

Mode d'emploi



Ray-Tracing

pour l'œil pseudophaque

(21 août 2025, Version 09.35)

Prof. Dr. Dr. Paul-Rolf Preußner
Am Linsenberg 18
D-55131 Mainz
prp@panopsis.de

Table des matières

1	Principes fondamentaux, domaines d'application, conformité CE, sécurité	3
1.1	Ray-Tracing	3
1.2	Calcul de la IOL	4
1.2.1	Données IOL	5
1.2.2	Position de la IOL	5
1.2.3	Aberration sphérique	5
1.2.4	Lentilles intraoculaires phaqes	6
1.2.5	Lentilles intraoculaires toriques	6
1.2.6	Lentille intraoculaire supplémentaire (lentille intraoculaire piggyback)	6
1.2.7	Contour de la cornée	13
1.3	Adaptation des lentilles intraoculaires après une chirurgie réfractive de la cornée	13
1.3.1	Rayon de la face postérieure de la cornée	13
1.4	Chirurgie réfractive de la cornée	14
1.4.1	Modèle cornéen	14
1.4.2	Méthode d'ablation de la cornée	15
1.5	Poste de travail OKULIX	15
1.5.1	Station de travail TMS	15
1.5.2	Haag-Streit-Lenstar	16
1.5.3	Oculus-Pentacam	16
1.5.4	Tracey-iTrace	16
1.5.5	Ziemer-Galilei G6	16
1.5.6	Heidelberg Engineering Anterior	16
2	Installation	17
2.1	Station de travail, tous les appareils	17
2.1.1	Mise à jour (update)	17
2.1.2	Setup	20
2.2	Tomey TMS, Casia, OA, AL	20
2.3	Oculus Pentacam	20
2.4	Haag-Streit Lenstar	20
2.5	Tracey iTrace	20
2.6	Ziemer Galilei G6	21
2.7	Heidelberg Engineering Anterior	21
2.8	Version PC	21
2.9	Désinstallation	23

3	Utilisation	24
3.1	Station de travail	24
3.1.1	Tomey-TMS4	24
3.1.2	Tomey-TMS4/TMS5 et Tomey OA1000	24
3.1.3	Oculus Pentacam	24
3.1.4	Tracey iTrace	24
3.1.5	Haag-Streit Lenstar	24
3.1.6	Station de travail combinée topographie et Lenstar . .	24
3.1.7	Ziemer Galilei G6	25
3.1.8	Heidelberg Engineering Anterior	25
3.2	Version PC	33
3.3	Mesure de la longueur de l'axe avec biomètre Tomey	35
3.4	Lentilles intraoculaires spéciales (phake, fixées à l'iris, lentilles intraoculaires supplémentaires)	35
3.5	Lentille intraoculaire supplémentaire en cas d'huile de silicone	35
3.6	Exemples d'application	35
3.7	Aberration sphérique	36
3.7.1	Influence de la largeur de la pupille	36
3.7.2	Détermination subjective de la réfraction	36
3.7.3	Aberration chromatique	37
3.8	Module cornéen	37
3.8.0.1	Erreurs optiques bidimensionnelles	38
3.8.0.2	Modèle cornéen	39
3.8.1	Lasik / PRK	39
4	Mentions légales	45
4.1	Conditions de licence	45
4.2	Garantie	45
4.3	Exclusion de responsabilité	46
4.4	Transfert de droits	46
5	Résultats sur les patients	47
	Bibliographie	54

Chapitre 1

Principes fondamentaux, domaines d'application, conformité CE, sécurité

OKULIX est destiné au calcul des propriétés optiques de l'œil humain pseudophaque. *L'utilisation conforme* au sens du règlement européen sur les dispositifs médicaux est l'adaptation de lentilles intraoculaires (IOL). Les utilisateurs d'**OKULIX** sont des ophtalmologues. Toute autre utilisation n'est pas conforme à la destination du produit.

Les événements indésirables graves liés à ce produit doivent être signalés à l'autorité compétente de l'état membre de l'UE dans lequel l'utilisateur ou le patient concerné par l'événement réside.

OKULIX est conforme aux exigences essentielles du règlement sur les dispositifs médicaux (UE) 2017/745 en tant que produit de classe I.

1.1 Ray-Tracing

OKULIX est un progiciel qui calcule *avec précision* la trajectoire de chaque rayon lumineux dans l'œil pseudophaque. La superposition de nombreux rayons de ce type, il est possible de simuler l'impression visuelle d'objets étendus (par exemple des anneaux de Landolt) en tenant compte de la diffraction au niveau de l'ouverture pupillaire ([10]). *Précis* signifie que la réfraction des rayons lumineux à chaque interface est calculée selon la loi de Snellius. Pour un rayon qui traverse plusieurs interfaces, ce calcul n'est pas analytique, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible d'utiliser formules fermées, car cela aboutirait à des "équations dites transcendantes" qui, pour des raisons mathématiques fondamentales. Au lieu d'un calcul analytique, le problème doit donc être résolu par des méthodes numériques, ce qui nécessite l'utilisation d'un ordinateur. Tant que les ordinateurs n'étaient pas encore disponibles, on des calculs analytiques approximatifs, dont le plus connu est celui de "l'optique de Gauss" ([4]). Elle remplace la sine de loi de Snellius par le valeur. Ceci n'est bien sûr valable que pour des angles très petits, c'est-à-dire à proximité de l'axe optique. L'optique de Gauss est donc également appelée "optique paraxiale". Contrairement, la précision de calcul d'**OKULIX** est la même pour toutes les distances par rapport à l'axe optique (erreur résiduelle $\leq 0,001$ dpt).

Pour tous les calculs effectués dans **OKULIX** (adaptation des IOL , ablation cornéenne), l'erreur de réfraction est minimisée. La définition des erreurs de réfraction et de front d'onde est illustrée dans la fig.1.1.

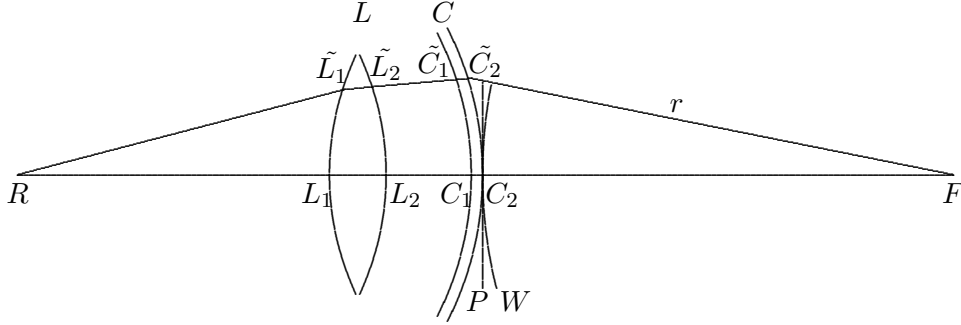


Figure 1.1: **Erreurs de réfraction et de front d'onde**

La figure représente une coupe transversale schématisée de l'œil avec le cristallin L et la cornée C , ainsi que l'axe optique allant de la rétine centrale R au point d'intersection F avec le rayon r éloigné de l'axe. Les différences de front d'onde ont représentées par les différences entre les longueurs optiques $(R, L_1, L_2, C_1, C_2, F)$ et $(R, \tilde{L}_1, \tilde{L}_2, \tilde{C}_1, \tilde{C}_2, F)$. Les longueurs optiques sont les sommes des produits des longueurs géométriques et des indices de réfraction correspondants. La différence de trajet entre l'onde sphérique W qui part de F et l'onde plane P le long de r doit être ajoutée à la longueur de trajet de r si F n'est pas situé à l'infini. L'erreur de réfraction méridionale est définie comme la réciproque de la distance entre C_2 et F . De plus, le faisceau être dévié perpendiculairement au plan tracé. Ceci est décrit par composante azimutale de l'erreur de réfraction. Le calcul de la longueur du trajet pour l'erreur de front d'onde s'effectue en trois dimensions. ans le cas d'une lentille décentrée, le rayon plié est d'abord calculé par e centre de la rétine et de la cornée. Celui-ci est ensuite utilisé comme référence à la place de l'axe optique.

1.2 Calcul de la IOL

OKULIX peut également être utilisé pour l'adaptation de lentilles intraoculaires (IOL) ([11, 12, 18, 17, 19]). Les longueurs axiales peuvent être saisies manuellement ou reprises à partir d'appareils de mesure. Jusqu'à présent, les appareils à ultrasons et les appareils optiques de la société Tomey, le Lenstar de Haag-Streit, l'Oculus Pentacam et, via celui-ci, les appareils optiques et acoustiques de Nidek. Il est également possible de connecter l'iTrace de Tracey, le Ziemer Galilei G6 et l' Anterior de Heidelberg Engineering. D'autres interfaces sont en cours de préparation. Il convient de noter que **OKULIX** utilise des longueurs optiques et non acoustique. Les appareils de mesure peuvent fournir des valeurs de mesure systématiquement trop grandes ou trop petites. Les valeurs mesurées avec différents appareils doivent donc être transformées en conséquence. Cette transformation peut être effectuée soit par des mesures comparatives sur des yeux artificiels, soit à partir les données de groupes de patients, dans la mesure où de nouvelles données dont les informations sont susceptibles d'améliorer la précision. Les données

d'autres appareils de mesure non directement connectables (par exemple l'IOLMaster, (Zeiss)) sont également incluses dans cette amélioration de la précision, de sorte que leurs données puissent au moins être utilisées pour lorsqu'elles sont saisies manuellement.

1.2.1 Données IOL

Le progiciel contient un fichier contenant une liste des lentilles les plus implantées des principaux fabricants. Cette liste est constamment enrichie et mise à jour. Une IOL est identifiée dans cette liste par sa désignation de type et par son niveau de puissance de réfraction. Pour le calcul dans **OKULIX**, la IOL est toutefois décrite physiquement par ses rayons de courbure, son épaisseur centrale, son asphéricité et son indice de réfraction. Ceci est nécessaire pour garantir la - par rapport à toutes les formules - car en indiquant uniquement le pouvoir puissance réfractif (défini uniquement en optique gaussienne) ne permet pas de caractériser de manière univoque les propriétés optiques d'un œil équipé d'une telle IOL ne sont pas clairement caractérisées.

Certains fabricants de IOL indiquent en plus une correction de la puissance de réfraction, c'est-à-dire un écart entre la puissance de réfraction nominale et la puissance de réfraction réelle, qui est prise en compte dans **OKULIX**.

1.2.2 Position de la IOL

En principe, la position de la IOL ne peut pas être calculée avec exactitude à partir des mesures préopératoires, car elle dépend entre autres du rétrécissement post-opératoire du sac capsulaire, qui varie d'un individu à l'autre postopératoire du sac capsulaire. La *position de la IOL* correspond à la distance entre la surface postérieure de la cornée et surface antérieure de la IOL, c'est-à-dire la profondeur de la chambre antérieure (ACD) après l'opération. La position *la plus probable* de la IOL est déterminée dans **OKULIX** à partir des valeurs mesurées disponibles avant l'opération (longueur de l'axe, position et épaisseur du cristallin, si mesurée) à l'aide d'un modèle. En outre, l'utilisateur peut saisir en option l'ACD postopératoire s'il existe une hypothèse fondée concernant la position de la IOL, par exemple la position mesurée de la IOL dans l'œil partenaire déjà opéré. L'ACD dans l'œil moyen est indiquée pour chaque modèle de IOL dans le tab.1.1.

1.2.3 Aberration sphérique

Dans la plupart des cas, l'aberration sphérique de l'œil humain entraîne à une myopie croissante avec l'augmentation de la largeur de la pupille. Celle-ci dépend entre autres de l'asphéricité de la cornée, de l'asphéricité de la lentille intraoculaire et du rapport de leurs rayons. Tous ces effets sont pris en compte avec précision dans **OKULIX**. Ils sont illustrés à l'aide des anneaux de Landolt simulés. Pour obtenir facilement au moins une valeur indicative de l'ampleur de cet effet, la écart de réfraction avec une IOL non seulement de manière paraxiale, comme c'est habituellement le cas, mais en tant que valeur pour *la meilleure mise au point* avec une largeur pupillaire de 2,5 mm. **OKULIX** utilise la largeur pupillaire réelle. Les pupillomètres

indiquent généralement une valeur supérieure d'environ 16% en raison de l'agrandissement de la cornée. La distance pupillaire indiquée peut être modifiée par l'utilisateur.

1.2.4 Lentilles intraoculaires phakes

Les lentilles intraoculaires phakes peuvent également être adaptées avec **OKULIX**. Cela nécessite connaître, outre la longueur axiale et les rayons de la cornée, la profondeur de la chambre antérieure préopératoire (phake) et du défaut de réfraction préopératoire.

La IOL proposée par **OKULIX** est représentée dans un croquis à l'échelle partie antérieure de l'œil. L'utilisateur peut modifier la profondeur de la chambre antérieure de la IOL, ce qui permet également de modifier le niveau de puissance de la IOL proposée Lentille intraoculaire.

Si des IOL, initialement prévues pour la chambre antérieure, sont utilisées à la place à la correction de l'aphakie, il convient de sélectionner l'option correspondante dans **OKULIX** option correspondante doit être sélectionnée dans **OKULIX**. Il est également possible de l'IOL de manière à inverser l'avant et l'arrière. Pour ce faire, coche IOL inversée doit être activée.

1.2.5 Lentilles intraoculaires toriques

Les IOL dites toriques, destinées à la correction de l'astigmatisme cornéen peuvent être sélectionnées de la même manière que les IOL à symétrie de rotation avec **OKULIX**. Le plus simple et le plus sûr est de se baser sur la tomographie. Le repère du méridien avec la la plus faible puissance de la IOL doit correspondre la ligne rouge de la tomographie.

Dans le cas de IOL toriques phakes, la réfraction subjective ou réfraction objective peut également être saisie si un astigmatisme de la lentille cristalline doit être corrigé.

1.2.6 Lentille intraoculaire supplémentaire (lentille intraoculaire piggyback)

Pour corriger un défaut de réfraction résiduel après une opération de la cataracte, une deuxième IOL peut être implantée dans le sulcus ciliaire ou dans la chambre antérieure. Dans **OKULIX**, il est possible de calculer d'abord l'implantation dans le sac capsulaire de la première IOL de la manière habituelle l'implantation dans le sac capsulaire de la première IOL. Si l'on choisit ensuite une IOL destinée à être implantée dans le sulcus ciliaire ou dans la chambre antérieure, une option supplémentaire déjà activée apparaît dans la fenêtre de saisie déjà activée, qui indique la "IOL pseudophaque=" avec suivie de l'indication de la IOL déjà implantée dans le sac capsulaire. Si le défaut de réfraction est alors saisi, l'œil est déterminé en tant que système optique est surdéterminé. C'est pourquoi la longueur de l'axe est ajustée de manière à ce que les données soient à nouveau cohérentes. Le graphique apparaît ensuite avec possibilité de saisie interactive, qui est décrite dans la section consacrée aux IOL phakes.

Les lentilles intraoculaires supplémentaires peuvent également être implantées dans des yeux pseudophaques si l'œil reçoit un tamponnement d'huile de silicone afin de compenser l'effet optique de l'huile de silicone.

La IOL supplémentaire est ensuite retirée avec l'huile de silicone. Pour calculer ces IOL dans **OKULIX**, l'indice de réfraction du corps vitré est réglé sur la valeur de l'huile de silicone utilisée.

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD _O
o	Aaren: EC-1/Y/HPI	5.00	+4.0/+34.0		1.489	3.51
o	Aivimed: HPA201	6.0	1.0/+40.0		1.510	3.88
o	Aivimed: HPM404	6.0	10.0/+25.0		1.510	4.20
o	Aivimed: HPS101	6.0	1.0/+40.0		1.510	4.20
o	Aivimed: A32/G32	6.0	6.0/+30.0		1.457	3.37
o	AJL: A601250	6.00	+6.0/+30.0		1.495	2.57
o	AJL: F601250	6.00	-10.0/+40.0		1.462	3.46
o	AJL: LLASHP60	6.00	-10.0/+40.0		1.485	4.48
o	AJL: P651300	6.00	-10.0/+40.0		1.492	3.80
o	AJL: Y601075	6.00	-10.0/+40.0		1.462	3.48
o	Alcon: LX90BD	5.75	+10.0/+30.0		1.491	4.29
o	Alcon: MA30BA	5.50	+10.0/+30.0		1.5542	4.29
o	Alcon: MA50BM	6.50	+6.0/+30.0		1.5542	4.26
o	Alcon: MA60AC	6.00	+6.0/+30.0		1.5542	4.35
o	Alcon: MA60BM/MA60MA	6.00	-5.0/+30.0		1.5542	4.35
o	Alcon: MZ30BD	5.50	+10.0/+30.0		1.491	4.25
o	Alcon: MZ40BD	5.00	+10.0/+30.0		1.491	4.33
o	Alcon: MZ60BD	6.00	+10.0/+30.0		1.491	4.16
o	Alcon: SA30AT	5.50	+10.0/+30.0		1.5542	4.36
o	Alcon: SA30AL	5.50	+6.0/+34.0		1.5542	4.20
o	Alcon: SA60AT/SN60AT	6.00	+6.0/+40.0		1.5542	4.22
o	Alcon: SN60TT	6.00	+6.0/+40.0	1.5/0.75/6.0	1.5542	4.22
o	Alcon: SN60WF	6.00	+6.0/+30.0		1.5542	4.23
o	Alcon: SN6ATT IQ toric	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/6.0	1.5542	4.23
o	Alcon: SN6AD1 Restor +3	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: MN6AD1 Restor MP +3	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: SV25T0 Restor +2.5	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: SND1TT Restor toric +3	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/3.0	1.5542	4.23
o	Alcon: SV25TT Restor toric +2.5	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/3.0	1.5542	4.23
o	Alcon: TFNT00 PanOptix	6.00	+6.0/+34.0		1.5542	4.19
o	Alcon: TFNTT PanOptix toric	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/3.75	1.5542	4.23
o	Alcon: CLAREON SY60WF	6.00	+6.0/+30.0		1.5476	4.22
o	Alcon: CLAREON toric CNW0T2-9	6.00	+6.0/+30.0	1.0/0.75/6.0	1.5476	4.22
o	Alcon: CLAREON PanOptix CNWTT0	6.00	+6.0/+34.0		1.5476	4.22
o	Alcon: CLAREON PanOptix toric	6.00	+6.0/+34.0	1.0/0.75/6.0	1.5476	4.22
o	Alcon: VIVITY DFT015	6.00	+10.0/+30.0		1.5542	4.23
o	Alcon: VIVITY toric DFT215-615	6.00	+10.0/+30.0	1.0/0.75/3.75	1.5542	4.23
o	Appasamy: Supra Phob	6.00	10.0/+30.0		1.491	3.40
o	AST: Asqelio EDOF toric	6.00	0.0/+40.0	0.5/0.5/6.0	1.497	3.90
o	AST: Asqelio trifocal	6.00	+5.0/+40.0		1.497	3.90
o	Aurolab: HP757SQ	5.75	+10.0/+30.0		1.470	3.90
o	Bausch&Lomb: enVista MX60E	6.00	0.0/+34.0		1.5340	4.43
o	Bausch&Lomb: enVista MX60T	6.00	0.0/+30.0	1.25/0.75/5.75	1.5385	4.43
o	Bausch&Lomb: MI60	6.00	0.0/+30.0		1.459	4.30
o	Bausch&Lomb: H60M	6.00	0.0/+35.0		1.4743	4.11
o	Bausch&Lomb: Soflex SE	6.00	+1.0/+30.0		1.427	3.80
o	Bausch&Lomb: Sofport AOV	6.00	+1.0/+30.0		1.427	3.82
o	Bausch&Lomb: EZE-55	5.50	+0.5/+34.0		1.493	4.11
o	Bausch&Lomb: EZE-60/P492UV	6.00	+0.5/+34.0		1.493	4.05
o	Bausch&Lomb: 88TI	6.00	+0.5/+35.0		1.493	4.00
o	Bausch&Lomb: Akreos AO	6.00	+10.0/+30.0		1.459	3.85
o	Bausch&Lomb: Akreos Disc	5.50	+10.0/+30.0		1.459	3.89
o	Bausch&Lomb: Akreos Fit	5.50	+10.0/+30.0		1.459	3.70
o	Bausch&Lomb: Akreos Adapt	5.75	+10.0/+30.0		1.459	3.75
o	Bausch&Lomb: Incise	5.50	0.0/+30.0		1.466	4.10
o	Bausch&Lomb: EyeCeeone	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.26
o	Bausch&Lomb: EyeCee	6.00	10.0/+28.0		1.519	4.42
o	Bausch&Lomb: LuxSmart	6.00	0.0/+34.0		1.544	3.91
o	Bausch&Lomb: LuxGood	6.00	0.0/+34.0		1.544	4.34
o	Bausch&Lomb: IC-8	6.00	+15.5/+27.5		1.481	4.93

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD _O
o	Carl Zeiss: AT Lara 829MP	6.0	-10.0/+33.0		1.46	3.43
o	Carl Zeiss: AT Lara toric929MP	6.0	-9.5/+38.0	1.0/0.5/12.0	1.46	3.43
o	Carl Zeiss: AT Lisa 809M	6.00	0.0/+32.0		1.460	4.15
o	Carl Zeiss: AT Lisa 909M toric	6.00	-10.0/+32.0	1.0/0.5/12.0	1.460	3.87
o	Carl Zeiss: AT Lisa 839M	6.00	0.0/+32.0		1.460	3.60
o	Carl Zeiss: AT Lisa Tri tor949	6.0	-5.0/+35.0	1.0/0.5/4.0	1.46	3.49
o	Carl Zeiss: AT Torbi719M	6.0	-4.0/+32.0	1.0/0.5/12.0	1.46	3.48
o	Carl Zeiss: CT 47S	6.00	0.0/+40.0		1.460	4.05
o	Carl Zeiss: CT Asphina 404	6.00	-10.0/+42.0		1.460	3.75
o	Carl Zeiss: CT Asphina 409M	6.00	0.0/+32.0		1.460	4.09
o	Carl Zeiss: CT Asphina 509M	6.00	0.0/+32.0		1.460	4.15
o	Carl Zeiss: CT Lucia 202(EC-3)	6.0	4.0/+34.0		1.489	3.56
o	Carl Zeiss: CT Lucia 221	6.0	-1.0/+31.0		1.489	4.67
o	Carl Zeiss: CT Lucia 602	6.0	4.0/+34.0		1.489	3.33
o	Carl Zeiss: CT Lucia 621	6.0	-1.0/+35.0		1.489	4.56
o	Carl Zeiss: CT Spheris203/P	6.00	+8.0/+30.0		1.4565	3.32
o	Carl Zeiss: CT Spheris 204	6.00	-10.0/+45.0		1.460	3.75
o	Carl Zeiss: CT Spheris 209M	6.00	0.0/+30.0		1.460	4.07
o	Corneal: ACR6DSE	6.00	+10.0/+30.0		1.465	4.46
o	Corneal: Ultima	6.00	+10.0/+30.0		1.465	3.03
o	Corneal: A6	6.00	+10.0/+30.0		1.465	4.42
o	Corneal: Concept360	6.00	+10.0/+30.0		1.465	4.96
o	Cristalens: Artis	6.00	+10.0/+30.0		1.5422	4.40
o	Cristalens: Luxiol Y	6.25	+10.0/+30.0		1.5422	4.40
o	CROMA: NZ-1	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.42
o	Curamed: AS695CA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: AS695PA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD600Y-A	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD600Y	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA60CZ-YA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD700Y-A	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HD700Y	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: PL600	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA60CZ	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA60CZA	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: SA700	6.00	+10.0/+30.0		1.460	3.95
o	Curamed: HB-60/HY-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	3.60
o	EYEOL UK: Ultima/Gold	6.00	+1.0/+35.0		1.465	4.1
o	EYEOL UK: Hyflex	6.00	+10.0/+30.0		1.502	4.18
o	EYEOL UK: Hyflex EC	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.23
o	HOYA: YA-60BB	6.00	-7.0/+40.0		1.516	4.10
o	HOYA: YA-65BB	6.50	+4.0/+40.0		1.516	4.09
o	HOYA: VA-60BBR/PC-60R	6.00	+4.0/+40.0		1.517	4.07
o	HOYA: YA-60BBR/PY-60R	6.00	+4.0/+40.0		1.516	4.07
o	HOYA: FY-60AD/PY-60AD	6.00	+4.0/+30.0		1.516	4.08
o	HOYA: FC-60AD/PC-60AD	6.00	+4.0/+30.0		1.517	4.08
o	HOYA: NY-60/250/251	6.00	+6.0/+30.0		1.516	3.97
o	HOYA: 351	6.00	+10.0/+30.0	1.5/0.75/6.0	1.516	4.15
o	HOYA: iSert 254 (clear)	6.00	+6.0/+30.0		1.517	4.15
o	HOYA: iSert 255 (yellow)	6.00	+6.0/+30.0		1.516	4.15
o	HOYA: Vivinex iSert XY1/XC1	6.00	+6.0/+30.0		1.544	4.40
o	HOYA: iSert 150	6.00	+6.0/+30.0		1.517	4.15
o	HOYA: iSert 151 (yellow)	6.00	+6.0/+30.0		1.516	4.15
o	HOYA: Vivinex toric XY1A	6.00	+6.0/+30.0	1.0/0.75/6.0	1.544	4.20
o	HOYA: Vivinex Gemetric XY1 GP	6.00	+10.0/+30.0		1.544	4.15
o	HOYA: Vivinex Gemetric XY1 GPTB	6.00	+10.0/+30.0	1.0/0.75/3.75	4.05	
o	HOYA: Vivinex Impress XY1	6.00	+6.00/+30.0		1.544	4.15
o	HumanOptics: AS	5.75	0.0/+30.0		1.4611	3.60
o	HumanOptics: Aspira-aA(Y)	6.00	-20.0/+60.0		1.4611	3.57
o	HumanOptics: Torica-aA(Y)	6.00	-20.0/+40.0	1.0/0.5/20.0	1.4611	3.57
o	HumanOptics: Aspira-aXA(Y)	7.00	-10.0/+30.0		1.4611	3.98
o	HumanOptics: Triva-aAY	6.00	10.0/+30.0		1.4611	3.86
o	HumanOptics: Triva T-aAY	6.00	10.0/+30.0	1.0/0.5/6.0	1.4611	3.86

		$\varnothing_{Opt}$	sph	ast	n	ACD_O
o	i-Medical: Accurate	6.00	+1.0/+35.0		1.465	4.1
o	IOL Expert: PCX81NY / PCM81NY	6.00	10.0/+30.0		1.461	3.33
o	IOL Expert: PCX81NY T0-T6	6.00	10.0/+30.0	0.75/0.75/5.25	1.461	3.33
o	IOL Expert: PCM81NY T0-T3	6.00	10.0/+30.0	0.75/0.75/3.00	1.461	3.33
o	J&J: Sensar AR40e	6.00	-10.0/+30.0		1.47	3.95
o	J&J: Sensar AAB00	6.00	6.0/+30.0		1.47	4.10
o	J&J: VERISYSE 50	5.00	-23.5/+12.0		1.492	2.5
o	J&J: VERISYSE Aphakia	5.00	+10.0/+30.0		1.492	2.5
o	J&J: VERISYSE 60	6.00	-15.0/-3.0		1.492	2.5
o	J&J: VERIFLEX	6.00	-14.5/-2.0		1.43	2.5
o	J&J: 757C	6.50	-10.0/+7.0		1.491	3.50
o	J&J: Tecnis Z9000/ZM001/ZM900	6.00	+5.0/+30.0		1.458	3.90
o	J&J: Tecnis CL Z9002	6.00	+5.0/+30.0		1.460	3.90
o	J&J: Tecnis ZA9003/ZMA00	6.00	+10.0/+30.0		1.47	3.90
o	J&J: Tecnis ZCB00/ZMB00/ZLB00	6.00	+5.0/+34.0		1.47	4.50
o	J&J: Tecnis ZXR00/Symfony	6.00	+5.0/+34.0		1.47	4.50
o	J&J: Tecnis ZMT/Symfony T	6.00	+5.0/+34.0	1.0/0.75/4.0	1.47	4.50
o	J&J: Tecnis ZCU toric II	6.00	+5.0/+34.0	1.0/0.75/8.0	1.47	4.50
o	J&J: HSM60	6.00	+4.0/+34.0		1.492	4.19
o	J&J: AC60/AC51L	6.00	+8.0/+30.5		1.492	2.5
o	J&J: Eyhance	6.00	+5.0/+34.0		1.47	4.50
o	Kowa: Avanse Preload1P	6.00	+6.0/+30.0		1.52	4.10
o	Kowa: Avanse Preset (3P)	6.00	+6.0/+26.0		1.52	4.10
o	Kowa: Avanse Preload1P Toric	6.00	+6.0/+26.0	0.75/0.75/6.0	1.52	4.10
o	Lenstec: Softec 1	5.75	-5.0/+47.0		1.46	3.50
o	Lenstec: Softec HD	5.75	5.0/+36.0		1.46	3.40
o	MBI: 302AC/P302AC,302A/P302A	6.00	0.0/31.0		1.497	4.1
o	MBI: PM302AC/PM302A	6.00	0.0/31.0		1.497	4.1
o	MBI: PT302AC/PT302A	6.00	0.0/+30.0	1.0/0.5/6.0	1.497	4.1
o	MBI: 300AC/300A	6.00	0.0/31.0		1.497	4.1
o	Medicontur: 610/611/612HPS	6.00	+0.0/+30.0		1.4595	3.78
o	Medicontur: 640P/Y	6.00	-10.0/+35.0		1.4694	3.84
o	Medicontur: 640AB/Y	6.00	0.0/+45.0		1.4610	3.33
o	Medicontur: 640/677MY	6.00	0.0/+35.0		1.4610	3.85
o	Medicontur: 677AB/Y	6.00	-10.0/+45.0		1.4610	3.33
o	Medicontur: 677P/Y	6.00	-10.0/+35.0		1.4694	3.84
o	Medicontur: 677TA/Y	6.00	-10.0/+35.0	1.0/0.75/10.0	1.4610	3.84
o	Medicontur: 877PA/FAB/Y/Elon	6.00	-10.0/+35.0		1.4648	3.95
o	Morcher: 46G	6.00	+8.5/+35.0		1.465	4.11
o	Morcher: 89A	5.00	+8.5/+35.0		1.465	4.07
o	Morcher: 92B	6.50	+8.5/+30.0		1.465	4.05
o	Morcher: 92S	5.50	+8.5/+35.0		1.465	4.19
o	Morcher: 92C	5.50	+8.5/+35.0		1.465	4.16

		ϕ_{Opt}	sph	ast	n	ACD_O
o	MTO: Crystal Evolution	6.00	7.0/+30.0		1.491	4.05
o	NIDEK: NX-1/NZ-1	6.00	10.0/+28.0		1.519	4.42
o	NIDEK: N4-11YB	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.24
o	NIDEK: N4-18B	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.17
o	NIDEK: N4-18YG	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.24
o	NIDEK: NS-60G/NS-60YG	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.26
o	Ophthalmo Pro: AC7013	6.00	+0.5/+34.0		1.460	3.96
o	OPHTEC: ARTISAN 50	5.00	-23.5/+12.0		1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTISAN 50 T	5.00	-23.5/+12.0	2.0/0.5/7.5	1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTISAN Aphakia	5.00	+10.0/+30.0		1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTISAN 60	6.00	-15.0/-3.0		1.492	2.5
o	OPHTEC: ARTIFLEX	6.00	-14.5/-2.0		1.43	2.5
o	OPHTEC: ARTIFLEX T	6.00	-13.5/-2.0	1.0/0.5/5.0	1.43	2.5
o	OPHTEC: PC545 QuadrimaX	6.00	5.0/+35.0		1.462	3.51
o	OPHTEC: Precizon 560	6.00	-10.0/+35.0		1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon 570 NVA	6.00	1.0/+35.0		1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon 565 toric	6.00	1.0/+34.0	1.0/0.5/10.0	1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon 575 NVA toric	6.00	5.0/+34.0	1.0/0.5/6.0	1.462	3.65
o	OPHTEC: Precizon go 580	6.00	-10.00/+35.0		1.462	3.65
o	PD: Domicryl S	6.00	-5.0/+36.0		1.459	4.05
o	PD: Domicryl Biflex 677T/TY	6.00	+2.0/+45.0	1.5/0.75/9.00	1.4611	3.80
o	PD: Domicryl Biflex HL/HLY	6.00	-10.0/+35.0		1.4611	3.31
o	PD: Poly lens Y51 TP	6.00	+10.0/+30.0	1.5/0.75/6.0	1.516	4.15
o	PD: Poly lens H50P/Y50P	6.00	+6.0/+30.0		1.516	3.97
o	PD: Poly lens H60P/Y60P	6.00	+6.0/+30.0		1.516	4.10
o	PD: Nexload-System NZ1	6.00	+10.0/+28.0		1.519	4.42
o	PD: Nex Acri	6.00	+1.0/+30.0		1.519	4.17
o	PD: Nex Acri AA Aktis	6.00	+1.00/+30.0		1.519	4.24
o	PD: Aktis SP/SPY	6.00	+1.0/+30.0		1.519	4.26
o	PD: Nexload-System SZ1	6.00	+11.0/+30.0		1.519	4.26
o	PD: Poly lens A61/Biovue	6.00	+0.5/+34.0		1.46	3.96
o	PD: H10/Y10	5.00	+4.0/+34.0		1.489	3.50
o	PD: H30/Y30	6.00	+4.0/+34.0		1.489	3.55
o	PD: Polytech Y35	6.50	+4.0/+34.0		1.489	3.55
o	PD: Poly lens AS66/AS66-Y	6.00	+5.0/+36.0		1.4614	3.70
o	PD: Aurium 404	6.00	+1.0/+34.0		1.49	4.22
o	PhysIOL: Micro F / Mic-F	6.15	0.0/+35.0		1.462	3.74
o	PhysIOL: Pod F	6.0	0.0/+35.0		1.462	3.84
o	PhysIOL: Pod FT	6.0	+6.0/+35.0	1.0/0.75/6.0	1.462	3.92
o	PhysIOL: PODT / Ankoris	6.0	+10.0/+30.0	1.5/0.75/6.0	1.462	3.78
o	PhysIOL: PodEye / Podagf	6.0	0.0/+35.0		1.536	4.20
o	PhysIOL: Slimflex	6.0	0.0/+30.0		1.462	3.81
o	PhysIOL: Micro+ / Mic-26P	6.15	-10.0/+35.0		1.462	3.89
o	PhysIOL: Micropure / Micagf	6.0	-10.0/+35.0		1.536	4.24

		$\odot_{Opt}$	sph	ast	n	ACD_O
o	Rayner: RayOne RAO100C	6.00	-10.0/34.0		1.460	3.86
o	Rayner: C-flex 570C	5.75	8.0/34.0		1.460	3.63
o	Rayner: T-flex 573T	5.75	20.0/34.0	1.0/0.5/11.0	1.460	3.63
o	Rayner: RayOne RAO600C	6.00	-10.0/34.0		1.460	3.83
o	Rayner: RayOne RAO603F	6.00	0.0/30.0		1.460	3.83
o	Rayner: RayOne toric RAO610T	6.00	-9.5/34.0	1.0/0.5/11.0	1.460	3.83
o	Rayner: RayOne toric RAO613Z	6.00	6.0/30.0	0.75/0.75/4.5	1.460	3.83
o	Rayner: Superflex 620H	6.25	-10.0/25.0		1.460	3.87
o	Rayner: T-flex 623T	6.25	-10.0/25.0	1.0/0.5/11.0	1.460	3.87
o	Rayner: Sulcoflex 653L	6.50	-10.0/10.0		1.460	3.10
o	Rayner: Sulcoflex 653T	6.50	-7.0/7.5	1.0/0.5/11.0	1.460	3.10
o	Rayner: Sulcoflex 703F	6.00	-3.0/3.0		1.460	3.10
o	Rayner: RayOne RAO800C	6.00	-10.0/32.0		1.506	4.07
o	Rayner: Superflex 920H	6.25	-10.0/22.0		1.460	3.87
o	Rayner: C-flex 970C	5.75	8.0/34.0		1.460	3.91
o	Rayner: RayOne EMV RAO200E	6.00	10.0/30.0	0.75/0.75/4.5	1.460	3.78
o	Rayner: RayOne EMV toric	6.00	10.0/25.0		1.460	3.78
o	Ruck: 618/618Y	5.90	0.0/+35.5		1.457	4.07
o	Santen: natural NX-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.10
o	Santen: natural NX-70	6.00	+10.0/+30.0		1.540	3.90
o	Santen: natural W-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.20
o	Santen: natural X-60	6.00	+10.0/+30.0		1.540	4.10
o	Santen: natural X-70	6.00	+10.0/+30.0		1.540	3.90
o	Staar: CC420BF	6.00	11.0/+33.0		1.442	3.95
o	Staar: KS-3AI	5.60	12.5/+28.5		1.413	4.02
o	Staar: KS-X/KS-Xs	6.00	10.0/+28.0		1.519	4.42
o	Staar: Evo Visian ICL/V4C	6.00	-18.0/+16.5		1.4415	3.10
o	Staar: toric ICL V4C	6.00	-17.5/+16.5	0.5/0.5/4.5	1.4415	3.10
o	Staar: KS-1	6.00	7.0/+26.0		1.413	4.27
o	Staar: KS-SP	6.00	1.0/+30.0		1.519	4.26
o	Tekia: TEK-Lens Model 411	6.00	+10.0/+30.0		1.430	3.93
o	Tekia: TEK-Lens Model 614	6.00	+10.0/+30.0		1.457	3.85
o	Teleon: L-312	6.00	0.0/+35.0		1.461	3.59
o	Teleon: L-313/LS-313MF	6.00	0.0/+35.0		1.461	3.33
o	Teleon: LS-313 T0-T6	6.00	10.0/+30.0	0.75/0.75/5.25	1.461	3.33
o	Teleon: LU-313 MFT	6.00	0.0/+36.0	0.25/0.75/10.0	1.461	3.33
o	Teleon: Acunex AN6Q	6.00	10.0/30.0		1.54	4.22
o	Teleon: Acunex AN6V/AN6VM	6.00	10.0/30.0		1.54	4.22
o	Teleon: Acunex AN6V/AN6VM tor	6.00	10.0/30.0	0.75/0.75/3.0	1.54	4.22
o	VSY: Acriva UD/UDM 611/613/625	6.00	+0.0/+45.0		1.4618	3.31
o	VSY: REVIOL MF/MFM 611/613/625	6.00	+0.0/+45.0		1.4618	3.31
o	VSY: Acriva toric UDM 611	6.00	+0.0/+45.0	1.0/0.5/12.0	1.4618	3.31
o	VSY: REVIOL toric MFM 611	6.00	+0.0/+45.0	1.0/0.5/12.0	1.4618	3.31
o	Xclens: Idea	6.00	-10.0/+43.0		1.461	4.03
o	Xcelens: Classica	6.00	0.0/+30.0		1.461	4.03
o	1STQ: Basis Q - B2AWxx	6.00	-10.0/35.0		1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Q - B2APxx	6.00	0.0/35.0		1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Q - B1EWYM/B2EWYM	6.00	0.0/35.0		1.4610	3.85
o	1STQ: Basis Z- B1AWxx	6.00	-10.0/35.0		1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Z toric - B1TWxx	6.00	-10.0/35.0	1.0/0.75/10.0	1.4610	3.84
o	1STQ: Basis Z- B1ADxx/B1ABxx	6.00	-10.0/35.0		1.4694	3.95
o	1STQ: Basis K - 611HPS	6.00	0.0/35.0		1.4610	3.78
o	1STQ: V	6.00	0.0/30.0		1.497	4.10
o	1STQ: V toric	6.00	0.0/30.0	1.0/0.5/6.0	1.497	4.10
o	1STQ: Basis Z- EDOF B1XBY0	6.00	10.0/35.0		1.4648	3.95

Tableau 1.1: IOL-Types

- $\odot_{Opt}$: Diamètre transversal de l'optique de la lentille [mm]
- sph: Plage de puissance sphérique en dpt
- ast: Plage de puissance astigmatique (début, gradation, max.)
- n : Indice de réfraction
- ACD_O : Valeur ACD moyenne utilisée dans OKULIX [mm]

1.2.7 Contour de la cornée

Au lieu d'une saisie manuelle, les rayons cornéens peuvent également être calculés des IOL peuvent également être prélevés à partir d'une topographie cornéenne bidimensionnelle. **OKULIX** calcule ces valeurs à partir des données brutes en ajustant une fonction multidimensionnelle qui donne finalement le rayon le plus raide et le plus plat et l'excentricité numérique la mieux adaptée de la cornée concernée [13]. Il convient de noter que pour les images de simulation d'**OKULIX**, c'est le contour réel de la cornée (et non la fonction d'approximation ajustée approximative). Ce mode est conservé jusqu'à ce qu'il soit désactivé dans la branche CORNEA en activant le champ CANCEL.

L'utilisation particulièrement simple d'**OKULIX** sur un poste de travail est décrite ci-dessous.

1.3 Adaptation des lentilles intraoculaires après une chirurgie réfractive de la cornée

Après une chirurgie réfractive de la cornée visant à corriger la myopie, l'asphéricité de la cornée passe d'une forme initialement prolata à une forme oblate. Lorsque les rayons du vertex cornéen sont déterminés par kératométrie, ils sont souvent trop prononcés, ce qui entraîne une hypermétropie après une chirurgie de la cataracte. Avec **OKULIX**, cela peut être évité si les rayons sont extraits de la topographie ([16]). Pour cela, l'utilisateur doit simplement charger la topographie correspondante. Aucune autre donnée antérieure à l'intervention chirurgicale réfractive intervention chirurgicale réfractive ne sont pas nécessaires (historique clinique). Il n'est généralement même pas nécessaire de savoir si une intervention chirurgicale réfractive a eu lieu, car le calcul repose entièrement calcul repose sur les données mesurées actuellement.

Après une opération Lasik, PRK ou Smile, le rapport entre le arceau corné antérieur et postérieur, de sorte que ce dernier doit être déterminé en plus, voir section suivante.

1.3.1 Rayon de la face postérieure de la cornée

Dans **OKULIX**, le rayon du vertex de la cornée postérieure est généralement calculé à partir du radius antérieur. Cela est suffisamment précis dans presque tous les cas, car les variations du rayon postérieur n'ont qu'un effet relativement faible. Une erreur de 0,1 mm dans le rayon du vertex cornéen antérieur entraîne, dans un œil moyen lors de l'adaptation de la IOL une erreur de réfraction dans le plan cornéen de 0,6 dpt, une erreur de même ampleur dans le rayon vertex postérieur n'entraîne qu'une erreur de 0,1 dpt. Néanmoins, après une chirurgie réfractive avec ablation cornéenne très importante, l'erreur du rayon cornéen postérieur ne peut être négligeable. Le rayon cornéen moyen mesuré ne doit pas être négligeable. Le rayon cornéen postérieur moyen mesuré peut donc également être saisi explicitement. Il est automatiquement extrait des pachymétries résolues localement.

La surface postérieure de la cornée est alors approximée mathématiquement par le même approximée mathématiquement par

la même approche de modélisation que la face antérieure. Les écarts entre l'astigmatisme antérieur et postérieur sont prises en compte avec précision pour les IOL toriques.

1.4 Chirurgie réfractive de la cornée

Cette partie du programme est une option, c'est-à-dire qu'elle n'est pas incluse dans toutes les installations. Les profils cornéens peuvent être importés sous forme de données topométriques (voir section précédente) ou générés sous forme de "modèle".

1.4.1 Modèle cornéen

Le modèle de la cornée suppose que la cornée est formée par la figure de rotation d'une courbe cartésienne (cercle, ellipse, parabole, hyperbole) qui est ensuite compressée dans une dimension de manière à former deux cercles de courbure vertex correspondant aux axes des cylindres ([13]). La figure peut ensuite être déplacée horizontalement dans n'importe quelle direction. Dans le modèle, une cornée est donc définie par deux rayons, dont l'angle, une excentricité numérique e et un vecteur de déplacement. Dans les images, seule la valeur du vecteur de décentrage d est indiquée, mais en interne, il est calculé en deux dimensions. Si le signe du e est négatif, cela n'a qu'une valeur formelle (des excentricités négatives n'ont pas de sens mathématique). Dans un tel cas, on parle d'une cornée oblate, approximée par une ellipse dont petit demi-axe est parallèle à l'axe optique. L'asphéricité Q parfois utilisée peut être calculée à partir de l'excentricité numérique e à l'aide de $Q = -e^2$.

Le modèle défini par les paramètres $R_1, R_2, alpha, e$ représente le standard dans **OKULIX**.

Une possibilité de saisie simplifiée sans prise en compte de l'asphéricité consiste à indiquer la réfraction en sphère, cylindre et axe.

Si une topographie de la cornée est déjà disponible (soit sous forme de fichier importé ou générée sous forme de modèle), une approximation du modèle peut également être effectuée à l'aide polynômes de Zernike, mais cela n'a généralement de sens qu'à des fins didactiques. À des fins de comparaison, il est possible de générer des polynômes d'ordre radial maximal n peuvent être générés. ($3 \leq n \leq 12$) Le nombre d'éléments de la série (coefficients) est $(n+1)(n+2)/2$, par exemple 45 pour l'8e ordre radial.

La qualité d'une approximation de modèle (standard ou Zernike) dans un cas particulier peut être calculée par Diff. par rapport au modèle. La différence entre surface réelle et la surface du modèle est alors affichée sous forme de profil de hauteur ou de différence de réfraction ou de front d'onde. La décente n'est pas prise en compte, c'est-à-dire que la différence est calculée par rapport aux coordonnées non décalées.

Avec la différence par... rapport à permet de calculer la différence entre la cornée actuellement chargée et une autre cornée quelconque dont la topométrie est également chargée. La différence peut être représentée soit sous forme de différence de hauteur ou comme différence de réfraction ou de front d'onde.

Si une cornée modèle est générée avec les paramètres $R_1, R_2, alpha, e$ (modèle standard), il se peut que les paramètres ensuite diffèrent légèrement

des valeurs spécifiées. Cela s'explique par le fait que les paramètres émis sont recalculés à partir des données bidimensionnelles. Les petites différences mentionnées illustrent les limites de l'observation du modèle.

L'épaisseur de la cornée est utilisée dans le programme comme champ de données bidimensionnel. Ces données peuvent être mesurées à l'aide d'appareils Scheimpflug ou OCT et être transférées directement vers **OKULIX**.

1.4.2 Méthode d'ablation de la cornée

En Lasik / PRK, on peut en principe corriger n'importe quel défaut (myopie, hypermétropie, astigmatisme, zones irrégulières). L'objectif peut être une cornée sphérique, une cornée asphérique avec une excentricité numérique sélectionnable ou une cornée asphérique dont l'excentricité numérique est optimisée par le programme de manière à obtenir une cornée à ce que l'aberration sphérique (plus précisément : l'erreur d'ouverture symétrique centrale) de l'œil est minimale ([14]). De plus, le profil d'ablation peut être "lissé" numériquement afin d'éliminer les erreurs à haute fréquence.

Lors du calcul du profil d'ablation pour le Lasik / PRK, on essaie toujours d'enlever le moins possible. Dans le cas d'un astigmatisme mixte, par exemple, dans le méridien le plus raide, on procède à une ablation dans le sens d'une correction de myopie, et dans le le plus plat dans le sens d'une correction de l'hypermétropie (cylindre croisé). Dans de rares cas, la qualité optique du résultat n'est toutefois pas satisfaisante, ce qui peut être constaté à l'aide de la carte des erreurs de réfraction ou, mieux encore, à l'aide d'une simulation d'anneaux de Landolt. La raison de ces écarts réside dans les données primaires, qui, dans un tel cas, contiennent soit trop d'erreurs, soit les paramètres du modèle mentionnés ci-dessus sont trop approximatifs.

1.5 Poste de travail OKULIX

OKULIX peut être utilisé soit comme programme individuel sur n'importe quel ordinateur MS-WINDOWS ou sur un ordinateur qui dispose déjà d'un autre appareil (topographie, biométrie). Ce dernier cas est particulièrement pratique, car le logiciel de l'appareil et **OKULIX** sont déjà reliés en interne connectés entre eux.

1.5.1 Station de travail TMS

à partir de l'été 2006, le logiciel des topographes Tomey-TMS prend en charge l'accès direct à **OKULIX** et le transfert de données vers ce dernier. Lors de l'accès, la topographie actuelle est transmise à **OKULIX** et les données extraites par **OKULIX** sont immédiatement utilisées pour le calcul des IOL. **OKULIX** permet de calculer et de représenter jusqu'à quatre modèles de IOL calculés et affichés simultanément. Au démarrage, l'utilisateur doit sélectionner ces IOL dans la liste de toutes les IOL. Cette sélection peut être modifiée ultérieurement. La topographie actuelle peut également être enregistrée dans **OKULIX**. De la même manière, le CASIA-OCT de Tomey peut également être utilisé.

Pendant les calculs **OKULIX** lancés par le logiciel TMS, le logiciel TMS ne doit pas être lancé une deuxième fois, car cela les données de différents yeux pourraient être mélangées.

1.5.2 Haag-Streit-Lenstar

Les données relatives à la longueur axiale, à l'épaisseur de la lentille et à la kératométrie mesurées par le Lenstar de la société Haag-Streit peuvent être lues par **OKULIX** à partir de juillet 2010 et utilisées pour le calcul de la IOL . La mesure supplémentaire du lentille naturelle amélioré la précision de la prédiction de la position postopératoire de la position de la IOL .

Lors de l'utilisation avec le Lenstar, il est important que **OKULIX** traite les deux yeux (si mesurés) immédiatement l'un après l'autre. Une combinaison du Haag-Streit Lenstar et d'un des appareils de topographie pris en charge dans une station de travail permet une utilisation conviviale de toutes les données mesurées dans **OKULIX**.

1.5.3 Oculus-Pentacam

Mesurées par cet appareil Scheimpflug et les pachymétries résolues en fonction de la position mesurées peuvent être transférées à **OKULIX** à partir de mai 2011.

1.5.4 Tracey-iTrace

Les topographies de la surface antérieure de la cornée mesurées par cet appareil peuvent être transmises à **OKULIX** à partir de juillet 2013.

1.5.5 Ziemer-Galilei G6

Les tomographies de la cornée mesurées par cet appareil ainsi que les longueurs axiales et les positions du cristallin peuvent être transférées à **OKULIX** à partir de mai 2014.

1.5.6 Heidelberg Engineering Anterior

Cet appareil peut être utilisé avec **OKULIX** à partir de janvier 2019. Tomographie de la cornée, la longueur de l'axe et la position et l'épaisseur du cristallin peuvent être transférées.

Chapitre 2

Installation

2.1 Station de travail, tous les appareils

Une station de travail est un appareil de mesure sur lequel ordinateur de commande **OKULIX** est installé. L'installation de l'appareil concerné doit être effectuée avant l'installation d'**OKULIX** afin que l'appareil soit reconnu lors de l'installation d'**OKULIX**. Si la station de travail se compose d'un appareil topographique ou tomographique et du Haag-Streit-Lenstar, **OKULIX** combine automatiquement les données des deux appareils dans ses calculs. Il s'installe alors deux fois, mais l'utilisateur ne peut ni influencer cela ni en tenir compte utilisation ultérieure.

Pour l'installation sur un poste de travail, il faut brancher la clé USB et double-cliquer sur SETUP-OKULIX.BAT sur ce support, voir fig. 2.1. Les anciennes versions seront alors écrasées. Le processus ne doit pas être interrompu. Si **OKULIX** est déjà préinstallé, cette étape n'est pas nécessaire. Il suffit la clé USB correspondante doit être insérée.

2.1.1 Mise à jour (update)

Si une mise à jour est souhaitée, celle-ci peut être effectuée à l'aide d'un nouveau dongle. Il est également possible de copier le fichier OKULIX.NEU sur ce dongle avant l'installation. Il contient les informations de mise à jour. Ce fichier peut être téléchargé à partir du site WWW.OKULIX.DE. Vous y trouverez également la version actuelle. Il suffit ensuite de double-cliquer sur le fichier SETUP-OKULIX.BAT sur la clé USB. Si le fichier OKULIX.NEU s'y trouve, il sera automatiquement utilisé pour la mise à jour. La mise à jour ne doit pas être interrompu.



Figure 2.2: Réglage de la taille de la fenêtre et de la langue

Il est également possible de définir si les surfaces asphériques doivent être calculées à l'aide de l'excentricité numérique e ou par l'asphéricité $Q = -e^2$ et si la réfraction complète doit apparaître sur l'impression. La taille de la zone optique lors de l'extraction des paramètres globaux de la cornée et du facteur de pondération pour le rapport longueur axiale / paramètre du cristallin lors du calcul de la position la plus probable de la IOL peuvent également être définis. La taille des caractères lors de l'utilisation d'un ordinateur japonais peut être ajustée. Les paramètres ne sont effectifs qu'à partir de la prochaine utilisation d'OKULIX.

2.1.2 Setup

Si la taille de fenêtre prédéfinie ou la langue doivent encore être configurées, vous pouvez le faire à l'aide du menu de configuration affiché dans fig. 2.2. Celui-ci s'ouvre à l'aide de la touche F10 si cette fonction de configuration est dans l'en-tête de la fenêtre actuelle. Vous pouvez également définir ici si la réfraction complète doit apparaître en petits caractères sur l'impression ou non. De plus, la taille de la zone optique lors de la détermination des paramètres cornéens globaux et du facteur de pondération pour le rapport longueur axiale / paramètre du cristallin lors du calcul de la position la plus probable de la IOL. Une adaptation à la taille des caractères pour les ordinateurs japonais est également possible.

2.2 Tomey TMS, Casia, OA, AL

OKULIX est déjà préinstallé par Tomey sur ces appareils. Les données pour la mesure optique de la longueur de l'axe (série Tomey OA) ou pour la mesure de la longueur de l'axe à ultrasons (série Tomey AL) sont déjà enregistrées par le logiciel Tomey.

2.3 Oculus Pentacam

Après l'installation d'**OKULIX**, il est nécessaire de procéder à certains réglages du logiciel Pentacam afin que les données de mesure puissent être importées pour le calcul et que **OKULIX**, voir fig. 2.3.

- Dans le logiciel Pentacam, sélectionnez Paramètres, sélectionnez Autres paramètres et Exportation.
- Dans la zone encadrée “Logiciel externe”, inscrire l'libre (éventuellement la seule) avec OKULIX et activez la coche correspondante (activée).
- Cochez la case Lancer l'application, puis cliquez sur  et sélectionnez C:\Pentacam\OKULIX\augt.exe.
- Cliquez sur le symbole  correspondant au champ Les données sont exportées dans le répertoire et sélectionnez C:\Pentacam\OKULIX.
- Cochez “Changer le répertoire avant l'exportation” (case à cocher).
- à l'aide de , sélectionnez à nouveau C:\Pentacam\OKULIX.
- Pour finir, cliquez sur Enregistrer (en bas à gauche).

2.4 Haag-Streit Lenstar

L'installation est illustrée dans fig. 2.4.

2.5 Tracey iTrace

L'interface est déjà préinstallée et active.

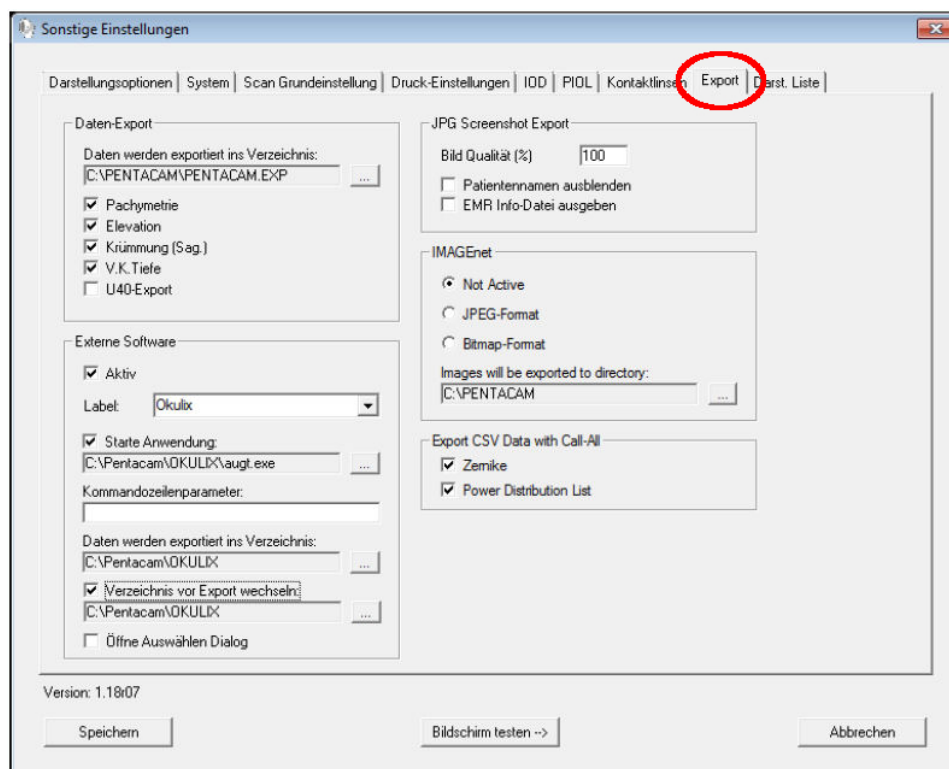


Figure 2.3: Paramètres d'installation du logiciel Pentacam

2.6 Ziemer Galilei G6

L'interface est déjà préinstallée et active.

2.7 Heidelberg Engineering Anterior

L'interface est déjà préinstallée et active.

2.8 Version PC

Une version PC désigne une version **OKULIX** qui n'est pas installée sur l'ordinateur d'un appareil de mesure. Elle ne nécessite d'aucun dongle pour fonctionner, mais d'un support d'installation (support de données). La version PC, **OKULIX** peut être utilisé sous les systèmes d'exploitation Microsoft Windows95, Windows 98, Windows ME, Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows7, Windows10 ou Windows11 sur un seul ordinateur, mais pas sur un serveur. **OKULIX** ne peut pas être copié sur un autre ordinateur après son installation et utilisé sur un autre ordinateur. En cas de non-respect des règles mentionnées ou d'installation incorrecte, le programme s'interrompt et affiche le message d'erreur "Licence ?".

Pour les installations sur PC, procédez comme suit:

1. Insérez le support dans le lecteur correspondant et fermez-le.
2. Double-cliquez sur „Poste de travail“.

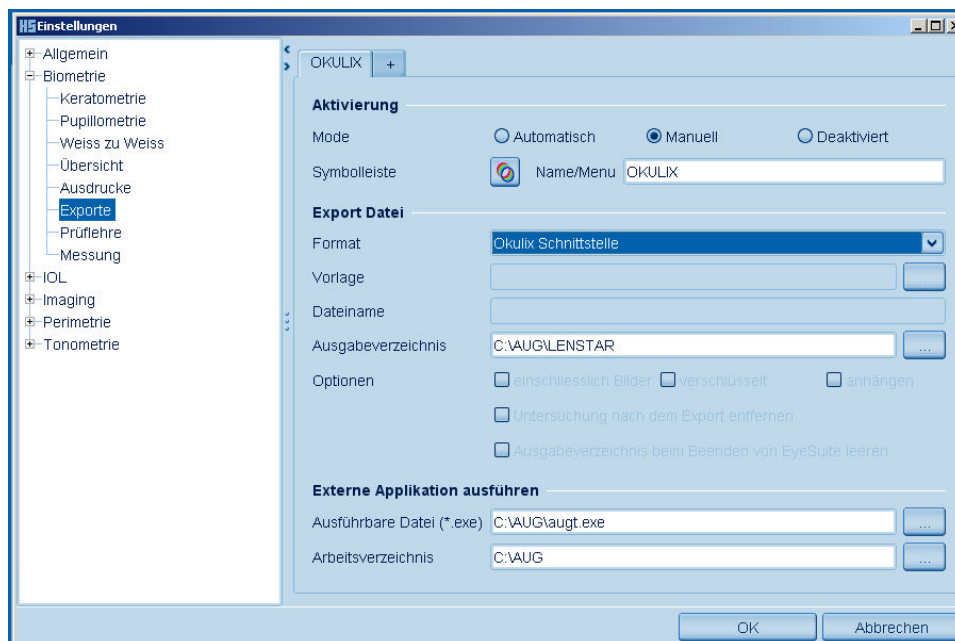


Figure 2.4: **Installation d'OKULIX pour Haag-Streit-Lenstar**

L'installation du logiciel OKULIX s'effectue dans un premier temps comme décrit dans fig. 2.1. Ensuite, il faut préparer une seule fois le logiciel EyeSuite pour l'exportation. Pour ce faire, dans l'en haut de l'écran, Extras puis sur Paramètres. Sous Biométrie, cliquez sur le signe +, Exportations. S'affiche et une nouvelle fenêtre. Dans celle-ci, activez Manuel, puis sélectionner l'interface OKULIX sous Format, puis sélectionnez l'interface OKULIX, et sous "Barre d'outils" le fichier OKULIX.PNG. Pour le calcul de la IOL, il faudra ensuite cliquer sur cette icône.

3. Double-cliquez sur le lecteur contenant le support de données.
4. Double-cliquez sur SETUP.
5. Acceptez le répertoire cible proposé C:\AUG en cliquant sur OK ou en appuyant sur la touche Entrée ou Retour, ou entrez un autre répertoire de destination, puis confirmez en cliquant sur OK.
6. Dans la fenêtre de saisie "Code de licence", entrez le code à 10 chiffres correspondant au support de données, en respectant les majuscules et les minuscules.
7. Les étapes suivantes de l'installation s'affichent, une partie de l'écran peut devenir noire.
8. Une fois l'installation terminée, le programme démarre automatiquement lancé pour la première fois. Après avoir défini la langue et la taille de l'affichage (OK) vous pouvez quitter le programme dans l'écran suivant en cliquant sur STOP.
9. Une icône **OKULIX** est généralement créée automatiquement. Si ce n'est pas le cas en raison d'une configuration du système, il faut créer

manuellement le raccourci correspondant en respectant les règles Microsoft. En double-cliquant sur cette icône, le programme peut être relancé.

10. Attention: si la taille de police standard n'est pas définie dans Windows, il est possible que tous les boutons de commande ou champs de saisie d'**OKULIX**.

2.9 Désinstallation

L'installation d'**OKULIX** n'entraîne aucune modification dans le système d'exploitation de l'ordinateur. Pour désinstaller **OKULIX**, il suffit donc de supprimer les répertoires utilisés par **OKULIX**. Selon la version, il s'agit des répertoires suivants : C:\AUG, C:\TMS\OKULIX, C:\PENTACAM\OKULIX, C:\TRACEY\OKULIX, C:\GALILEI\OKULIX et C:\ANTERION\OKULIX.

De plus, supprimez l'icône correspondante sur le bureau, si elle existe.

Chapitre 3

Utilisation

3.1 Station de travail

Le fonctionnement dans cette configuration n'est possible qu'avec une port USB (dongle). Celui-ci contient contenu du code de licence d'utilisation et du logiciel lui-même.

L'appel d'**OKULIX** est certes différent sur chacun des appareils pris en charge, mais le résultat est toujours le même, voir fig. 3.1.

3.1.1 Tomey-TMS4

3.1.2 Tomey-TMS4/TMS5 et Tomey OA1000

L'installation, la sélection des types de IOL et l'appel d'**OKULIX** sont effectués de la même manière que pour le TMS4 (voir chapitre précédent), mais à partir d'autres fenêtres du logiciel Tomey. Avec le TMS5, la pachymétrie résolue en position est utilisée pour calculer la face postérieure de la cornée. La longueur axiale mesurée à l'aide de l'OA1000 est automatiquement insérée dans enregistrement de données transmis à **OKULIX** et prise en compte. Le transfert des données du Tomey CASIA OCT s'effectue de la même manière.

3.1.3 Oculus Pentacam

3.1.4 Tracey iTrace

3.1.5 Haag-Streit Lenstar

L'appel d'**OKULIX** est illustré dans fig. 3.7. Dans cet appareil, les longueurs axiales et les données de kératométrie des deux yeux sont transmises simultanément à **OKULIX** et traitées l'une après l'autre. La position et l'épaisseur mesurées de la lentille cristalline est utilisée pour améliorer la prédiction de la position de la IOL .

3.1.6 Station de travail combinée topographie et Lenstar

L'un des appareils de tomographie topographique décrits dans les sections précédentes et le Lenstar de Haag-Streit peuvent être installés sur le même ordinateur. **OKULIX** combine les données des deux appareils pour la suite du calcul.

Dans cette combinaison d'appareils, les données topographiques ou tomographiques des deux yeux doivent d'abord être transférées vers **OKULIX**. Pour ce faire, deux appels d'**OKULIX** : d'abord à partir de l'appareil topographique, comme décrit dans les chapitres précédents. **OKULIX** ne confirme toutefois seulement la transmission des données, voir fig. refcmb1. Ce n'est qu'en appelant **OKULIX** à partir du logiciel Lenstar que le calcul de la IOL est effectué. L'appel d'**OKULIX** à partir le logiciel Lenstar sans mesure topographique préalable pour un œil ou les deux yeux, c'est-à-dire uniquement sur la base de la kératométrie Lenstar au lieu de la topographie TMS, est également possible dans cette configuration d'appareils. Afin de permettre également un calcul pour un seul œil sans prise en compte ultérieure des données Lenstar, il faut d'abord demande si les données de l'appareil de topographie doivent être utilisées seules (c'est-à-dire sans les données Lenstar) voir fig. 3.9.

Si la topographie et la kératométrie sont mesurées, l'utilisateur peut choisir laquelle de ces deux méthodes doit être utilisée pour les rayons cornéens pour la calculatrice de lentilles intraoculaires ou s'il convient d'utiliser la moyenne des deux (standard), voir fig. 3.10. Il convient de noter ce qui suit:

- Seule la topographie contient les informations relatives à la sphéricité de la cornée, et seule la pachymétrie supplémentaire permet une prise en compte correcte de la surface postérieure de la cornée. Ces deux informations sont indispensables au calcul de la IOL dans les yeux ayant subi une chirurgie cornéenne. Dans de tels cas, seule la topographie doit être utilisée.
- La kératométrie est moins sensible aux instabilités du film lacrymal. Elle est donc souvent plus précise que la topographie, en particulier en cas de sécheresse oculaire.
- Dans la majorité des yeux normaux, la moyenne des radius topographiques et kératométriques être plus précise que chacune des deux valeurs individuelles.

Les asphérités et les rayons de la face postérieure sont toujours extraits des valeurs mesurées lorsque la topographie et la pachymétrie ont été mesurées.

3.1.7 Ziemer Galilei G6

L'appel d'**OKULIX** est représenté dans la fig. 3.11, le suite de la procédure est la même que pour le Tomey TM4 ou TMS5, voir section 3.1.1.

3.1.8 Heidelberg Engineering Anterior

L'appel d'**OKULIX** est représenté dans fig. 3.12, la suite de la procédure est identique à celle du Tomey TM4 ou TMS5, voir section 3.1.1.

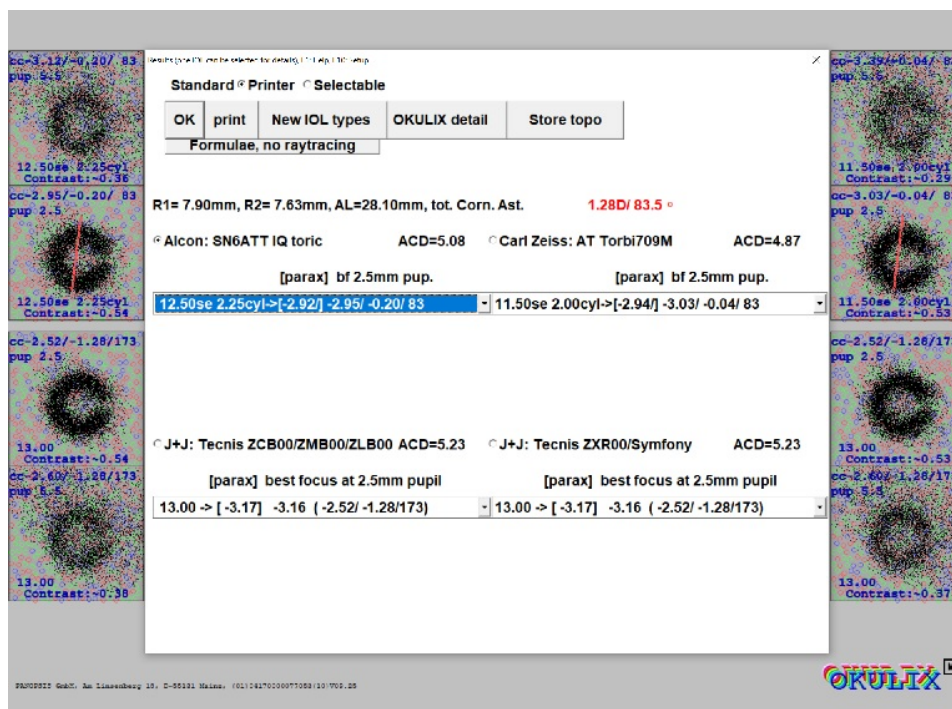


Figure 3.1: Résultat du calcul de la IOL

Après avoir appuyé sur la touche **OKULIX** dans le logiciel de l'appareil correspondant le résultat s'affiche pour un maximum de quatre modèles de IOL, à condition que ceux-ci ont été sélectionnés au préalable (voir fig. 3.3). Pour chacun des modèles de IOL, la position postopératoire supposée de la IOL est indiquée avec ACD = Les réfractions résiduelles dans la meilleure mise au point pour la largeur pupillaire supposée dans le plan pupillaire (standard : 2,5 mm) et les réfractions paraxiales peuvent être affichées pour tous les degrés de puissance en faisant défiler la sous-fenêtre correspondante. La différence entre la réfraction paraxiale et celle obtenue dans le meilleur foyer est une mesure simple de l'aberration sphérique avec la IOL correspondante. Pour les IOL à symétrie de rotation, l'équivalent sphérique est affiché de manière paraxiale et dans la meilleure mise au point, pour les lentilles toriques, la sphère est affichée, suivie dans les deux cas du cylindre et de l'axe. Deux anneaux de Landolt pour le niveau de vision 1,0 avec une distance pupillaire normale (généralement 2,5 mm) et maximale (5,5 mm) simulent l'impression visuelle. Ces simulations sont réalisées avec meilleure correction sphéro-cylindrique, indiquée en bleu en haut. Les images de simulation montrent donc exactement l'influence des erreurs d'ordre supérieur. Pour une comparaison quantitative des qualités de reproduction, le contraste de l'anneau de Landolt et également représenté en bleu. L'astigmatisme cornéen total, c'est-à-dire la combinaison de l'astigmatisme de la face avant et de la face arrière, est indiqué en rouge. Son axe est également représenté dans l'image des anneaux de Landolt dans le cas des lentilles intraoculaires toriques. Pour cette représentation avec jusqu'à 8 anneaux de Landolt, la taille de la fenêtre doit être réglée sur 1280X960 dans la configuration (touche F10). Le réglage n'est pas effectué immédiatement, mais seulement lors du prochain appel d'**OKULIX**.

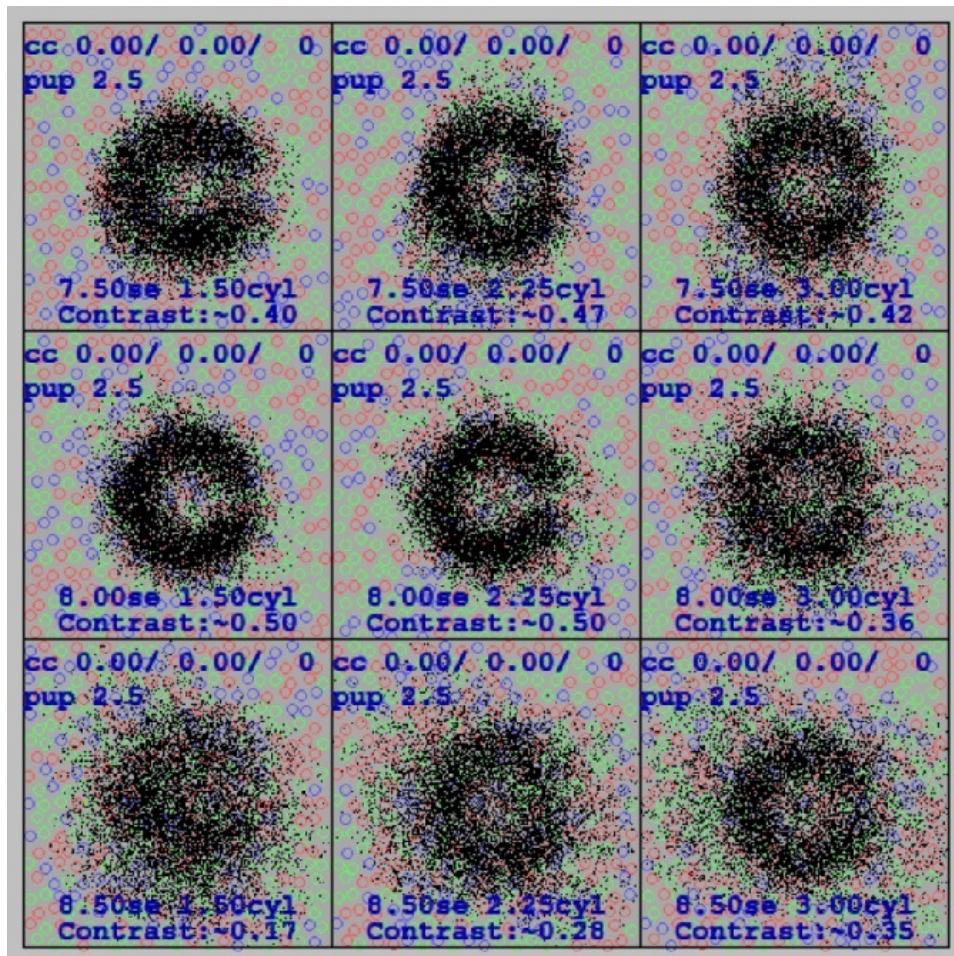


Figure 3.2: Lentilles intraoculaires toriques

Pour les IOL toriques, ce résultat est également affiché. Il se rapporte au modèle sélectionné parmi les quatre modèles de fig ???. L'image montre l'impression visuelle pour la IOL numériquement la mieux adaptée au centre, entourée des astigmatismes et des sphériques avoisinant. Contrairement à fig. ??, aucune correction sphéro-cylindrique supplémentaire n'est appliquée.

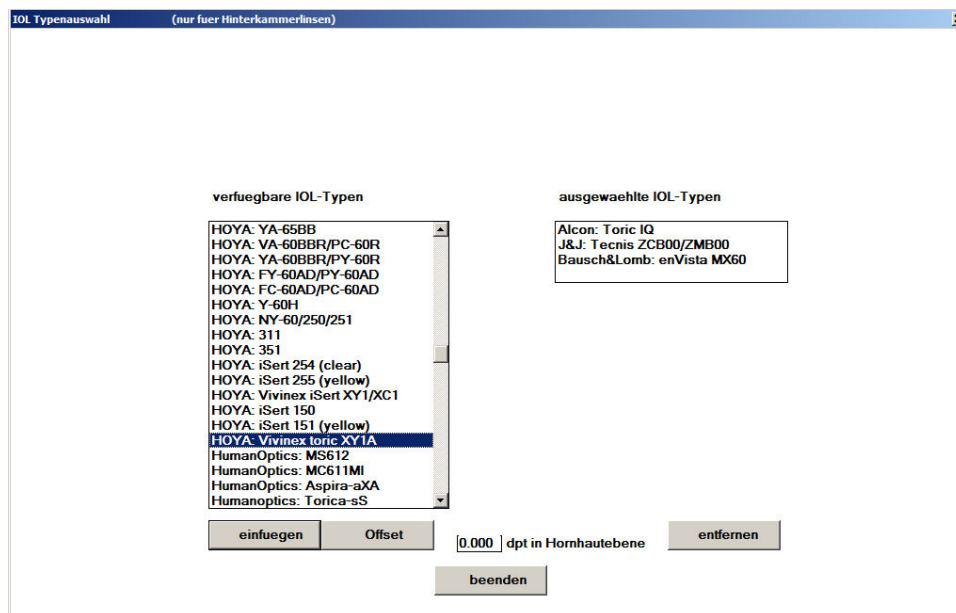


Figure 3.3: Sélection des IOL

Le champ de droite affiche les quatre IOL présélectionnées, celui de gauche la liste de sélection complète. Chacune des IOL de la liste de droite peut être supprimée en cliquant sur exclure et chacune de celles de gauche en cliquant sur inclure, à condition qu'il y ait encore de la place à droite.

Lorsque vous appuyez sur le bouton Offset, vous pouvez corriger le décalage des IOL activée à gauche de manière à ce que la correction des constantes lors du calcul de la IOL à l'aide de formules. Il est toutefois généralement déconseillé de saisir un tel décalage.

Ce menu de sélection permet uniquement de sélectionner des IOL pour implantation dans le sac capsulaire. Les autres IOL (lentilles pour chambre antérieure, lentilles supplémentaires) sont disponibles dans la sélection des IOL dans OKULIX details, 1IOL.

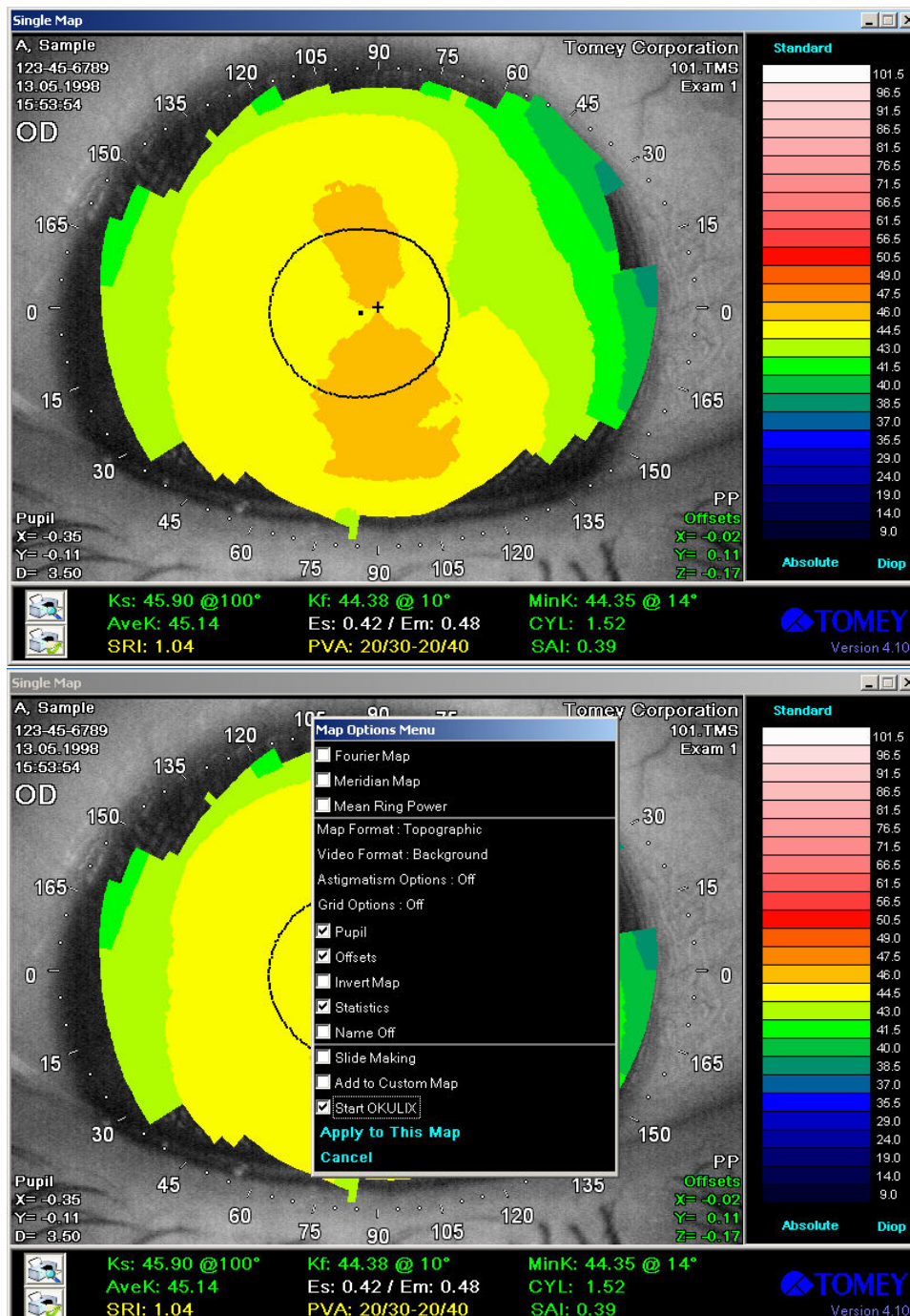


Figure 3.4: Appel d'OKULIX à partir du logiciel TMS

Après avoir créé une carte TMS unique, placez le curseur être placé dans le champ d'image et le bouton droit de la souris doit être actionné (image ci-dessus). Il faut ensuite activer le champ Démarrer OKULIX et cliquer sur Apply to This Map.

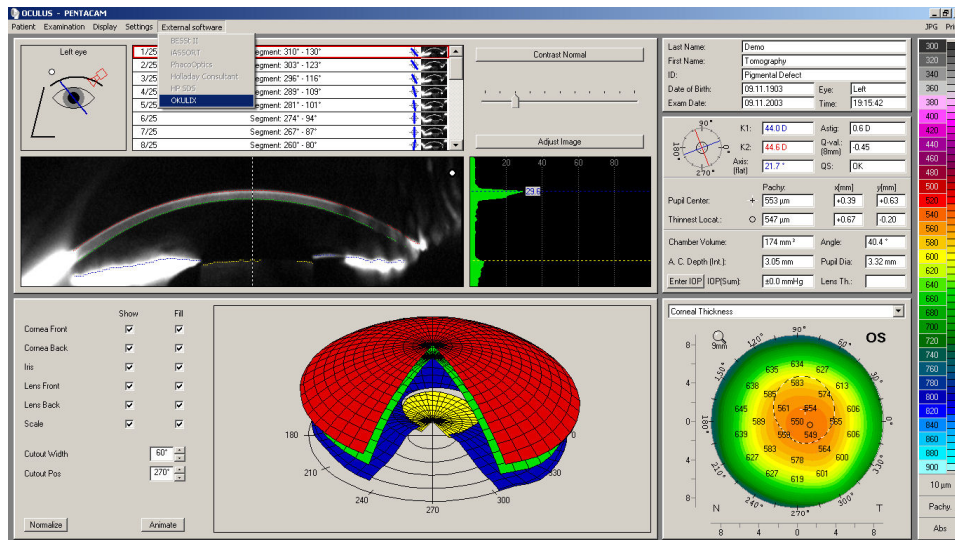


Figure 3.5: Appel d'OKULIX depuis Pentacam

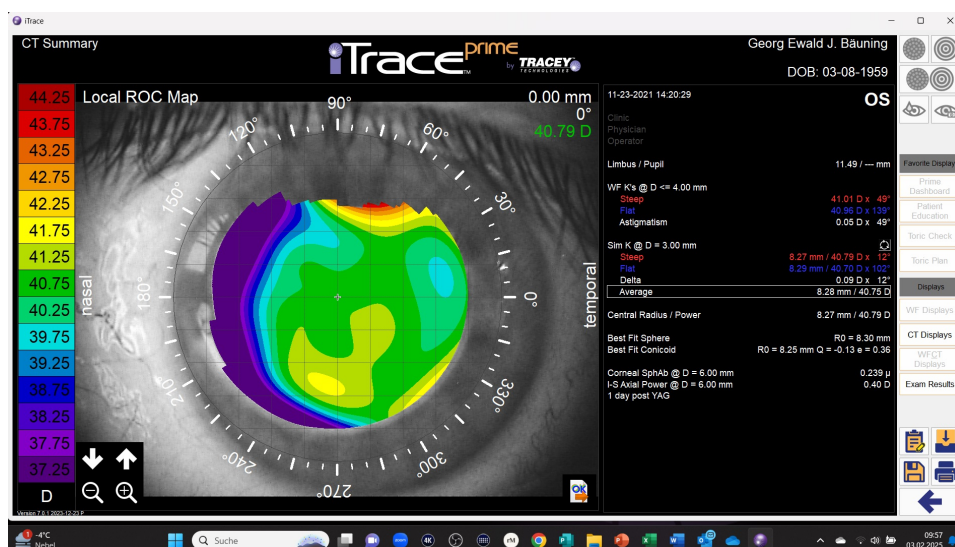


Figure 3.6: Appel d'OKULIX depuis Trace itrace

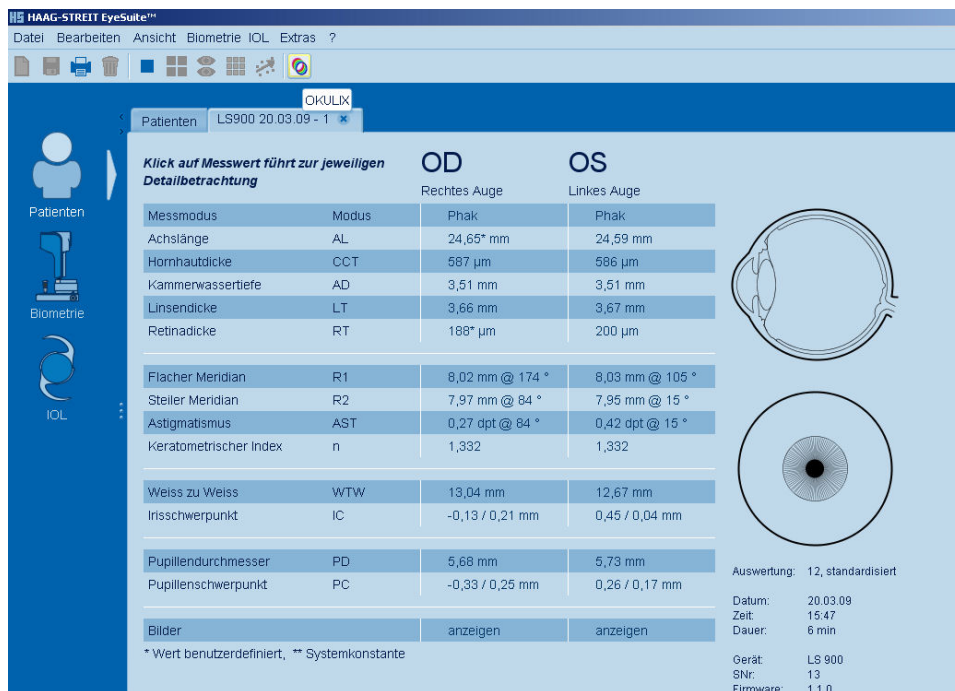


Figure 3.7: Appel d'OKULIX depuis Lenstar

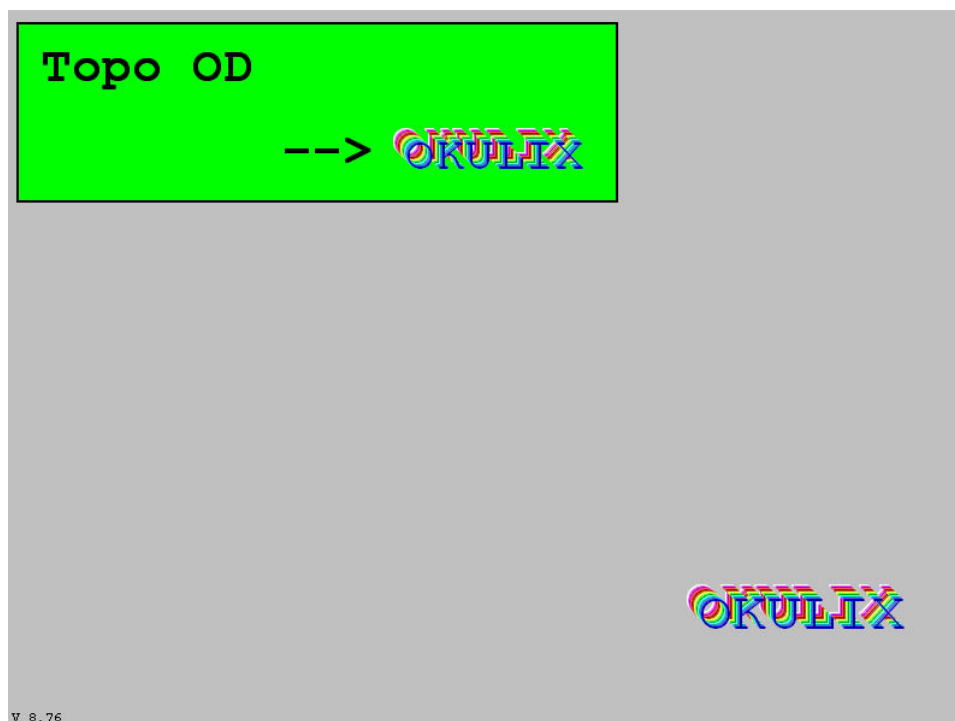


Figure 3.8: Reprise des paramètres



Figure 3.9: Uniquement la topographie, c'est-à-dire sans mesure Lenstar ?

Ocular Parameters (see also OKULIX-EN.PDF), F10: Setup

length of axis	24.957→	25.019
target refraction		0.00
[pupil width (change only for scotopic vision)]		2.50
1st corneal radius	Topo= 8.09; Kera= 8.28→	8.184
2nd corneal radius	Topo= 8.05; Kera= 8.11→	8.081

☐ Radii: ☐ Topo (post LASIK, PRK, lamm. KPL) ☐ Kera (instable tear film) ☒ (Topo+Kera)/2
☐ Input of additional parameters

ok

Figure 3.10: Sélection Kératométrie / Topographie

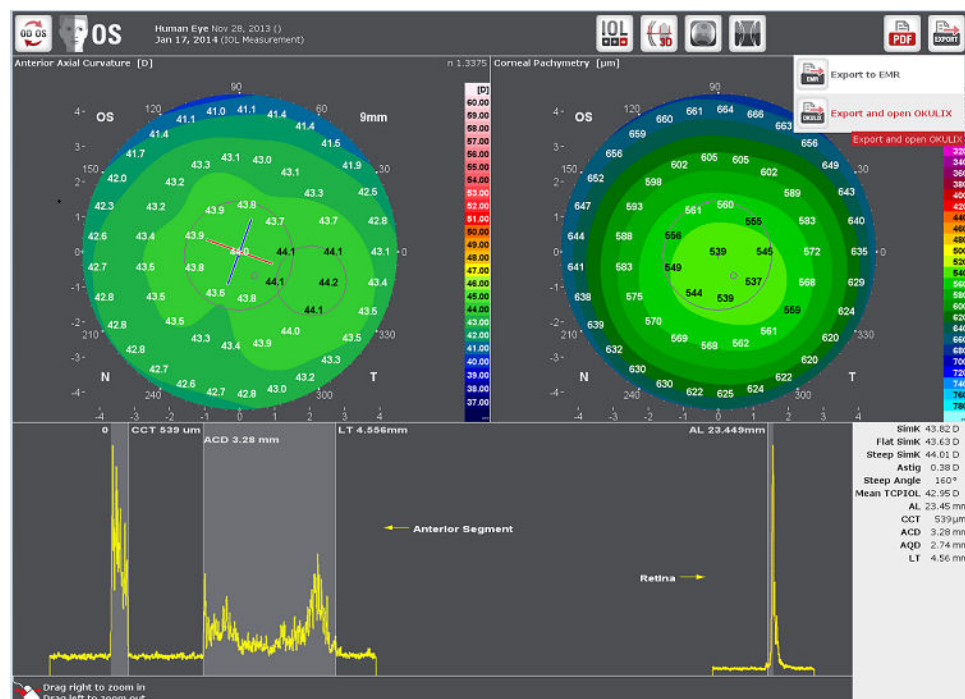


Figure 3.11: Menu de démarrage OKULIX de Galilei G6

The screenshot shows the main menu of the OKULIX software. The patient information at the top is 'Pérez-Möller, Jim' (DOB: 19.02.2019; Patient ID: 0242). The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Includes buttons for 'OU' (Cornea single, Cornea OU, Biometry OU, Calculation OU), 'Report', 'Info', 'Settings', 'Default settings', and 'Close'.
- Left Panel:** 'Select series' section with a list of patient exams (e.g., 18.02.2019 at 10:13:13).
- Center Panel:** 'Eye status' section with fields for 'Target refraction' (0.00 D) and 'IOL database' (Select a surgeon).
- Right Panel:** 'More' section with a 'Premium IOL' tab. It displays detailed simulation results for 'Anterior axial curvature (simulated)', 'Astigmatism (Steep)', 'Total corneal wavefront', 'Pachymetry', and 'Anterior segment'.

Figure 3.12: Menu de démarrage OKULIX de ANTERION

3.2 Version PC

Sur la première page affichée par **OKULIX**, vous pouvez sélectionner la résolution d'écran (640X480, 800X600, 1024X768, 1280X960 ou 1600X1200) et la langue d'utilisation en cliquant dessus, voir fig. refoku1. Il est recommandé de sélectionner la résolution la plus élevée possible, car la qualité des images de simulation est optimale. Dans la suite du programme (contrairement des autres programmes sous Windows), la taille de l'écran ne peut plus être modifiée.

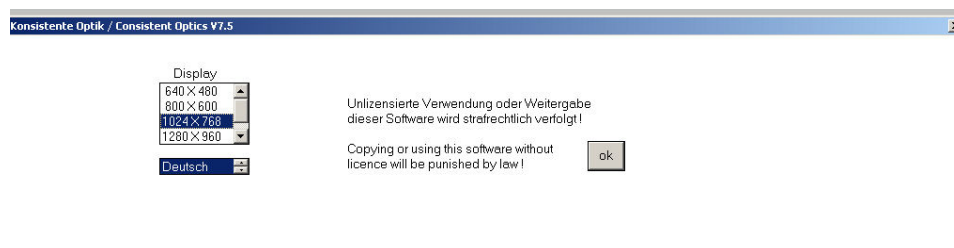


Figure 3.13: Menu de démarrage OKULIX

Dans ce menu de démarrage, vous pouvez régler la résolution de l'écran et la langue.

Parmi les différentes alternatives de la deuxième fenêtre (fig. 3.14), le calcul simultané de jusqu'à 4 IOL est sélectionné dans la plupart des cas. Si celles-ci ne sont pas encore définies, procédez comme indiqué dans fig. 3.3. Les lentilles spéciales (phakes ou additionnelles) ne peuvent pas être sélectionnées ici. Pour cela, il faut sélectionner l'option 1IOL. Les étapes

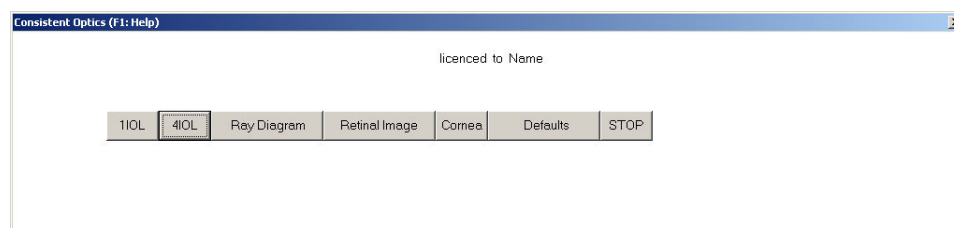


Figure 3.14: Branches OKULIX

suivantes du calcul de jusqu'à quatre IOL sont illustrées dans fig. 3.15, le résultat est présenté dans fig. 3.1 de la section précédente.

Au lieu du bouton gauche de la souris, vous pouvez également utiliser les touches fléchées ou la touche Tab pour sélectionner les boutons. Une fois le champ correspondant a été sélectionné, vous pouvez (au lieu de cliquer avec le bouton gauche de la souris), la fonction sélectionnée activée.

Si plusieurs imprimantes sont configurées, les impressions s'effectuent sont généralement effectuées sur l'imprimante par défaut de l'ordinateur, à moins que l'option "Imprimante sélectionnable" ne soit activée.

Axial Length (see OKULIXE.PDF for more information)

measure lengths

enter lengths

Ocular Parameters (see also OKULIXE.PDF)

length of axis
target refraction
[pupil width]
[1st corneal radius]
[2nd corneal radius]

23.600

0.00

2.50

7.800

7.800

ok

Select Eye

right eye

left eye

measured by

Tomey Biometer
Zeiss IOLMaster

ok

Figure 3.15: Déroulement des étapes suivantes

3.3 Mesure de la longueur de l'axe avec biomètre Tomey

Les longueurs axiales peuvent être directement reprises à partir d'un appareil Tomey connecté à une interface série. Dans ce cas, la conversion des valeurs de longueur s'effectue également automatiquement. Si un tel appareil de mesure de longueur est connecté, le programme demande lors du calcul de la IOL si les longueurs doivent être mesurées (c'est-à-dire reprises par l'appareil) ou saisies manuellement par l'utilisateur. Lors de la reprise des valeurs mesurées, il convient de respecter l'ordre suivant afin d'éviter toute confusion entre les yeux (droite/gauche), il convient de respecter l'ordre suivant:

1. Mesure de la longueur axiale d'un œil
2. Mesurer les longueurs dans **OKULIX**
3. Sélection de l'appareil biométrique, **OKULIX** attend alors les données
4. Déclencher le transfert des données sur l'appareil biométrique (voir le mode d'emploi de l'appareil biométrique)
5. Sélection de l'œil (droit ou gauche) dans **OKULIX**

Une fois le calcul de la IOL terminé et (éventuellement imprimé), la longueur axiale du deuxième œil est mesurée. La sélection de l'œil (droit/gauche) dans l'appareil biométrique n'est pas utilisé dans **OKULIX**, car cela peut entraîner des erreurs de manipulation.

3.4 Lentilles intraoculaires spéciales (phake, fixées à l'iris, lentilles intraoculaires supplémentaires)

Calculs de IOL phake ou de IOL en position déviée (par ex. implantation dans le sulcus) ou disposition (par ex. IOL fixée à l'iris implantée rétropupillaire inversée) peuvent être calculées dans la branche 1IOL, en plus de toutes les autres IOL. La sélection d'un modèle de IOL spécifique détermine la suite de la procédure, voir fig. 3.16, 3.17 et 3.2.

3.5 Lentille intraoculaire supplémentaire en cas d'huile de silicone

3.6 Exemples d'application

Les exemples présentés ici ont pour but de faciliter la compréhension de la logique et du fonctionnement d'**OKULIX**. Les premiers exemples sont présentés de manière particulièrement détaillée. Elle diminue ensuite au fur et à mesure. Tous les champs de commutation (boutons) représentés par le programme sont affichés en sans serife.

3.7 Aberration sphérique

Démarrer le programme, régler la résolution de l'écran en cliquant sur le champ correspondant (par exemple 1024X768) (nécessaire uniquement la première fois), puis sur OK et Image rétinienne. Le même anneau de Landolt apparaît dans les demi-images droite et gauche devant le motif des récepteurs rétiniens. Au lieu des anneaux de Landolt, il est également possible d'utiliser la fonction dite "point spread function". Lors de leur affichage, la taille du champ rétinien est indiquée en minutes d'arc à la place de l'acuité visuelle taille du champ rétinien en minutes d'arc. La taille de l'anneau de Landolt correspond au niveau d'acuité visuelle 1,0 ("Vis" dans partie supérieure de l'image), la largeur de la pupille (Pup) est de 2,5 mm. Bien que les paramètres initiaux décrivent un œil paraxial emmétrope exact qui à l'exception de la pseudophaquie, correspond à un œil de Gullstrand, l'image n'est pas vraiment nette. Le flou est causé par l'aberration sphérique. Elle fait que l'emmétropie paraxiale et l'emmétropie pour meilleure mise au point à une distance pupillaire de seulement 2,5 mm sont différents. Cette différence peut être compensée par une lentille additionnelle. La fonction Paramètres image (en haut à gauche) permet d'afficher une fenêtre de saisie dans laquelle vous pouvez notamment définir les lentilles additionnelles. Pour la sphère, il faut maintenant choisir la $-0,25^1$, puis cliquez sur OK. L'image de l'anneau de Landolt précédemment à gauche est déplacée vers la droite et un nouvel anneau de Landolt apparaît à gauche anneau de Landolt avec le verre additionnel (souligné en rouge) de $-0,25$ pour la sphère ("Sph"). L'image est nettement plus nette.

3.7.1 Influence de la largeur de la pupille

Pour plus de clarté, il convient de remettre le verre additionnel sphérique à 0,0. Si, dans la fenêtre créée avec Paramètres image, en réglant la largeur pupillaire sur 4,0, puis en cliquant sur OK, un anneau de Landolt apparaît avec un grand halo, tel que décrit souvent par les patients pseudophaques pour la vision dans l'obscurité. Il peut être modifié à l'aide de lentilles additionnelles négatives, mais la vision ne sera jamais vraiment bonne. L'aberration sphérique varie tellement en fonction de la distance par rapport au centre que de grandes surfaces contribuent toujours à une image floue.

Si l'on réduit la largeur de la pupille à partir de 2,5 par paliers de 0,5 jusqu'à 0,5, la vision s'améliore dans un premier temps, mais se détériore à nouveau à partir de 1,0. Ceci est dû à la diffraction au niveau de l'ouverture pupillaire, qui provoque à elle seule un flou de l'image dont la zone de diffusion est inversement proportionnelle à la largeur de la pupille. Enfin, la largeur de la pupille être ramenée à 2,5 avant le prochain exemple.

3.7.2 Détermination subjective de la réfraction

Pour les exemples précédents, on a supposé une cornée sphérique idéale avec un rayon 7,8 mm. Les données d'une cornée réelle, c'est-à-dire mesurée topographiquement se trouvent dans le fichier DEMO.DAT fourni, qui est

¹ toutes les mesures doivent être saisies sans unité de mesure (par ex. dpt ou mm), sinon la saisie sera signalée comme erronée. Dans exemples décrits ici, les unités de mesure sont donc également omises.

automatiquement copié dans le répertoire **OKULIX** lors de l'installation. Pour les charger, cliquez sur la **cornée** soit dans le menu de démarrage, soit dans **Image rétinienne**. Si vous disposez d'une version **OKULIX** avec module Cornée supplémentaire (voir exemples ci-dessous), ses dans ce cas, cliquez sur Fichiers cornéens. La fenêtre suivante affiche la sélection des fichiers topographiques qui ne contient jusqu'à présent que le fichier DEMO. Dans une version **OKULIX** sans module cornée, cette fenêtre apparaît immédiatement après **Cornée**. Avec **ok**, vous le fichier (le seul jusqu'à présent). La représentation en fausses couleurs indique le rayon de courbure en fonction de l'emplacement. Sont indiqués le rayon central moyen (7,972 mm), les rayons centraux dans le méridien le plus plat et le plus raide et les angles correspondants (8,06 mm/12 degrés et 7,88 mm/102 degrés) et l'excentricité numérique $e=0,450$. L'extraction de ces paramètres à partir des données est décrite dans la [13].

Avec un autre **ok**, on sélectionne le fichier pour les autres calculs. Une fois le module cornée installé, cliquez sur **STOP** pour quitter le module cornée.

Dans l'**image rétinienne**, "**Cornée active**" s'affiche en bleu en haut à droite indique qu'une topographie est chargée et que la cornée n'est pas seulement représentée par ses paramètres globaux.

L'anneau de Landolt est maintenant assez flou. Conformément aux règles de la détermination subjective de la réfraction pour un œil non accommodé, on trouve le meilleur verre sphérique avec +0,5 en faisant varier la sphère. On peut maintenant, tout en conservant l'équivalent sphérique de +0,5 cylindre, sens d'un cylindre croisé et ajuster l'axe et la puissance du cylindre. L'axe du cylindre négatif doit bien sûr coïncider avec celui du méridien le plus plat (12 degrés, voir ci-dessus). La meilleure impression visuelle est obtenue finalement pour (+1,25/-1,0/12 degrés). Ce verre peut également être déterminé simplement en activant **Meilleur verre correcteur**.

3.7.3 Aberration chromatique

Tous les calculs **OKULIX** sont normalement effectués en monochromatique à 540 nm. L'influence de l'aberration chromatique sur l'impression visuelle subjective peut être illustrée en sélectionnant un spectre blanc (**soleil** ou **ampoule**). Comme l'effet est relativement faible, le symbole optique doit être aussi net que possible, comme décrit dans le chapitre précédent. De plus, pour une meilleure objectivité, il est possible de calculer le **contraste** du tableau optique. étant donné que la perception visuelle réelle dépend également de la sensibilité spectrale de la rétine, il est également possible de choisir entre les alternatives **photopique** et **scotopique**. Il est également possible de la sensibilité des **caméras CCD** disponibles dans le commerce, qui sont nettement plus sensibles dans le spectre rouge. En choisissant des lentilles supplémentaires dans la plage de 0,1 dioptrie, il est possible d'objectiver la aberration chromatique.

3.8 Module cornéen

Ce module est pertinent pour la chirurgie réfractive de la cornée. Pour l'adaptation des lentilles intraoculaires (même après une chirurgie réfractive de la cornée), il n'est pas absolument nécessaire. Le module cornée est lancé

soit à partir du menu principal ou à partir de l'image rétinienne en cliquant sur Cornée.

3.8.0.1 Erreurs optiques bidimensionnelles

Sélectionner la topographie Fichiers cornéens DEMO (ok) et la charger (OK), puis Erreurs optiques 2 dim.. La réfraction est calculée en deux composantes: méridionale, c'est-à-dire dans la direction des méridiens, et azimutale, c'est-à-dire perpendiculaire à ceux-ci. La somme vectorielle des deux composantes donne l'erreur de réfraction totale, qui est utilisée par exemple pour le flou des anneaux de Landolt. La composante azimutale décrit essentiellement la déviation par rapport à la symétrie de rotation. Contrairement à la composante méridionale, elle ne change pas lorsque l'erreur sphérique change. En outre, Diff. front d'onde désigne la différence entre les longueur optique par rapport à la valeur centrale (appelée "différence de front d'onde").

Les trois erreurs (méridionale, azimutale ou différence de front d'onde) peuvent être représentées de manière exacte, c'est-à-dire calculées par ray tracing, ou ce calcul peut être approximé par une série de Zernike. Si l'approximation de Zernike est souhaitée, cette option doit d'abord être. Ensuite, il faut entrer l'ordre radial maximal [3-12]. Si rien ou 0, la carte d'erreur exacte est affichée. Si une série de Zernike a été calculée, ses coefficients peuvent être enregistrées dans un fichier au format ASCII, dont le nom doit également être spécifié. Si aucun nom de fichier n'est spécifié, cette sortie n'a pas lieu. De plus, les coefficients de Zernike sont affichés dans une fenêtre et peuvent y être modifiés.

Donc d'abord méridional. Lors de la ramification suivante pour l'représentation en fausses couleurs, il est recommandé de sélectionner d'abord automatique. Cela signifie que l'affichage en fausses couleurs sera adapté par OKULIX de manière à ce qu'une zone utilisable soit représentée en moyenne, mais qui ne devrait correspondre qu'exceptionnellement à ce que l'utilisateur souhaite voir. Répétez donc l'opération, en sélectionnant cette fois Personnalisé pour la représentation des fausses couleurs. Seuil supérieur, vous pouvez par exemple entrer +1,5 et -3,0 comme seuil inférieur.

Sous l'image la valeur RMS (moyenne quadratique, erreur quadratique moyenne) de la composante de réfraction méridionale à l'intérieur d'un cercle de rayon 3,0 mm.

Les cartes en fausses couleurs ainsi que les valeurs RMS dépendent bien sûr essentiellement de la IOL . Le cercle pour lequel les valeurs RMS sont calculées a le même rayon que la surface optiquement active de la IOL . Il s'agit également du "cercle unité" pour le calcul de la série de Zernike.

Si l'on sélectionne azimutal, on obtient la représentation en fausses couleurs de la composante de réfraction azimutale. Comme leur plage de variation est nettement plus petite que celle des composantes méridionales, toute la plage de valeurs est toujours automatiquement couverte par la palette de couleurs.

Pour Diff. front d'onde, l'erreur dans la longueur du trajet optique, y compris son erreur RMS.

Si l'on entre 4 pour l'ordre radial maximal de l'approximation de Zernike après Différence de front d'onde, l'erreur RMS varie légèrement. approximation de Zernike, l'erreur RMS change légèrement. De plus, l'image n'a plus

qu'un diamètre maximal de 6 mm (diamètre de l'optique de la IOL).

3.8.0.2 Modèle cornéen

Pour de nombreuses applications, en particulier pour la chirurgie réfractive de la cornée, il est préférable d'utiliser, à la place des données topographiques d'origine, une approximation définie uniquement par quelques paramètres, que nous appelons modèle cornéen. Un tel modèle peut donc être généré à partir d'une topographie des paramètres mentionnés. Ces paramètres peuvent également être simplement saisis. Sélectionner la topographie avec les fichiers cornéens DEMO (ok) et charger (ok), puis Modèle de cornée. Parmi les deux alternatives $R1, R2, \alpha, e$ et Approximation de Zernike, la première doit être utilisée pour tous les calculs. Le nombre de paramètres indépendants est nettement plus petit (quatre), les trois premiers correspondant à la représentation habituelle en ophtalmologie, et au moins le paramètre central, plus pertinent pour la zone de 4 mm plus importante pour la vision, est décrite de manière plus précise que par l'approximation polynomiale de Zernike ([13]).

En activant la marque supplémentaire **Reconstruire la zone complète** en cliquant dessus, les défauts de la topographie sont ajoutés au modèle.

Après avoir cliqué sur $R1, R2, \alpha, e$, vous obtenez un menu dans lequel les rayons de la cornée, les angles et l'excentricité numérique sont préremplis avec les mêmes valeurs que celles utilisées pour afficher la topographie. Si vous saisissez ici d'autres valeurs, créer n'importe quelle autre cornée sur l'ordinateur. En cliquant sur OK les valeurs sont acceptées.

Après l'approximation du modèle, les valeurs indiquées à côté de l'image topographique pour les rayons et l'excentricité numérique sont légèrement différentes des valeurs initiales. Les nouvelles valeurs sont à nouveau approximées à partir des données bidimensionnelles. Les différences montrent ainsi la précision de l'approximation.

L'écart entre l'approximation du modèle et les données d'origine peut être quantifiée avec précision. Pour le démontrer, il faut d'abord à nouveau le topographe cornéen DEMO dans le programme: Fichiers cornée, sélectionner la topographie DEMO, ok et charger (ok), puis Diff. par rapport au modèle. Sélectionnez à nouveau $R1, R2, \alpha, e$. Le résultat du calcul affiche en fausses couleurs la différence entre les données d'origine et le modèle s'affiche en fausses couleurs. La différence peut également être affichée être exprimée en unités de hauteur [mm] ou en unités de réfraction [dpt].

3.8.1 Lasik / PRK

Sélectionner la topographie Fichiers cornéens DEMO (ok) et charger (ok), puis Lasik/PRK. La réfraction paraxiale (ancienne) s'affiche. Nous commençons par une correction de myopie et saisissons donc -3,0 pour l'ancienne réfraction. Tous les autres paramètres restent inchangés pour plus de simplicité, donc ok. Ensuite, le programme demande si l'aberration sphérique doit être minimisée. Il s'agit de la procédure standard. Elle permet d'adapter l'asphéricité de la cornée est ajustée aux données de la IOL de manière à ce que l'aberration sphérique soit presque nulle. Donc, pour l'instant, cliquez sur ok. Ensuite, le profil d'ablation légèrement ovale est affiché en fausses couleurs. Dans le coin supérieur gauche une fenêtre apparaît pour saisir le

nom du fichier de la prise de vue. Si un nom est saisi ici, un menu de sélection pour le laser. Pour notre exemple, il ne faut rien saisir pour l'instant, donc cliquez sur **OK**. Ensuite, le programme vous demande si le profil créé doit être enregistré sur l'ordinateur. Nous sélectionnons **Transférer**. Le transfert peut être effectuée de manière mathématique exacte ou avec des erreurs afin de simuler leur influence. Nous sélectionnons **sans erreurs**. L'image topographique est remplacée par l'image correspondante après suppression. L'épaisseur de la cornée est également remplacée dans l'ordinateur par le profil bidimensionnel modifié (mais pas explicitement affichée). La qualité du résultat peut être vérifiée de différentes manières. Nous choisissons d'abord **Erreurs optiques 2 dim.**, puis **Réf. méridionale** et **Défaut optique** pour l'représentation en fausses couleurs. Nous sélectionnons ensuite 0,2 comme seuil supérieur et -0,2 comme seuil inférieur. L'représentation en fausses couleurs montre que la plus grande partie de la zone optique est très proche de 0,0. En quittant le module cornée avec **STOP** et en sélectionnant l'image rétinienne, on peut créer un anneau de Landolt qui est encore reconnaissable même avec une largeur pupillaire de 4,0 et une acuité visuelle de 2,0 (œil de lynx). Pour ce faire, cliquez sur **Paramètres image** et saisissez les valeurs indiquées. La correction sphérique doit également être réglée sur la valeur de la réfraction cible.

De la même manière, il est possible de simuler une correction de l'hypermétropie en saisissant par exemple +3,0 comme ancienne réfraction pour des données de départ par ailleurs identiques.

Malgré des résultats apparemment idéaux, le profil d'ablation pour une Lasik/PRK ne doit pas être calculé de la manière décrite. L'ablation au laser ne peut jamais être aussi précise que le calcul présenté ici calcul. Par conséquent, les erreurs à haute fréquence en particulier ne sont pas corrigées à l'endroit où elles se trouvent dans la topographie, mais à un emplacement légèrement différent. Dans l'état actuel de la précision du processus laser, à une augmentation des erreurs de haute fréquence. Ce problème peut être en grande partie résolu en remplaçant la topographie par son modèle (voir section précédente). Comme il n'y a pas de fréquences élevées, celles-ci sont lissées par calcul de la moyenne.

Lens: Manufacturer and Type of Lens

AMO: 911A

AMO: Tecnis Z9000/ZM001/Z900

AMO: Tecnis CL Z9002

AMO: Tecnis ZA9003/ZMA00

AMO: Tecnis ZCB00/ZMB00

AMO: Tecnis ZCT

AMO: HSM60

AMO: AC60/ACS1L

Aurolab: HP757SQ

ok

back

Ocular Parameters 1

flattest corneal radius

7.716

back

steepest corneal radius

7.050

ok

angle steepest corneal meridian

84.0

length of axis

24.120-->

24.215

target refraction

0.00

[postop. pupil width]

2.50

input of additional parameters

☐ IOL in post. Rhexis

Ocular Parameters 2 (optional, mostly do not change)

[flattest posterior corneal radius]

6.40

back

[steepest posterior corneal radius]

5.76

ok

[angle steepest posterior radius]

88.00

measured

[praeop. ACD]

2.13

[cryst. lens thickness]

4.12

Results

target refr. 0.00D, r1= 8.00mm, r2= 7.57mm, ACD=4.27mm, a=23.72mm, AMO: Tecnis ZCT

ISO label (paraxial) best focus 2.5mm pupil

20.50SE 3.00CYL-> (0.82/-0.25/ 9)

0.81/-0.25/ 9

21.00SE 3.00CYL-> (0.46/-0.24/ 9)

0.45/-0.24/ 9

21.50SE 3.00CYL-> (0.11/-0.24/ 9)

0.10/-0.24/ 9

Standard Printer Selectable

ok

print

export

back

Figure 3.16: Lentille intraoculaire torique

Le choix du modèle de IOL (1ère fenêtre) détermine déjà qu’une lentille de chambre postérieure torique sera calculée.

Les données de mesure de l’œil nécessaires pour une lentille de chambre postérieure peuvent être reprises à partir d’appareils de mesure, saisies dans la 2ème fenêtre ou modifiées.

Normalement, il faut laissez les valeurs spécifiées pour le arceau corné postérieur et la profondeur de la chambre antérieure la plus probable après l’opération. Dans des cas exceptionnels, elles peuvent être modifiées dans la 3e fenêtre.

La 4e fenêtre affiche les résultats, avec la réfraction résiduelle pour la sphère paraxiale et pour la meilleure mise au point avec une largeur de pupille prédéfinie. Les puissances de réfraction des lentilles intraoculaires sont indiquées dans le nouveau format ISO avec l’équivalent sphérique (SE) et la valeur du cylindre. Lors de l’implantation de la IOL , le marquage IOL du méridien de la IOL correspondant à la plus faible puissance de réfraction (**rouge**) sur le méridien cornéen. Celui-ci peut s’écarter légèrement de l’angle du rayon antérieur le plus raide si les rayons antérieur et postérieur les plus raides et les plus plats se trouvent à différents angles. L’astigmatisme cornéen total et l’angle d’implantation optimal sont également imprimés en **rouge**.

The screenshot shows a software interface for IOL calculation with four main windows:

- Lens: Manufacturer and Type of Lens:** A dropdown menu showing 'AMO: SI40NB', 'AMO: VERISYSE 50', 'AMO: VERISYSE 50T', and 'AMO: VERISYSE 50 aph.' with 'ok' and 'back' buttons.
- Ocular Parameters 1:** Contains input fields for 'pre-op. refraction [glass distance]', '1st corneal radius', '2nd corneal radius', 'angle steepest meridian', 'length of axis', 'preop. ACD [lens thickness optional]', and 'target refraction'. It also has radio buttons for 'aphakic' and 'IOL reverse', and 'ok'/'back' buttons.
- Ocular Parameters 2 (optional, mostly do not change):** Contains input fields for '[mean post. corneal radius]' and '[ant. chamb. depth (instead of 3.600)]', with 'ok'/'back' buttons and a radio button for 'calculate scaling of retinal image size'.
- Results:** Displays 'target refr.' and 'parax. [best focus] with 2.5mm pup.' with a table of values and 'ok', 'print', and 'back' buttons.

parax.	[best focus]
19.50 → 0.95	[0.65]
20.00 → 0.58	[0.28]
20.50 → 0.24	[-0.07]

Figure 3.17: **Lentille intraoculaire rétropupillaire fixée à l'iris**

Le modèle de IOL sélectionné dans la 1ère fenêtre peut être fixé soit dans la chambre antérieure ou dans la chambre postérieure, fixée à l'iris. En théorie, cette lentille peut également être utilisée comme IOL phake.

La deuxième fenêtre laisse toutes les possibilités ouvertes dans un premier temps. En sélectionnant les options aphak et IOL inversée, la fixation rétropupillaire est alors définie. Les valeurs d'entrée normalement requises pour les IOL phakes ne sont pas utilisées, seuls le rayon cornéen, longueur axiale et la largeur pupillaire.

La profondeur de chambre antérieure postopératoire la plus probable proposée dans la 3e fenêtre est nettement inférieure à celle de la profondeur de la chambre antérieure pour une IOL implantée dans le sac capsulaire. S'il est possible de mesurer la position de l'iris, la valeur proposée doit être modifiée en conséquence.

La 4e fenêtre affiche les résultats avec la réfraction résiduelle paraxiale et pour la meilleure mise au point avec une largeur de pupille donnée.

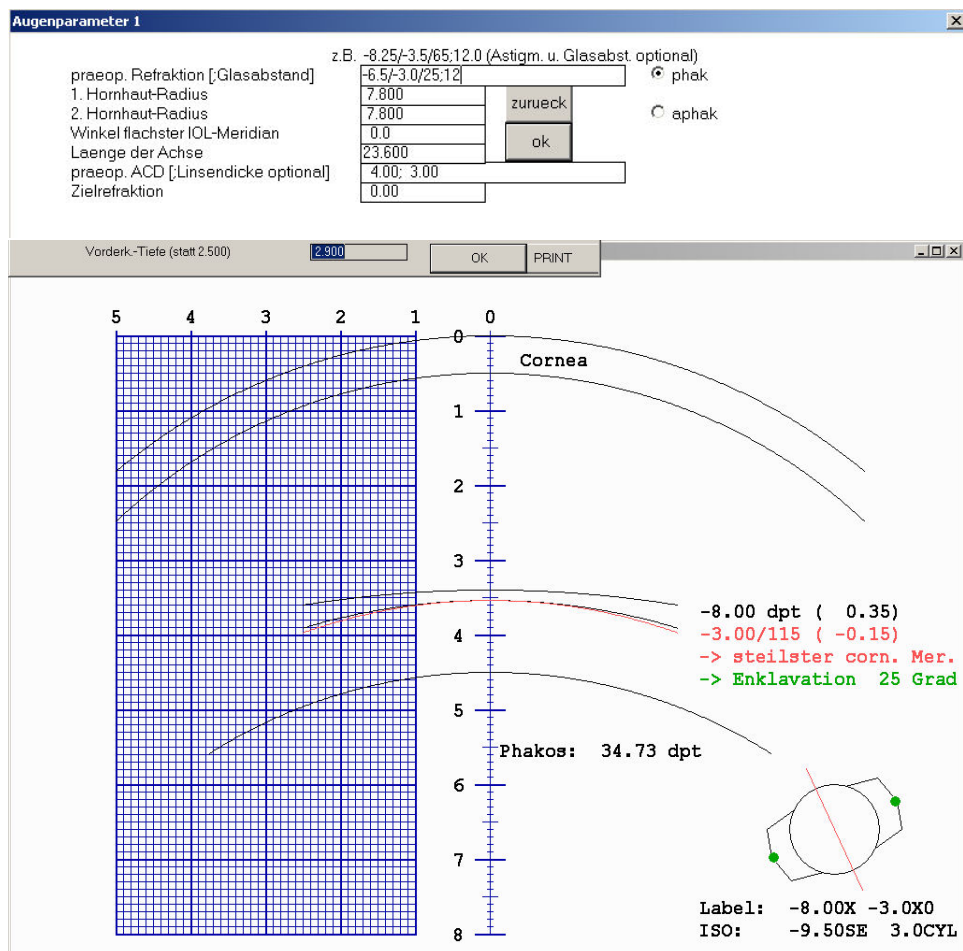


Figure 3.18: Lentille intraoculaire phake, torique

En haut : fenêtre de saisie, en bas : image des résultats modifiable de manière interactive. Les rayons cornéens et la réfraction manifeste ne doivent pas nécessairement conduire à la même IOL. L'utilisateur doit donc décider laquelle de ces deux informations il souhaite utiliser comme base de calcul. Dans l'exemple présenté ici, la IOL phake est calculée sur la base de la réfraction -6,5/-3,0/25° et d'une distance vertex cornéen de 12 mm. Les rayons cornéens n'ont alors qu'une très faible influence sur la puissance de réfraction de la IOL. Selon en fonction de la position variable interactive (ici : ACD=2,9 mm), la puissance de la IOL la mieux adaptée. En bas à droite le modèle de IOL et son orientation d'implantation. Les fenêtres affichées ici apparaissent automatiquement lorsque vous sélectionnez la IOL correspondante.

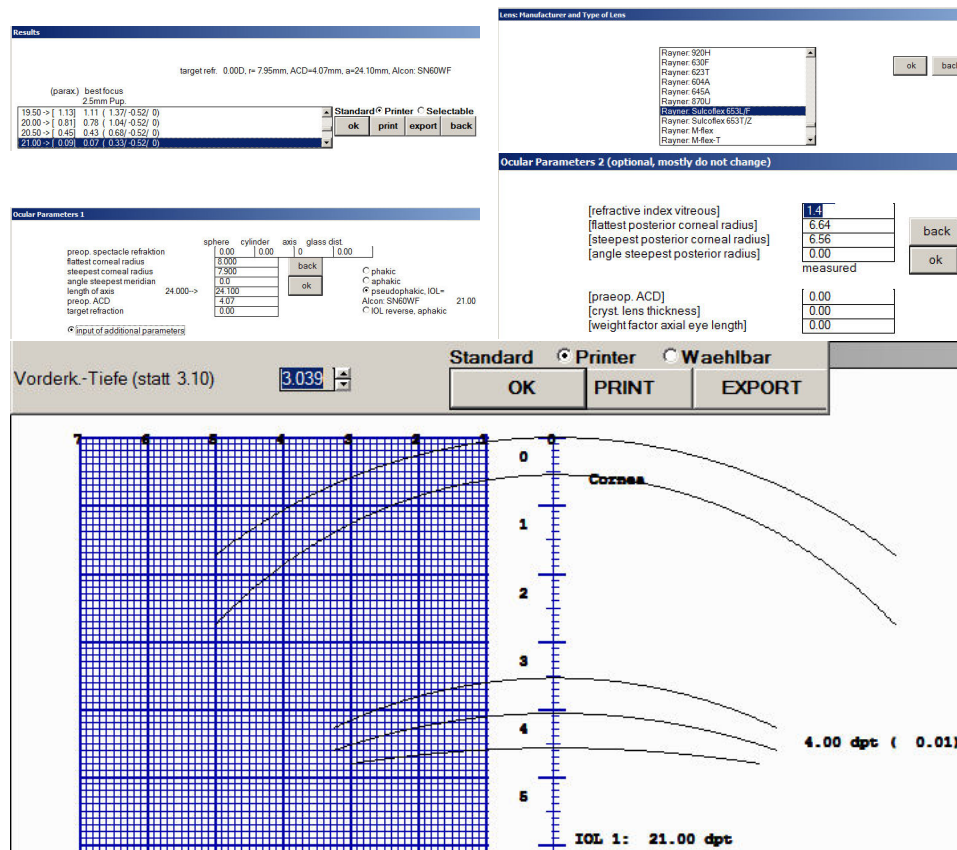


Figure 3.19: Lentille intraoculaire supplémentaire en cas de tamponnement endo-oculaire à l'huile de silicone

Il faut d'abord calculer la IOL qui sera implantée dans le sac capsulaire et qui doit rester dans l'œil après le retrait de l'huile (Alcon : SN60WF 21,0 dpt). Cela doit être fait dans la branche 1IOL, et non dans la branche 4IOL. Ensuite, dans la branche 1IOL, on sélectionne la IOL supplémentaire qui doit être implantée dans le sulcus pour compenser le défaut de réfraction causé par l'huile (Rayner : Sulcoflex 653L/F).

Dans la fenêtre qui apparaît alors, vous pouvez voir la sous l'option déjà activée pseudophaque, IOL=. Il faut maintenant activer l'option Saisir les paramètres supplémentaires. Ignorez toutes les autres options de saisie.

Dans la fenêtre suivante, l'indice de réfraction du corps vitré doit être réglé sur la valeur de l'huile de silicone utilisée (1,4).

La fenêtre avec la IOL sulcus à implanter (4,0 dpt) devant la IOL 1 de 21,0 dpt située dans le sac capsulaire. La réfraction pour la DCA supposée de 3,039 mm est de 0,01 dpt.

Chapitre 4

Mentions légales

4.1 Conditions de licence

En achetant le pack logiciel **OKULIX**, l'utilisateur final acquiert le droit d'installer et d'utiliser **OKULIX** sur un ou plusieurs ordinateurs qui sont sa propriété. En outre, l'utilisateur final n'acquiert aucun droit sur **OKULIX**. La vente ou toute autre forme de transfert d'**OKULIX** à des tiers, en tout ou en partie, n'est autorisée sous aucune forme, sauf si des dispositions légales (par exemple droit successoral) ou si une autorisation spéciale du fabricant. L'installation ne peut être effectuée qu'à partir du support de données **OKULIX** livré. La copie de ce support ainsi que la copie du programme installé n'est pas autorisée. L'installation d'**OKULIX** sur des ordinateurs qui sont certes la propriété de l'utilisateur, mais dont il n'a pas la possession (par exemple des ordinateurs prêtés ou loués), ou dont il n'en a pas la possession (par exemple, des ordinateurs prêtés ou loués), ou qui sont en sa possession mais mais n'appartiennent pas à l'acheteur, est interdite.

4.2 Garantie

Le plus grand soin a été apporté à la création d'**OKULIX**, y compris les enregistrements de données IOL associés a été élaboré avec le plus grand soin. Toutefois, des erreurs ne peuvent jamais être exclues avec une certitude absolue. Il s'agit notamment d'erreurs des erreurs sur les supports de données livrés. De telles erreurs peuvent survenir à tout moment ultérieur, même si le support de données était exempt d'erreurs au moment de la livraison. En outre, les données fournies par les fabricants de lentilles peuvent contenir des erreurs. Avant l'intégration de nouvelles données dans le le pack **OKULIX**, toutes les données relatives aux IOL pour tous les degrés de réfraction sont automatiquement contrôlées afin de vérifier leur plausibilité et leur cohérence.

Si des erreurs surviennent lors de l'utilisation d'**OKULIX**, le en informer immédiatement le fabricant. L'utilisateur recevra recevra alors dans les plus brefs délais un nouveau support contenant le logiciel corrigé. S'il s'agit d'une erreur dans le programme **OKULIX** ou dans le fichier de données IOL correspondant, l'acheteur recevra gratuitement le nouveau support de données. Si le support de données **OKULIX** contenant le support de données **OKULIX** est initialement livré avec une version correcte du programme, mais, le sup-

port de données défectueux doit être renvoyé au fabricant. Dans les deux ans suivant l'achat, l'acheteur reçoit gratuitement un nouveau support de données. Passé ce délai, le prix de base de la mise à jour sera facturé.

4.3 Exclusion de responsabilité

Le fabricant décline toute responsabilité pour les dommages consécutifs résultant l'utilisation d'OKULIX, en particulier pour les dommages résultant d'un calcul incorrect de la IOL ou d'une chirurgie réfractive de la cornée. L'utilisateur doit s'assurer lui-même, au moins par des contrôles de plausibilité s'assurer que les valeurs proposées ne sont pas manifestement erronées.

4.4 Transfert de droits

Les acquéreurs d'OKULIX qui n'acceptent pas les conditions susmentionnées doivent renvoyer le support de données OKULIX avant d'ouvrir le sceau dans un délai d'un mois à compter de la livraison. Dans ce cas, le prix d'achat sera remboursé. L'ouverture du sceau du support OKULIX ou en conservant le support OKULIX au-delà un mois après la livraison, l'acheteur accepte les conditions susmentionnées conditions.

Chapitre 5

Résultats sur les patients

Ce chapitre présente quelques résultats typiques obtenus ont été calculés avec **OKULIX** sur différents groupes de patients. Ils sont destinés à montrer le degré de précision auquel on peut s'attendre lors de l'utilisation d'**OKULIX**.

Les fig. 5.1 et 5.2 montrent les résultats obtenus dans deux cliniques différentes pour des yeux non opérés auparavant. Les résultats moyens des deux groupes sont très proches de zéro et ne diffèrent pas de manière significative l'un de l'autre. Fig. 5.3 illustre l'importance de la marge d'erreur admissible défaut de fabrication admissible pour les lentilles intraoculaires. à cela s'ajoutent les erreurs dans les valeurs mesurées des longueurs axiales et des rayons cornéens ainsi que des erreurs d'estimation de la position postopératoire la plus probable de la IOL .

Dans la [22], une erreur de prédiction de $0,31 \pm 0,84$ dpt a été constatée sur 10 yeux après une chirurgie réfractive de la cornée une erreur de prédiction avec **OKULIX** de $0,31 \pm 0,84$ dpt a été constatée sur 10 yeux après une chirurgie réfractive de la cornée. Seule l'erreur de la face antérieure de la cornée a été prise en compte, car aucune mesure de la face postérieure n'était disponible. Les résultats basés sur la tomographie complète sont présentés dans fig. 5.4.

Les fig. ?? et ?? montrent la réduction de l'astigmatisme dans 50 yeux grâce à l'implantation de lentilles intraoculaires toriques (données P.C. Hoffmann, Castrop-Rauxel).

Fig. 5.7 montre la différence entre l'erreur de prédiction la plus élevée en fonction de l'acuité visuelle et de l'asphéricité de la IOL [6].

En résumé, les résultats obtenus avec **OKULIX** en tant que *méthode basée sur la physique* sont particulièrement précises dans les cas qui s'écartent fortement de la moyenne que ceux obtenus avec des méthodes basées sur des *statistiques*. Cela est particulièrement visible chez les patients ayant subi une opération Lasik ou SMILE, chez lesquels **OKULIX** offre la plus grande précision parmi les différentes méthodes comparées [24, 9, 2]. Une comparaison entre toutes les méthodes de calcul de IOL pertinentes actuellement sur 1442 yeux o801 a toutefois également révélé la plus grande précision pour **OKULIX** dans ces yeux normaux.

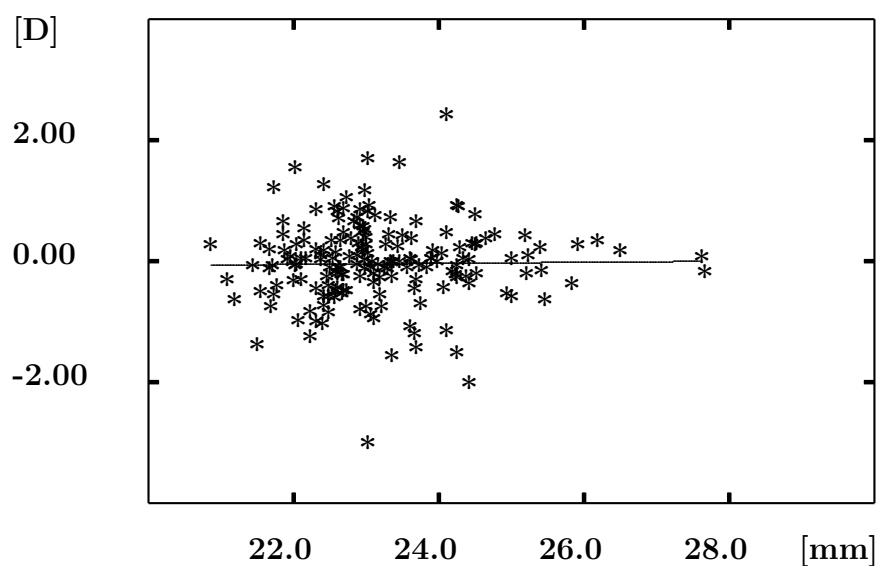


Figure 5.1: **Erreur de prédiction de la réfraction**

L'erreur de prédiction de la réfraction [dpt] est la différence entre réfraction calculée avec OKULIX et la réfraction mesurée. Elle est représentée en fonction de la longueur axiale [mm] mesurée avec l'IOLMaster (Zeiss). Pour un collectif de 153 yeux, la valeur moyenne de cette erreur de prédiction est de $-0,05 \pm 0,67$ dpt. La pente de la droite de régression (0.009dpt/mm) n'est pas significativement différente de zéro. Au total, 7 types de IOL ont été implantés. (Données : O. Findl, Clinique ophtalmologique universitaire de Vienne)

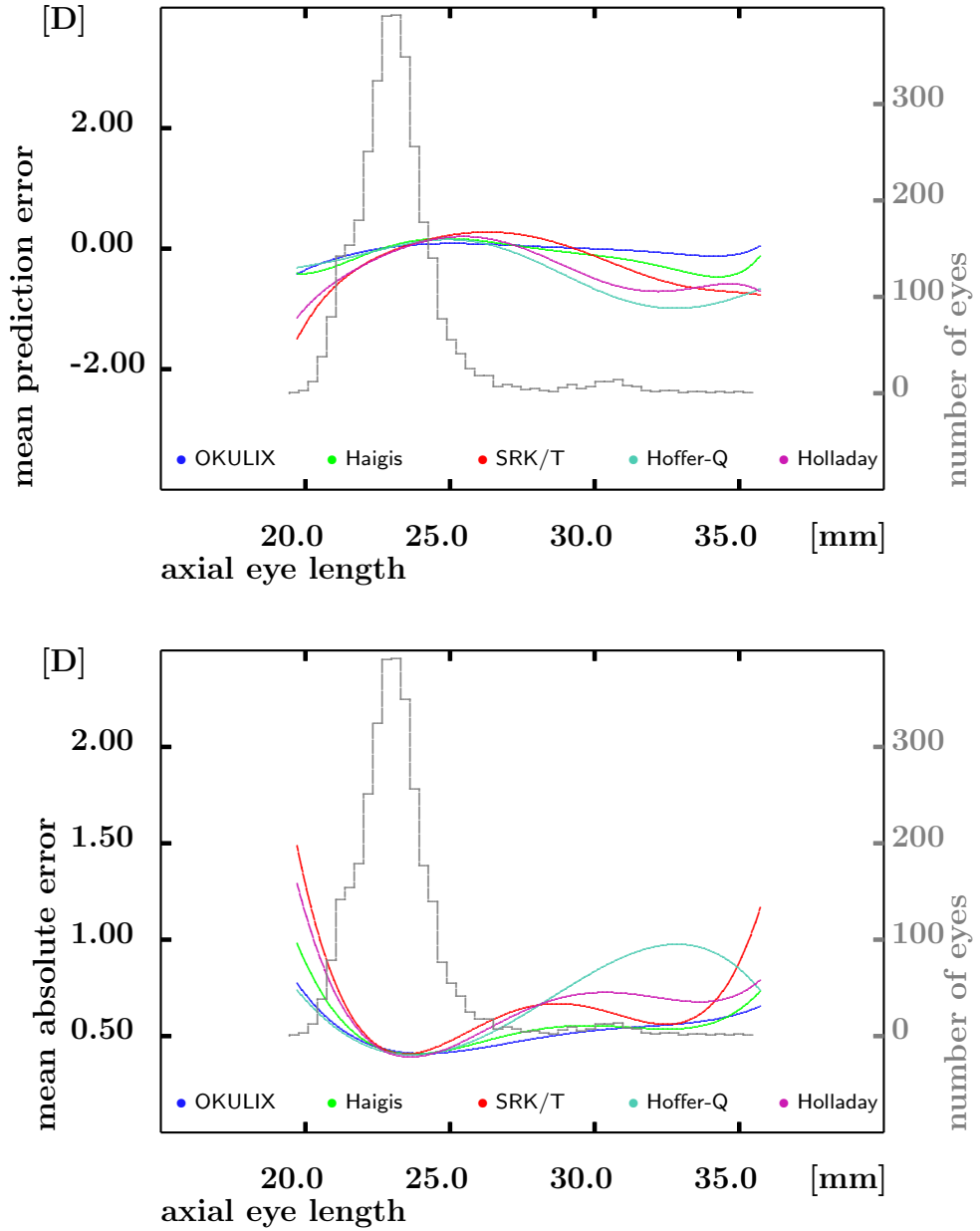


Figure 5.2: Erreur de prédiction par rapport aux formules

Les résultats calculés avec OKULIX sur 3246 yeux avec un total de 9 modèles de IOL sont comparés aux résultats des formules couramment utilisées après ajustement des constantes de formule. Les données sont approximées par des polynômes du 8e degré. En haut : erreur de prédiction moyenne, en bas : erreur absolue moyenne. (Données : P.C. Hoffmann, Castrop-Rauxel)

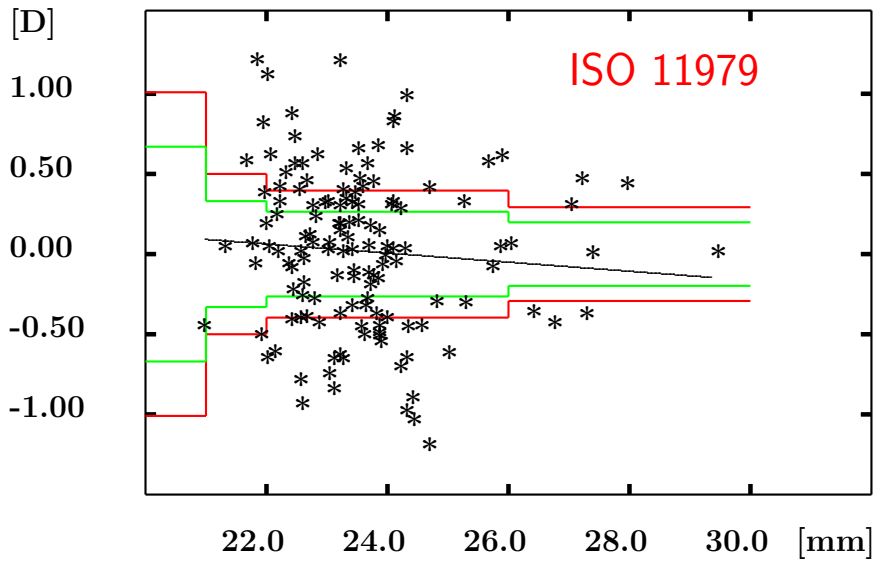


Figure 5.3: Erreurs de prévision et tolérances de fabrication

Le graphique représente l'erreur de prévision [dioptries] pour un calcul avec OKULIX en fonction de la longueur de l'axe [mm] pour 136 yeux dans lesquels un AMO Ar40e. Les données sont un sous-ensemble de fig. 5.2. En outre, la tolérance de fabrication admissible selon ISO11979 est présentée. Les lignes rouges représentent les erreurs absolues, les erreurs vertes le résultantes dans le plan cornéen. Le diagramme comporte deux simplifications qui ne faussent toutefois pas son interprétation de manière significative:

- 1.) La norme DIN/EN/ISO 11979 se réfère aux degrés de puissance réfractive, et non aux degrés de puissance axiale. Les degrés des lignes rouges et vertes correspondent donc à des yeux dont les rayons cornéens et les profondeurs de la chambre antérieure ont été réglés à la valeur moyenne pour les longueurs axiales correspondantes.
- 2.) Le rapport entre le défaut de réfraction dans le plan de la IOL et le défaut de réfraction au niveau de la cornée correspond également aux valeurs moyennes. (Données : P.C. Hoffmann, Castrop-Rauxel)

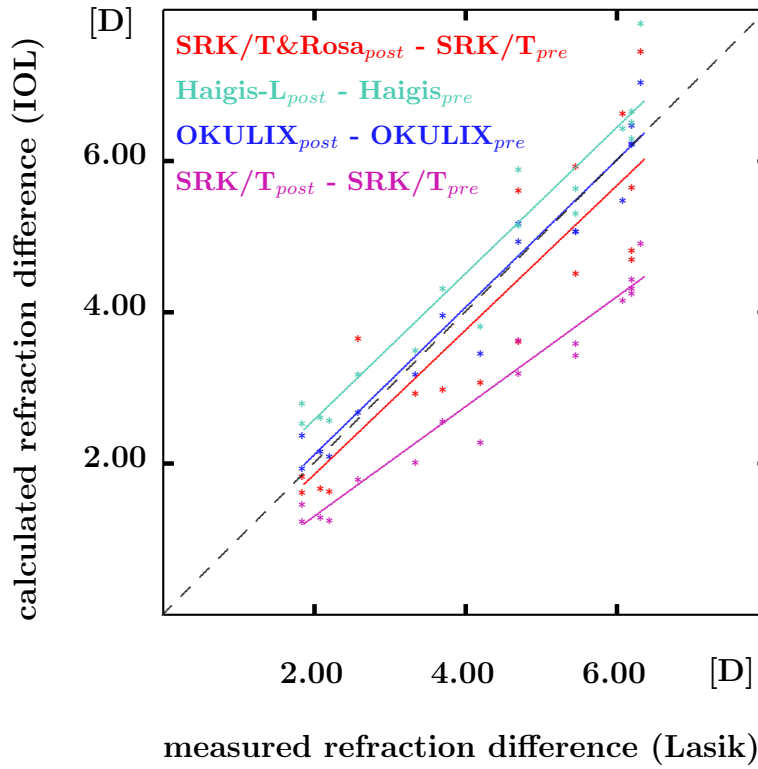


Figure 5.4: Calcul de la IOL avant et après Lasik

Une tomographie de la cornée a été réalisée à l'aide du Tomey TMS-5, une mesure de la longueur axiale à l'aide du Zeiss IOLMaster et, sur la base de ces données, un calcul de la IOL a été effectué. Les différences entre ces calculs de IOL (équivalent sphérique) sont représentées en fonction de la correction Lasik réellement obtenue. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous. correction Lasik réellement obtenue. Les résultats sont indépendants des constantes de formule, car les mêmes valeurs ont été utilisées pour les calculs avant et après le Lasik. (Données : T. Hofmann, Vista-Klinik Binnigen, Suisse).

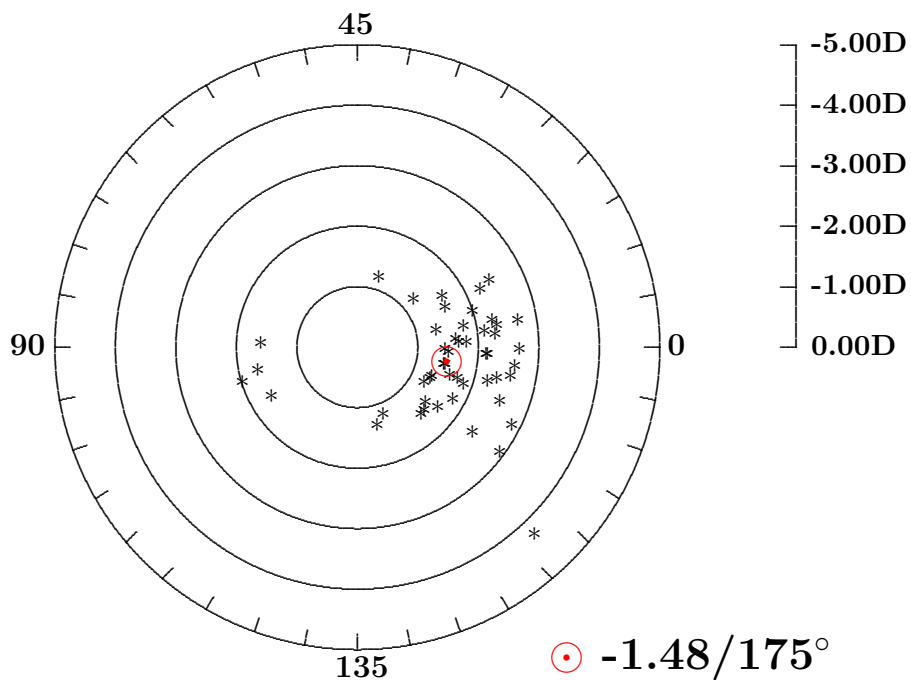


Figure 5.5: Astigmatisme préopératoire

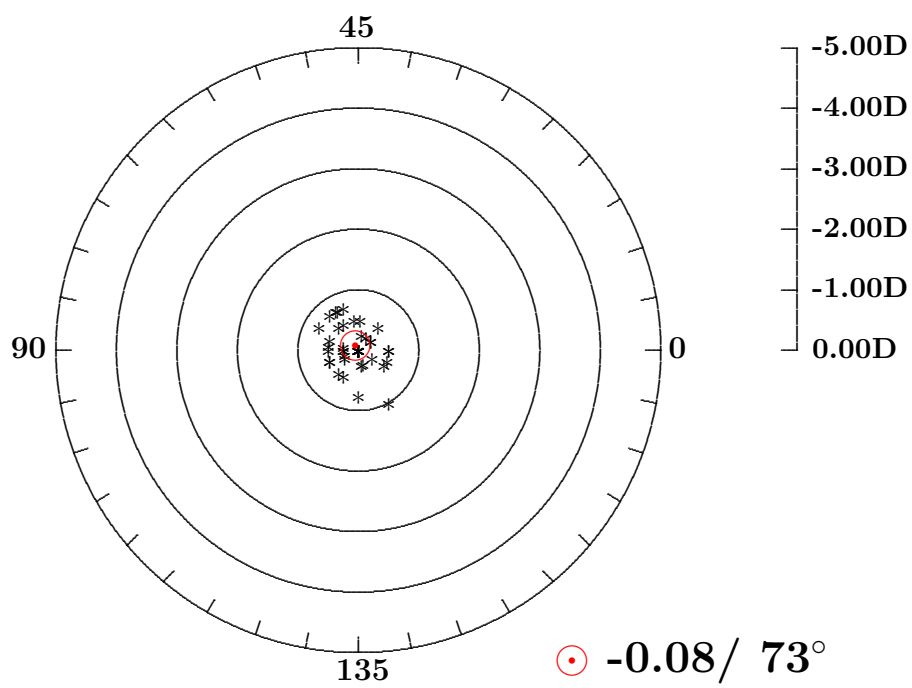


Figure 5.6: Astigmatisme postopératoire

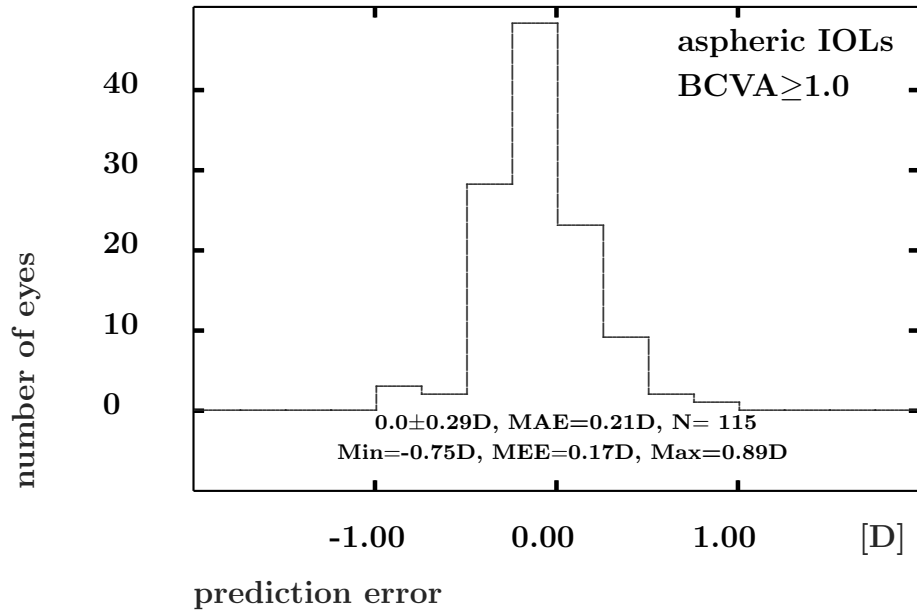
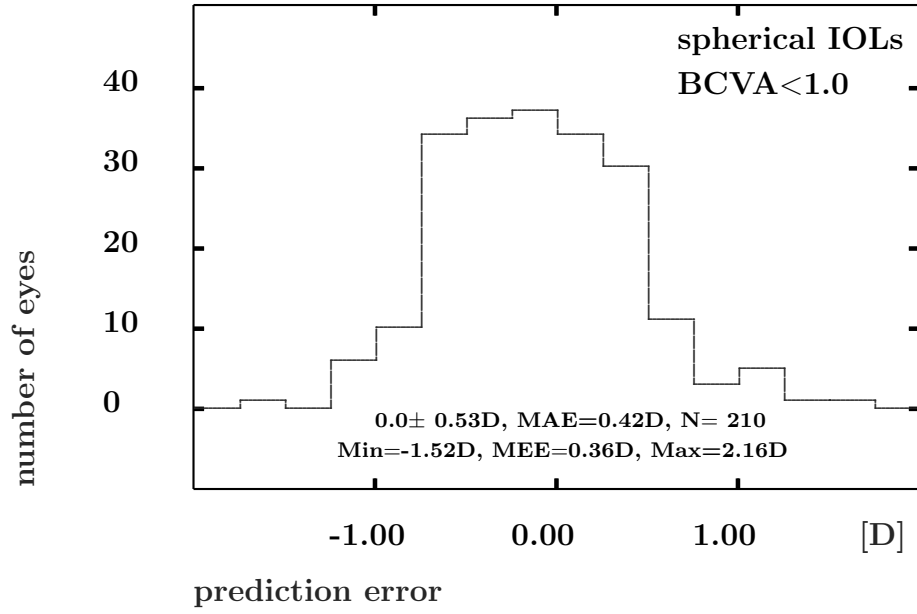


Figure 5.7: **Erreurs de prédiction en deux sous-groupes**

Les histogrammes montrent la répartition des erreurs de prédiction pour les sous-groupes présentant les erreurs de prédiction les plus grandes (en haut) et les plus petits (en bas). Dans le groupe supérieur, 67 95 0,5 D et 100 MEE : erreur absolue médiane, après correction du décalage).

Bibliographie

- [1] Cooke DL, Cooke TL. A comparison of two methods to calculate axial length. *J Cataract Ref Surg* 2019; 45:284-292
- [2] Gjerdrum B, Gundersen KG, Lundmark PO, Aakre BM. Refractive precision of ray tracing IOL calculations based on OCT data versus traditional IOL calculation formulas based on reflectometry in patients with a history of laser vision correction for myopia. *Clin Ophthalmol* 2021; 15:845-857
- [3] Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000; 238:765-773
- [4] Hecht E: Optics. Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1987
- [5] Hoffer KJ. The Hoffer-Q formula. A comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:700-712, Erratum: *J Cataract Refract Surg* 1994; 20:677
- [6] Hoffmann P, Wahl J, Preußner PR. Accuracy of intraocular lens calculation with raytracing. *J Refract Surg* 2012; 28:650-655
- [7] Hoffmann P, Wahl J, Hütz W, Preußner PR. A ray tracing approach to calculate toric intraocular lenses. *J Ref Surg* 2013; 29:402-408
- [8] Holladay JT, Musgrove KH, Prager CT, Lewis JW, Chandler TY, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 1988; 14:17-24
- [9] Lazaridis A, Schraml F, Preußner PR, Sekundo W. Predictability of intraocular lens calculation after SMILE for myopia. *J Cat Refract Surg* 2021; 47: 304-310
- [10] Preußner PR, Wahl J. Konsistente numerische Berechnung der Optik des pseudophaken Auges. *Ophthalmologe* 2000; 97:126-141
- [11] Preußner PR, Wahl J, Lahdo H, Findl O. Konsistente IOL-Berechnung. *Ophthalmologe* 2000; 3:300-304
- [12] Preußner PR, Wahl J, Lahdo H, Findl O, Dick B. Ray tracing for IOL calculation. *J Cat Refract Surg* 2002; 28:1412-1419
- [13] Preußner PR, Wahl J, Kramann C. Corneal model. *J Cat Refract Surg* 2003; 29:471-477

- [14] Preußner PR, Wahl J. Simplified mathematics for customized refractive surgery. J Cat Refract Surg 2003; 29:462-470
- [15] Preußner PR, Wahl J, Weitzel D, Berthold S, Kriechbaum K, Findl O. Predicting postoperative anterior chamber depth and refraction. J Cataract Refract Surg 2004; 30:2077-2083
- [16] Preußner PR, Wahl J, Weitzel. Topography based IOL power selection. J Cataract Refract Surg 2005; 31:525-533
- [17] Preußner PR. Consistent IOL calculation in normal and odd eyes with the raytracing program [OKULIX](#). In: Garg A, Hoyos JE, Dementiev D (Hrsg.) Mastering the techniques of IOL power calculations. Jaypee brothers medical publishers ltd. ISBN 81-8061-539-1, New Delhi 2005
- [18] Preußner PR, Olsen T, Hoffmann P, Findl O. IOL calculation accuracy limits in normal eyes. J Cataract Refract Surg 2008; 34:802-808
- [19] Preußner PR, Hoffmann P, Petermeier K. Vergleich zwischen Raytracing und IOL-Formeln der 3. Generation. Klin Monatsbl Augenheilk 2009; 226:83-89
- [20] Preußner PR. Intraocular lens calculation in extreme myopia. J Cataract Refract Surg 2010; 36:531-532
- [21] Preußner PR, Hoffmann P, Wahl J. Impact of posterior corneal surface on toric intraocular lens (IOL) calculation. Curr Eye Res. 2015; 40:809-814
- [22] Rabsilber TM, Reuland AJ, Holzer MP, Auffarth GU. Intraocular lens power calculation using ray tracing following excimer laser surgery. Eye 2007; 21:697-701
- [23] Retzlaff J, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. J Cat Refract Surg 16:341-346, erratum J Cat Refract Surg 1990; 16:528
- [24] Savini G, Hoffer KJ, Schiano-Lomoriello D, Barboni P. Intraocular lens power calculation using Placido disk-Scheimpflug tomographer in eyes that had previous myopic corneal excimer laser surgery. J Cataract Ref Surg 2018; 44:935-941