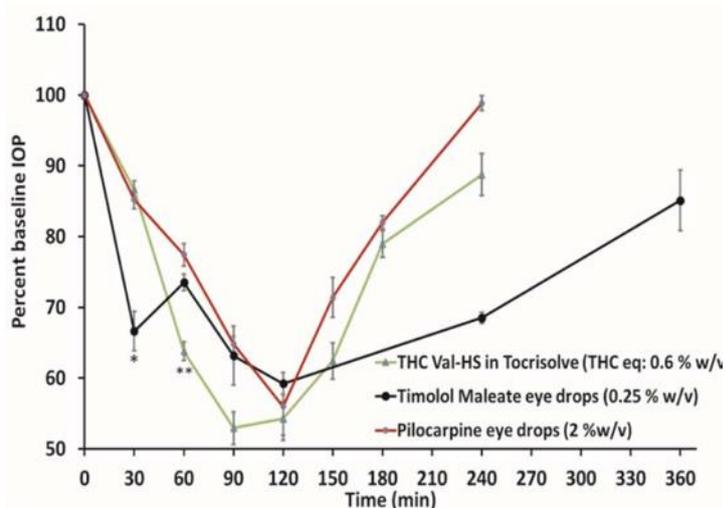


Figure 51 - Cinétique d'action du timolol (ronds noirs) et de la pilocarpine (vert)  
(doi : 10.1167/iops.16-20757)

Illustration du rationnel pharmacodynamique du traitement préventif du pic de TIO

## 7.5 Gestion des complications post-laser

### Prise en charge des complications post-laser :

- **Œil rouge – photophobie – douleur oculaire - céphalée :**
  - >30% des patients,
  - Entre J1 et J4.
  - Lié à une inflammation minime à modérée de chambre antérieure, se résolvant spontanément
  - Evaluer l'inflammation en chambre antérieure
  - Si pas de tyndall ou tyndall minime / modéré: réassurance ± contrôle à 24h
  
- **Pic de TIO précoce (>5mmHg par rapport à en pré-thérapeutique) :**
  - Entre 5 et 20% des patients
  - **Contrôle à 24 heures** (afin de vérifier le retour à la norme du pic de TIO)
  - Souvent modéré (<10mmHg), résolutif en moins de 24 heures.
  
- **Uvéite post-laser:**
  - 1% des patients
  - Contrôle à 48h
  - *Aurocol DM° (Chloramphenicol 0.5% + Dexamethazone 0.1% 5mL) ou Auropred (Prednisolone Sodium Phosphate 0.5% 5mL) :*
    - 1 goutte toutes les heures pendant 48h (du lever au coucher)
    - Puis décroissance par paliers de 5 jours (8g/j, 6g/j, 4g/j, 3g/j, 2g/j, 1g/j)
  
- **Ulcération cornéenne :**
  - Lié à une mauvaise utilisation du verre à 3 miroirs, traumatique,
  - *Chloramphenicol 0.5% (AUROCOL 10mL) 4xJ P5J et Hypromellose 0.7% (AUROSOL 10ml) 6xJ P8J*
  
- **Récidive de kératite ou d'uvéite herpétique :**
  - Traitement antiviral, per os de préférence
  
- **Hyphéma :**
  - **Minime à modéré:** pas de traitement
  - **Sévère :**
    - Auropred (Prednisolone 0.5%):
      - 4g/J P48h puis 3g/J P48h puis 2g/J 48h puis 1g/J 48h
    - Contrôle à 48h

## 7.6 Cas particulier de l'ALT si antécédent d'uvéite (glaucome uvéitique).

### **Protocole de traitement des glaucomes uvéitiques:**

- Risque important de réactiver l'inflammation
- Donc ne réaliser la trabéculoplastie qu'en cas d'absence de signe d'uvéite sur les 3 derniers mois
- Demander au patient de consulter rapidement si rougeur / douleur / baisse de l'acuité visuelle
- Ne jamais traiter les deux yeux lors de la même séance (pour éviter la bilatéralisation des effets indésirables), attendre quelques jours / 1 semaine entre les 2 séances.
- Encadrer le geste avec des corticoïdes
  - 1 goutte 4 fois par jour à commencer 48h avant
  - Puis après le laser :
    - 1 goutte 8 fois par jour pendant 48 heures (toutes les 2 heures)
    - Puis 1 goutte 6 fois par jour pendant 48 heures (toutes les 2-3 heures)
    - Puis 1 goutte 4 fois par jour pendant 48 heures (toutes les 3-4 heures)
    - Puis 1 goutte 3 (matin, midi et soir) fois par jour pendant 48 heures
    - Puis 1 goutte 2 (matin et soir) fois par jour pendant 48 heures
    - Puis 1 goutte 1 fois par jour pendant 48 heures

## 7.7 Sécurité

Il est impératif que le module projetant le faisceau laser soit installé sur la lampe à fente livrée avec (celle-ci contient un **filtre**<sup>85</sup> empêchant le retour par réflexion -sur les structures de l'œil et du verre- du faisceau laser dans l'œil du chirurgien, et plus précisément au niveau de sa fovéola).



Figure 52 - D'après PMID: 27418730

Il est préférable lorsque le geste est réalisé que l'opérateur et le patient soient dans un environnement dévolu (isolés du reste de la pièce par un rideau ou dans une pièce dédiée) afin d'éviter de possibles **réflexions du faisceau laser** vers l'environnement, le personnel et les patients.

Il est demandé que la machine soit éteinte ou isolé du reste du centre afin d'éviter de possible accidents (enfants curieux etc...).

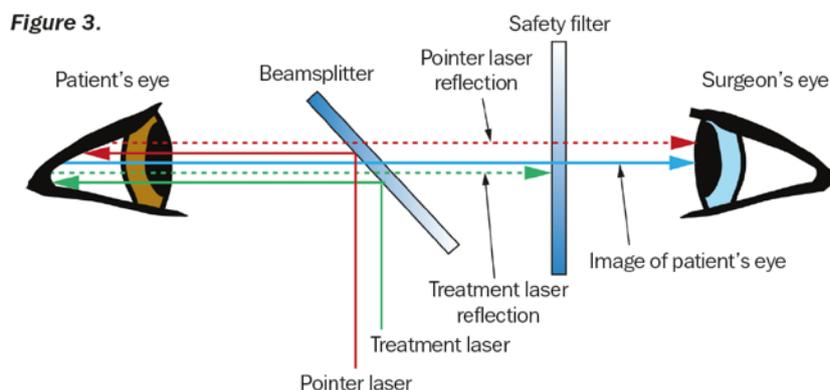


Figure 53 - Faisceau laser et sécurité (d'après PMID: 27418730)

## 8 Calibration du tonomètre Goldmann

Au fil du temps les tonomètres Goldmann se dérèglent et sont à l'origine d'erreurs de mesure plus ou moins importantes<sup>86,87</sup>.

Une vidéo explicative sur la correction de ces erreurs (la calibration) est disponible sur le site de l'aao : <https://www.aao.org/annual-meeting-video/rectifying-calibration-error-of-goldmann-applanati> (du Dr Nikhil Choudhari).

Calibrer un tonomètre Goldmann se fait de manière relativement rapide (15 à 30 minutes), en suivant ces étapes :

- Prérequis : Pour mesurer la TIO la tige métallique bascule discrètement vers l'avant (avec la « force » indiquée sur la molette).  
Lorsque l'on appui sur l'œil avec l'embout du tonomètre et que cette « force » équivaut la pression de l'œil, la cornée s'aplatit, la tige métallique passe à la verticale et les 2 mires se touchent au niveau de leurs bords internes.  
*Si l'on appui trop avec le tonomètre la tige bascule légèrement en arrière et les mires ne sont plus alignées.*
1. Vérifier l'horizontalité de la table d'examen / du support.
  2. Enlever les plaques de protection du mécanisme ( **!** *concernant les vis du boîtier et du mécanisme : le pas des vis est de petit diamètre, le tournevis doit y correspondre exactement afin de ne pas abîmer les vis*).
  3. Nettoyer le mécanisme : air comprimé puis lubrifiant (WD 40).  
Cette étape suffit dans la majorité des cas à recalibrer le tonomètre<sup>87</sup>...
  4. Vérifier le 0mmHg (la réglette est ici non-nécessaire, l'embout du tonomètre doit bien-sûr être en place) :
    - a. Lorsque l'on est en pression positive (+1mmHg etc...) la tige doit basculer sur l'avant (elle « cherche » l'œil).
    - b. Lorsque l'on est en pression négative (<0mmHg) la tige doit revenir à sa position de repos.
    - c. Ce petit mouvement de transition doit être centré au maximum sur 0mmHg (+1 à 2 mmHg= bascule avant, -1 à -2 mmHg= bascule arrière)
    - d. **!** *Si la tige ne revient pas à sa position de repos, c'est souvent que le point de bascule est trop dérégulé en négatif.*

5. Si le 0mmHg est dérégulé = erreur de calibration liée au contre-poids qui n'est plus tout à fait à la verticale quand la tige métallique est à la verticale.

- a. Dévisser partiellement (1/2 tour devrait suffire) la vis supérieure du contre-poids (*souvent hexagonale creuse*).
- b. Maintenir la tige et le contre-poids à la verticale, et revisser la vis (*plus simple à faire à 4 mains...*).
- c. Repasser à l'étape 4 pour vérifier la calibration  
**! Quelques tâtonnements sont nécessaires avant de trouver le bon « 0 » 😊**

L'étape 5 suffit dans la majorité des cas à corriger les erreurs restantes<sup>87</sup>.



Figure 54 - **Contre-point désaxé** (d'après Nikhil Choudhari)

6. Vérifier le 20mmHg :

- a. Insérer la réglette dans l'orifice latéral (schéma ci-dessous : n°58).  
La réglette doit pointer vers l'examineur  
**(0)** = marque pour la vérification à 0mmHg  
**(2)** = marque pour la vérification à 20mmHg  
**(6)** = marque pour la vérification à 60mmHg
- b. Revenir à l'étape 4 avec la réglette positionnée pour la vérification à 20mmHg

Il est normal de trouver des valeurs un peu plus larges du type +22mmHg / -18mmHg. Inutile d'essayer de corriger des erreurs inhérentes au fonctionnement de l'instrument.

7. Si le 20mmHg est dérégulé = erreur de calibration liée au poids

- a. Dévisser partiellement (1/2 tour devrait suffire) la vis du poids **(3)**
- b. Repositionner le poids **(1)** puis revisser.
- c. Repasser à l'étape 4 pour vérifier la calibration à 20mmHg

**! Quelques tâtonnements sont nécessaires avant de trouver le « 20 »**

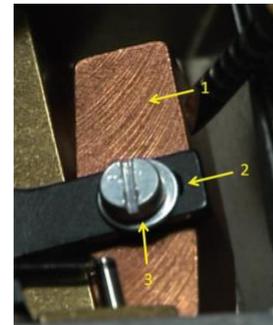


Figure 55 - **Poids** (d'après Nikhil Choudhari)

8. Vérifier le 60mmHg :

- a. La réglette doit pointer vers l'examineur, avec la marque sur 60mmHg **(6)**
- b. Le plus souvent inutile car reproduisant peu ou prou la calibration à 20mmHg (finesse d'ajustement du poids)

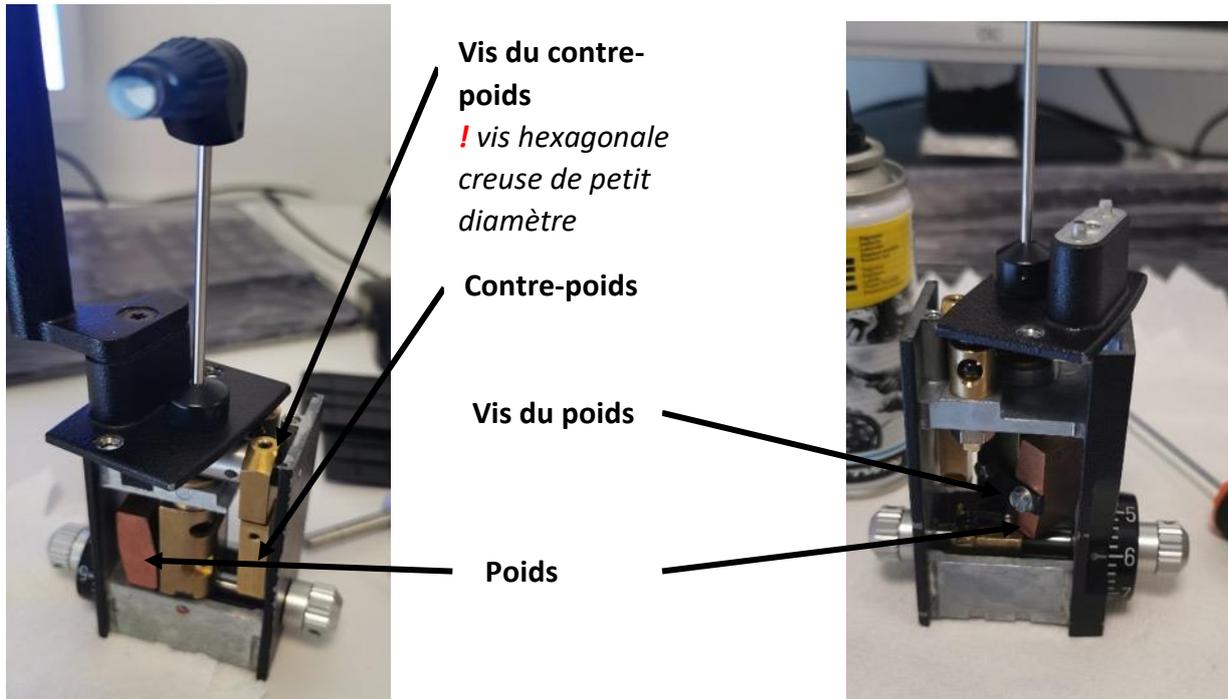


Figure 56 - Mécanisme du tonomètre Goldmann (collection personnelle)

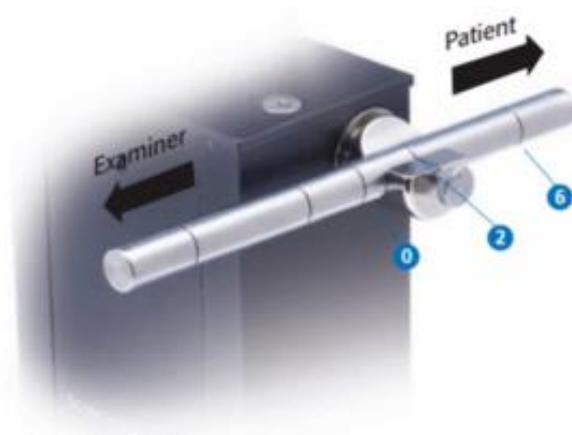


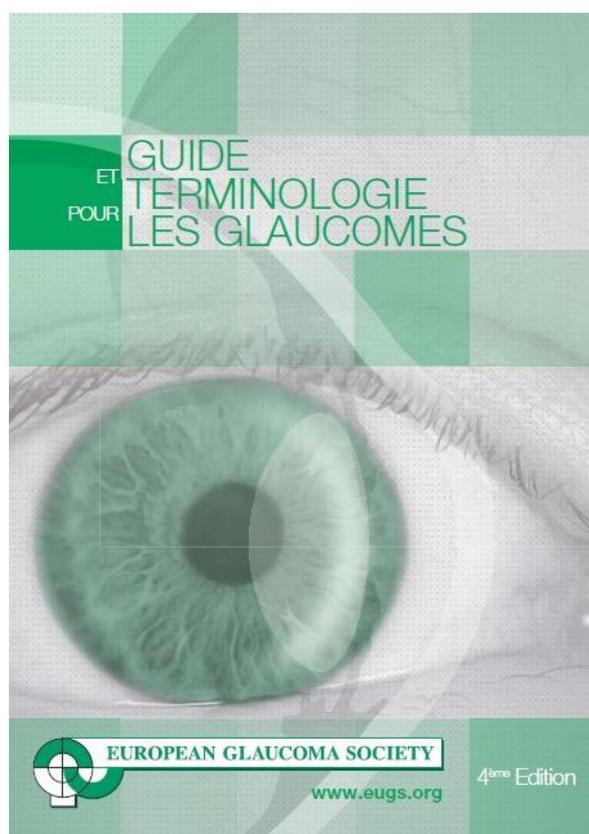
Figure 57 - Calibration du tonomètre, d'après [blog.keelerusa.com](http://blog.keelerusa.com).(12-2020)

## 9 Références

### **Pour aller plus loin :**

(5<sup>e</sup> édition en 2021)

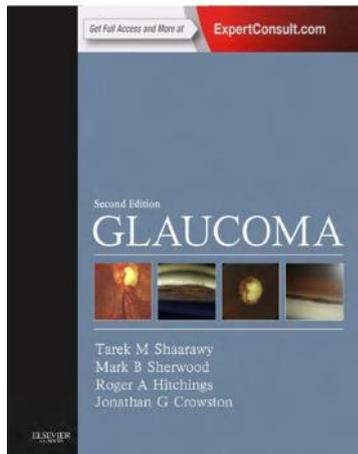
Disponible gratuitement sur : <http://webtv.chem-sante.fr/biblio/glaucome-en-pratique/guide-terminologie-glaucomes.pdf>



### **Guidelines 2014 de l'EGS :**

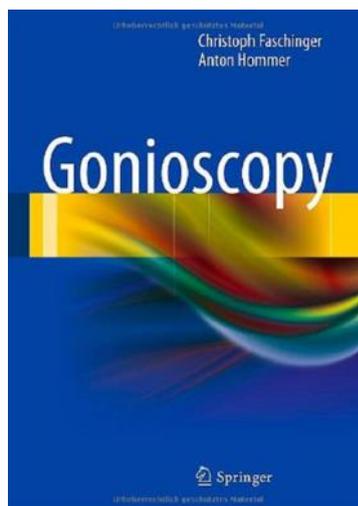
Guide et terminologie pour les glaucomes, 4th édition, 2014, de l'European Glaucoma Society (191 pages)

**Ont aussi été utilisés pour construire cet ouvrage :**



**Glaucoma, 2<sup>nd</sup> ed, 2019:**

Glaucoma, 2<sup>nd</sup> edition, 2019, de T. M. Shaarawy , M. B. Sherwood, R. A. Hitchings, J. G. Crowston, édition Elsevier Saunders (1201 pages)



**Gonioscopy, ed. Springer.**

Gonioscopy, 2012, de C. Faschinger et A. Hommer, édition Springer (82 pages)



**Rapport 2014 de la SFO:**

Glaucome primitif à angle ouvert, 2014, de JP Renard et E. Sellem, édition Elsevier-Masson (733 pages).  
*Page 532 à 537 pour l'ALT.*

*Disponible gratuitement sur : [https://www.em-consulte.com/em/SFO/2014/html/file\\_100012.html](https://www.em-consulte.com/em/SFO/2014/html/file_100012.html)*

## 10 Index

180° ..... 31, 57, 61  
360° ..... 13, 31, 39, 46, 47

### **A**

Anneau neuro-rétinien..... 11, 13, 14  
  encoche ..... 13  
  ISNT..... 13  
Asymétrie ..... 12

### **C**

CAFA ..... 38, 39, 45  
Calibration ..... 51, 52, 63  
Canal de Schlemm ..... 21  
Classification de Scheie ..... 21  
Classification de Shaffer ..... 24, 25, 38, 40

### **E**

Efficacité des différentes techniques ... 8, 31, 36, 40,  
  41, 43, 47  
Eperon scléral..... 20, 24

### **G**

Glaucome à pression normale ..... 36, 45  
Glaucome agonique ..... 8, 41, 42, 45  
Glaucome juvénile..... 41, 45  
Glaucome néovasculaire ..... 37  
Glaucome par fermeture de l'angle .. 23, 24, 25, 38,  
  39, 40, 45  
Glaucome pigmentaire..... 20, 21, 33, 34  
Glaucome post-traumatique..... 12, 20, 36, 45  
Glaucome primitif à angle ouvert ..... 33  
Glaucome pseudo-exfoliatif ..... 20, 35, 41

### **H**

Hémorragie du disque  
  Flammèches..... 17  
Herpès ..... 43, 45, 48  
Hypertonie oculaire..... 33, 38

### **I**

Iridectomie ..... 39, 40, 45  
Iris plateau..... 23, 25, 39

### **L**

Ligne de Schwalbe ..... 20, 22, 24

### **M**

Mesure de la TIO..... 9

### **P**

Pachymétrie ..... 10  
PEC ..... 20, 35, 41  
Pic de TIO ..... 31, 43, 48  
Pigmentation ..... 20, 21, 28, 59  
Prémédication..... 42, 45, 47  
Procès iriens..... 23

### **R**

Rapport Cup/Disc..... 11, 12, 14, 15, 42  
  Excavation ..... 11, 12  
Réalisation de la trabéculoplastie  
  Localisation des impacts ..... 31, 32, 40, 46  
  Puissance..... 32, 46

### **S**

Synéchies irido-cornéennes..... 23, 39, 43

### **T**

Taille de la papille  
  Coefficient de magnification..... 15  
  Facteur de correction..... 15  
Test de Van Herick ..... 26  
Trabéculéctomie ..... 8, 36, 40, 41, 42, 43, 45, 47  
  Trabéculoplastie vs trabéculéctomie ..... 8  
Trabéculum .... 20, 21, 24, 28, 31, 32, 34, 36, 38, 39,  
  43, 46

### **U**

Uvéite..... 45, 48, 49

### **V**

Vaisseaux de l'angle iridocornéen: ..... 14, 22, 37  
Verres d'examen  
  Gonioscopie Sussman ..... 25  
  V3M ..... 15, 25

## 11 Bibliographie

1. The Glaucoma Laser Trial (GLT). 2. Results of argon laser trabeculoplasty versus topical medicines. The Glaucoma Laser Trial Research Group. *Ophthalmology*. 1990;97(11):1403-1413.
2. Olawoye O, Ashaye AA, Sarimiye TF. Experience with argon laser trabeculoplasty in Nigerians. *Ghana Med J*. 2017;51(4):175-180.
3. Ustundag C, Diestelhorst M. Efficacy of argon laser trabeculoplasty: 3-year preliminary results of a prospective placebo-controlled study. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1997;235(6):354-358. doi:10.1007/BF00937283
4. Nouri-Mahdavi K, Brigatti L, Weitzman M, Caprioli J. Outcomes of trabeculectomy for primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1995;102(12):1760-1769. doi:10.1016/s0161-6420(95)30796-8
5. Ehrnrooth P, Lehto I, Puska P, Laatikainen L. Long-term outcome of trabeculectomy in terms of intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand*. 2002;80(3):267-271. doi:10.1034/j.1600-0420.2002.800307.x
6. Lotti R, Traverso CE, Murialdo U, Frau B, Calabria GA, Zingirian M. Argon Laser Trabeculoplasty: Long-Term Results. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 1995;26(2):127-129. doi:10.3928/1542-8877-19950301-09
7. Odberg T, Sandvik L. The medium and long-term efficacy of primary argon laser trabeculoplasty in avoiding topical medication in open angle glaucoma. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 1999;77(2):176-181. doi:https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.1999.770212.x
8. Agarwal HC, Sihota R, Das C, Dada T. Role of argon laser trabeculoplasty as primary and secondary therapy in open angle glaucoma in Indian patients. *Br J Ophthalmol*. 2002;86(7):733-736.
9. Amon M, Menapace R, Radax U, Wedrich A, Skorpik C. Long-Term Follow-Up of Argon Laser Trabeculoplasty in Uncontrolled Primary Open-Angle Glaucoma. *OPH*. 1990;200(4):181-188. doi:10.1159/000310104
10. Migdal C, Gregory W, Hitchings R. Long-term Functional Outcome after Early Surgery Compared with Laser and Medicine in Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology*. 1994;101(10):1651-1657. doi:10.1016/S0161-6420(94)31120-1
11. Moulin F, Le Mer Y, Haut J. Five-year results of the first 159 consecutive phakic chronic open-angle glaucomas treated by argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmologica*. 1991;202(1):3-9. doi:10.1159/000310162
12. Shingleton BJ, Richter CU, Bellows AR, Hutchinson BT, Glynn RJ. Long-term efficacy of argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmology*. 1987;94(12):1513-1518. doi:10.1016/s0161-6420(87)33253-1

13. Damji KF, Bovell AM, Hodge WG. Selectivelaser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty:results from a 1-year randomized clinical trial.*Br. J Ophthalmol.* 2006;90:1490–4.
14. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, et al. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet.* 2019;393(10180):1505-1516. doi:10.1016/S0140-6736(18)32213-X
15. Khawaja AP, Campbell JH, Kirby N, et al. Real-World Outcomes of Selective Laser Trabeculoplasty in the United Kingdom. *Ophthalmology.* 2020;127(6):748-757. doi:10.1016/j.ophtha.2019.11.017
16. Migdal C, Gregory W, Hitchings R. Long-term functional outcome after early surgery compared with laser and medicine in open-angle glaucoma. *Ophthalmology.* 1994;101(10):1651-1656; discussion 1657. doi:10.1016/s0161-6420(94)31120-1
17. F M, J H. Argon laser trabeculoplasty: a 10-year follow-up. *Ophthalmologica.* 1993;207(4):196-201. doi:10.1159/000310432
18. Chen TC, Wilensky JT, Viana MAG. Long-term Follow-up of Initially Successful Trabeculectomy. *Ophthalmology.* 1997;104(7):1120-1125. doi:10.1016/S0161-6420(97)30174-2
19. Jampel HD, Musch DC, Gillespie BW, et al. Perioperative complications of trabeculectomy in the collaborative initial glaucoma treatment study (CIGTS). *Am J Ophthalmol.* 2005;140(1):16-22. doi:10.1016/j.ajo.2005.02.013
20. Realini T. Selective Laser Trabeculoplasty for the Management of Open-Angle Glaucoma in St. Lucia. *JAMA Ophthalmol.* 2013;131(3):321. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.1706
21. Fortané M, Bensaid P, Resnikoff S, et al. Outcomes of cataract surgery performed by non-physician cataract surgeons in remote North Cameroon. *British Journal of Ophthalmology.* 2019;103(8):1042-1047. doi:10.1136/bjophthalmol-2018-312428
22. European Glaucoma Society, ed. *Terminology and Guidelines for Glaucoma.* 4th ed. PubliComm; 2014.
23. Liu JHK, Zhang X, Kripke DF, Weinreb RN. Twenty-four-hour intraocular pressure pattern associated with early glaucomatous changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44(4):1586-1590. doi:10.1167/iovs.02-0666
24. Dimasi DP, Hewitt AW, Kagame K, et al. Ethnic and Mouse Strain Differences in Central Corneal Thickness and Association with Pigmentation Phenotype. *PLOS ONE.* 2011;6(8):e22103. doi:10.1371/journal.pone.0022103
25. Brandt JD, Gordon MO, Gao F, Beiser JA, Miller JP, Kass MA. Adjusting Intraocular Pressure for Central Corneal Thickness Does Not Improve Prediction Models for

- Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmology*. 2012;119(3):437-442.  
doi:10.1016/j.ophtha.2011.03.018
26. Foster PJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *British Journal of Ophthalmology*. 2002;86(2):238-242. doi:10.1136/bjo.86.2.238
  27. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol*. 1999;43(4):293-320. doi:10.1016/s0039-6257(98)00049-6
  28. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic disc, cup and neuroretinal rim size, configuration and correlations in normal eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1988;29(7):1151-1158.
  29. Healey PR, Mitchell P, Smith W, Wang JJ. Relationship between cup-disc ratio and optic disc diameter: the Blue Mountains Eye Study. *Aust N Z J Ophthalmol*. 1997;25 Suppl 1:S99-101. doi:10.1111/j.1442-9071.1997.tb01771.x
  30. BRO\_ContactGlasses\_7220290-02040\_Web\_.pdf. Accessed December 11, 2020.  
[https://www.haag-streit.com/fileadmin/Haag-Streit\\_Diagnostics/Diagnostic\\_Glasses/Brochures\\_Flyers/BRO\\_ContactGlasses\\_7220290-02040\\_Web\\_.pdf](https://www.haag-streit.com/fileadmin/Haag-Streit_Diagnostics/Diagnostic_Glasses/Brochures_Flyers/BRO_ContactGlasses_7220290-02040_Web_.pdf)
  31. *BCSC Section 10.*; 2020.
  32. Pearls for Correct Assessment of Optic Disc at Glaucoma Diagnosis. Published online November 1, 2017. Accessed December 11, 2020.  
<https://www.touchophthalmology.com/glaucoma/journal-articles/pearls-for-correct-assessment-of-optic-disc-at-glaucoma-diagnosis/>
  33. Bourne RR. The optic nerve head in glaucoma. *Community Eye Health*. 2012;25(79-80):55-57.
  34. Sing NM, Anderson SF, Townsend JC. The normal optic nerve head. *Optom Vis Sci*. 2000;77(6):293-301. doi:10.1097/00006324-200006000-00009
  35. Healey PR, Mitchell P, Smith W, Wang JJ. Optic disc hemorrhages in a population with and without signs of glaucoma. *Ophthalmology*. 1998;105(2):216-223.  
doi:10.1016/s0161-6420(98)92704-x
  36. Henkind P. ANGLE VESSELS IN NORMAL EYES: A GONIOSCOPIC EVALUATION AND ANATOMIC CORRELATION. *British Journal of Ophthalmology*. 1964;48(10):551-557.  
doi:10.1136/bjo.48.10.551
  37. *Gonioscopy*. Springer; 2012.
  38. *Rapport 2014 de La SFO: Glaucomes à Angle Ouvert*.
  39. Laser Trabeculoplasty for Primary Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology*. 1996;103(10):1706-1712. doi:10.1016/S0161-6420(96)30442-9

40. Realini T, Shillingford-Ricketts H, Burt D, Balasubramani GK. West Indies Glaucoma Laser Study (WIGLS): 1. 12-Month Efficacy of Selective Laser Trabeculoplasty in Afro-Caribbeans With Glaucoma. *American Journal of Ophthalmology*. 2017;184:28-33. doi:10.1016/j.ajo.2017.09.022
41. Szigiato A-A, Trope GE, Jin Y, Buys YM. Same-Day Bilateral Glaucoma Laser Treatments in Ontario: 2000 to 2013. *Journal of Glaucoma*. 2016;25(4):339-342. doi:10.1097/IJG.0000000000000375
42. Wang W, He M, Zhou M, Zhang X. Selective Laser Trabeculoplasty versus Argon Laser Trabeculoplasty in Patients with Open-Angle Glaucoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vavvas D, ed. *PLoS ONE*. 2013;8(12):e84270. doi:10.1371/journal.pone.0084270
43. Nagar M, Ogunyomade A, O'Brart DP. A randomized,prospective study comparing selective lasertrabeculoplasty with latanoprost for the control ofintraocular pressure in ocular hypertension and openangle glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:1413–7.
44. *Glaucoma*. Springer; 2019.
45. *ICO Guidelines for Glaucoma Mangement.*; 2015.
46. Kass MA, Gordon MO, Gao F, et al. Delaying Treatment of Ocular Hypertension. *Arch Ophthalmol*. 2010;128(3):276-287. doi:10.1001/archophthalmol.2010.20
47. Glaucoma: diagnosis and management. :42.
48. Lee JW, Ho WL, Chan JC, Lai JS. Efficacy of selective laser trabeculoplasty for normal tension glaucoma: 1 year results. *BMC Ophthalmol*. 2015;15(1).
49. Lee JW, Shum JJ, Chan JC, Lai JS. Two-year clinical results after selective laser trabeculo- plasty for normal tension glaucoma. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(24).
50. Sharpe ED, Simmons RJ. Argon laser trabeculoplasty as a means of decreasing intraocular pressure from “normal” levels in glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol*. 1985;99(6):704-707. doi:10.1016/s0002-9394(14)76040-4
51. Schwartz AL, Perman KI, Whitten M. Argon laser trabeculoplasty in progressive low-tension glaucoma. *Ann Ophthalmol*. 1984;16(6):560-562, 566.
52. Masson E. Les bonnes pratiques des glaucomes traumatiques. EM-Consulte. Accessed December 8, 2020. <https://www.em-consulte.com/article/111370/les-bonnes-pratiques-des-glaucomes-traumatiques>
53. Chen PP, Lin SC, Junk AK, Radhakrishnan S, Singh K, Chen TC. The Effect of Phacoemulsification on Intraocular Pressure in Glaucoma Patients: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2015;122(7):1294-1307. doi:10.1016/j.ophtha.2015.03.021

54. Tham CCY, Kwong YYY, Leung DY, et al. Phacoemulsification versus combined phacotrabeculectomy in medically controlled chronic angle closure glaucoma with cataract. *Ophthalmology*. 2008;115(12):2167-2173.e2. doi:10.1016/j.ophtha.2008.06.016
55. L AA, O O, DP E. Selective laser trabeculoplasty in primary angle- closure glaucoma after laser peripheral iridotomy: a case-control study. *J Glaucoma*. 2016;25(3).
56. Narayanaswamy A, Leung CK, Istiantoro DV, et al. Efficacy of Selective Laser Trabeculoplasty in Primary Angle-Closure Glaucoma: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(2):206. doi:10.1001/jamaophthalmol.2014.4893
57. Ho CL, Lai JSM, Aquino MV, et al. Selective Laser Trabeculoplasty for Primary Angle Closure With Persistently Elevated Intraocular Pressure After Iridotomy: *Journal of Glaucoma*. 2009;18(7):563-566. doi:10.1097/IJG.0b013e318193c2d1
58. Park JK, Seo H-R, Jung W-J, Ahn H-B, Park W-C, Rho SH. The Efficacy and Safety 180° Selective Laser Trabeculoplasty in Patients With Juvenile Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51(13):4436-4436.
59. Gupta V, Ghosh S, Sujeeth M, et al. Selective laser trabeculoplasty for primary open-angle glaucoma patients younger than 40 years. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 2018;53(1):81-85. doi:10.1016/j.jcjo.2017.07.023
60. Liu Y, Birt CM. Argon versus selective laser trabeculoplasty in younger patients: 2-year results. *J Glaucoma*. 2012;21(2):112-115. doi:10.1097/IJG.0b013e318202791c
61. Thomas JV, Simmons RJ, Belcher CD. Argon laser trabeculoplasty in the presurgical glaucoma patient. *Ophthalmology*. 1982;89(3):187-197. doi:10.1016/s0161-6420(82)34807-1
62. Elahi S, Rao HL, Dumitru A, Mansouri K. Predictors of Success in Selective Laser Trabeculoplasty: Data from the Lausanne Laser Trabeculoplasty Registry. *Journal of Glaucoma*. 2020;Publish Ahead of Print. doi:10.1097/IJG.0000000000001534
63. Leske MC, Nemesure B, He Q, Wu S-Y, Fielding Hejtmancik J, Hennis A. Patterns of open-angle glaucoma in the Barbados Family Study. *Ophthalmology*. 2001;108(6):1015-1022. doi:10.1016/S0161-6420(01)00566-8
64. Wolfs RCW. Genetic Risk of Primary Open-angle Glaucoma: Population-Based Familial Aggregation Study. *Arch Ophthalmol*. 1998;116(12):1640. doi:10.1001/archophth.116.12.1640
65. Gemenetzi M, Yang Y, Lotery AJ. Current concepts on primary open-angle glaucoma genetics: a contribution to disease pathophysiology and future treatment. *Eye (Lond)*. 2012;26(3):355-369. doi:10.1038/eye.2011.309
66. Challa P. Genetics of Pseudoexfoliation Syndrome. *Curr Opin Ophthalmol*. 2009;20(2):88-91. doi:10.1097/ICU.0b013e328320d86a

67. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, et al. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet*. 2019;393(10180):1505-1516. doi:10.1016/S0140-6736(18)32213-X
68. Garg A, Vickerstaff V, Nathwani N, et al. Primary Selective Laser Trabeculoplasty for Open-Angle Glaucoma and Ocular Hypertension. *Ophthalmology*. 2019;126(9):1238-1248. doi:10.1016/j.ophtha.2019.04.012
69. Song J. Complications of selective laser trabeculoplasty: a review. *Clinical Ophthalmology (Auckland, NZ)*. 2016;10:137. doi:10.2147/OPHTH.S84996
70. Damji KF, Shah KC, Rock WJ, Bains HS, Hodge WG. Selective laser trabeculoplasty v argon laser trabeculoplasty: a prospective randomised clinical trial. *British Journal of Ophthalmology*. 1999;83(6):718-722. doi:10.1136/bjo.83.6.718
71. Klamann MKJ, Maier A-KB, Gonnermann J, Ruokonen PC. Adverse Effects and Short-term Results After Selective Laser Trabeculoplasty: *Journal of Glaucoma*. 2014;23(2):105-108. doi:10.1097/IJG.0b013e3182684fd1
72. The Glaucoma Laser Trial. I. Acute effects of argon laser trabeculoplasty on intraocular pressure. Glaucoma Laser Trial Research Group. *Arch Ophthalmol*. 1989;107(8):1135-1142.
73. Juhas T. Sympathetic ophthalmia as a complication of argon laser trabeculoplasty. *Ocul Immunol Inflamm*. 1993;1(1-2):67-70. doi:10.3109/09273949309086540
74. Stein JD, Challa P. Mechanisms of action and efficacy of argon laser trabeculoplasty and selective laser trabeculoplasty: *Current Opinion in Ophthalmology*. 2007;18(2):140-145. doi:10.1097/ICU.0b013e328086aebf
75. Lee JYJ, Kagan DB, Roumeliotis G, Liu H, Hutnik CML. Secretion of matrix metalloproteinase-3 by co-cultured pigmented and non-pigmented human trabecular meshwork cells following selective laser trabeculoplasty. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2016;44(1):33-42. doi:10.1111/ceo.12591
76. Alvarado JA, Iguchi R, Martinez J, Trivedi S, Shifera AS. Similar Effects of Selective Laser Trabeculoplasty and Prostaglandin Analogs on the Permeability of Cultured Schlemm Canal Cells. *American Journal of Ophthalmology*. 2010;150(2):254-264. doi:10.1016/j.ajo.2010.03.012
77. Andreic V, Miljkovic A, Babic N. Diode laser trabeculoplasty in open angle glaucoma: 50 $\mu$  vs. 100 $\mu$  spot size. *Med pregl*. 2011;64(3-4):211-214. doi:10.2298/MPNS1104211A
78. Zhang L, Weizer JS, Musch DC. Perioperative medications for preventing temporarily increased intraocular pressure after laser trabeculoplasty. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2017(2). doi:10.1002/14651858.CD010746.pub2

79. Robin AL. Argon laser trabeculoplasty medical therapy to prevent the intraocular pressure rise associated with argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmic Surg.* 1991;22(1):31-37.
80. Groth SL, Albeiruti E, Nunez M, et al. SALT Trial: Steroids after Laser Trabeculoplasty. *Ophthalmology.* 2019;126(11):1511-1516. doi:10.1016/j.ophtha.2019.05.032
81. Jinapriya D, D'Souza M, Hollands H, et al. Anti-inflammatory therapy after selective laser trabeculoplasty: a randomized, double-masked, placebo-controlled clinical trial. *Ophthalmology.* 2014;121(12):2356-2361. doi:10.1016/j.ophtha.2014.07.017
82. De Keyser M, De Belder M, De Groot V. Randomized Prospective Study of the Use of Anti-Inflammatory Drops After Selective Laser Trabeculoplasty. *J Glaucoma.* 2017;26(2):e22-e29. doi:10.1097/IJG.0000000000000522
83. Feldman RM, Katz LJ, Spaeth GL, Crapotta JA, Fahmy IA, Ali MA. Long-term efficacy of repeat argon laser trabeculoplasty. *Ophthalmology.* 1991;98(7):1061-1065. doi:10.1016/s0161-6420(91)32176-6
84. Grayson DK, Camras CB, Podos SM, Lustgarten JS. Long-Term Reduction of Intraocular Pressure After Repeat Argon Laser Trabeculoplasty. *American Journal of Ophthalmology.* 1988;106(3):312-321. doi:10.1016/S0002-9394(14)76623-1
85. Cordero I. Understanding and safely using ophthalmic lasers. *Community Eye Health.* 2015;28(92):76-77.
86. Cordero I. How to verify the calibration of Goldmann tonometers. *Community eye health / International Centre for Eye Health.* 2012;25:65.
87. Choudhari N, Moorthy K, Tungikar V, et al. Rectifying calibration error of Goldmann applanation tonometer is easy! *Indian journal of ophthalmology.* 2014;62:1082-1085. doi:10.4103/0301-4738.146761

