

UNE PUBLICATION DE WWW.LAREFRACTION.NET

LE CYLINDRE DE JACKSON ***COMMENT FONCTIONNE-T-IL ?***

Raoul Bocard (Clermont-Ferrand)

FNRO Editions, Nantes, 2011.

INTRODUCTION

Le cylindre de Jackson ou cylindre croisé permet de réaliser une réfraction subjective très précise. Il peut s'utiliser de deux façons différentes, soit en présentation mobile par la manœuvre de retournement pour le contrôle et la recherche du cylindre, soit en présentation fixe pour le contrôle de la sphère et la recherche de l'addition. La méthode du cylindre croisé par retournement étant la plus utilisée, cet article en explicitera le fonctionnement.

LE CYLINDRE CROISE PAR RETOURNEMENT (CCR)

Rappels d'optique

Un verre cylindrique plan-concave $-0,25 \text{ d}$ dont l'axe négatif est positionné à 0° , donne dans cet axe une puissance nulle et dans le contre-axe à 90° une puissance maximale de $-0,25 \text{ d}$. La croix de puissance visualise bien ces deux valeurs dioptriques (figure n° 1).

Un verre cylindrique plan-convexe $+0,25 \text{ d}$ dont l'axe positif est positionné à 90° , donne dans cet axe une puissance nulle et dans le contre-axe à 0° une puissance maximale de $+0,25 \text{ d}$ (figure n° 2).

Le CCR

Le CCR est un bicylindre croisé composé de deux verres plan-cylindriques, d'axes perpendiculaires, de signes opposés et de puissances identiques (figure n° 3).

Le CCR à main comporte un verre bicylindrique cerclé et un manche placé à la bissectrice des deux axes négatif et positif, permettant la manœuvre du retournement (figure n° 4). Les repères pour l'axe du cylindre négatif sont : deux traits rouges ou deux points rouges et pour l'axe du cylindre positif : deux traits noirs ou deux signes + blancs ou parfois deux points blancs.

Sa valeur est inscrite sur le verre. Un CCR 0,25 signifie l'association d'un verre cylindrique de $-0,25 \text{ d}$ et d'un verre cylindrique de $+0,25 \text{ d}$. Les valeurs disponibles sont pour le CCR à main : 0,12, 0,25, 0,37, 0,50, 0,75, 1,0 et pour le

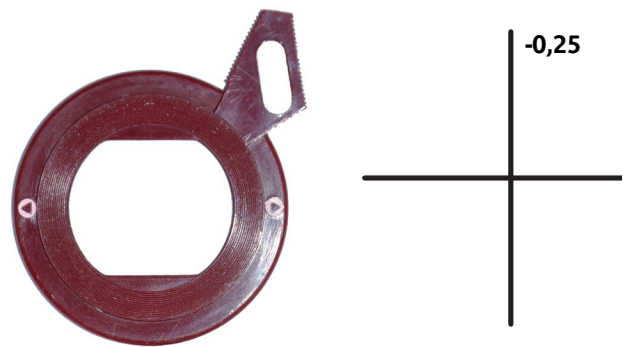


Fig 1. Axe du cylindre à 0° croix de puissance.

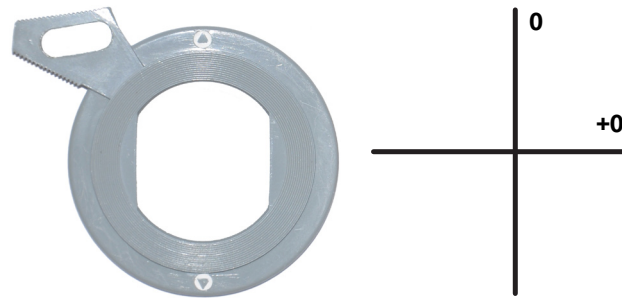


Fig 2. Axe du cylindre à 90° croix de puissance.

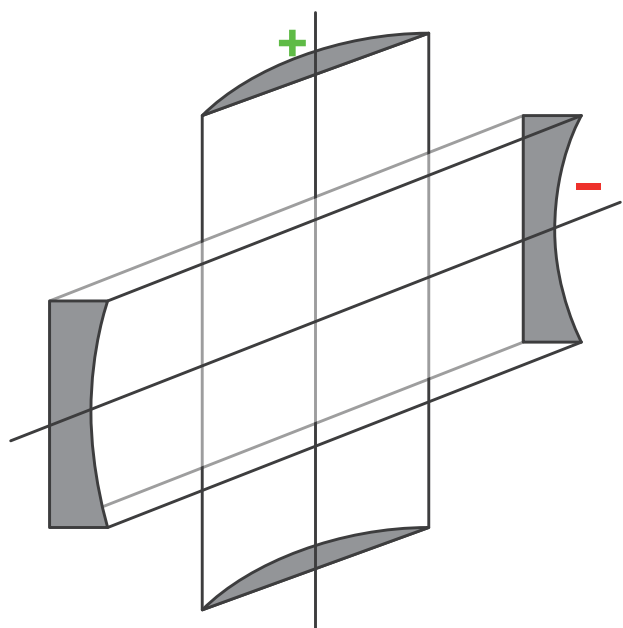


Fig 3. Exemple d'un bicylindre croisé associant un verre plan-concave d'axe négatif à 0° et un verre plan-convexe d'axe positif à 90° , accolés par leur face plane.

réfracteur 0,25, 0,50. Le plus souvent on utilise un CCR 0,25 pour contrôler l'axe et la puissance du cylindre d'essai mais une valeur supérieure est d'emblée utilisée en cas d'astigmatisme fort, de basse vision ou d'amblyopie.

LES PUISSANCES DU CCR

Le CCR induit une variation de la puissance cy-

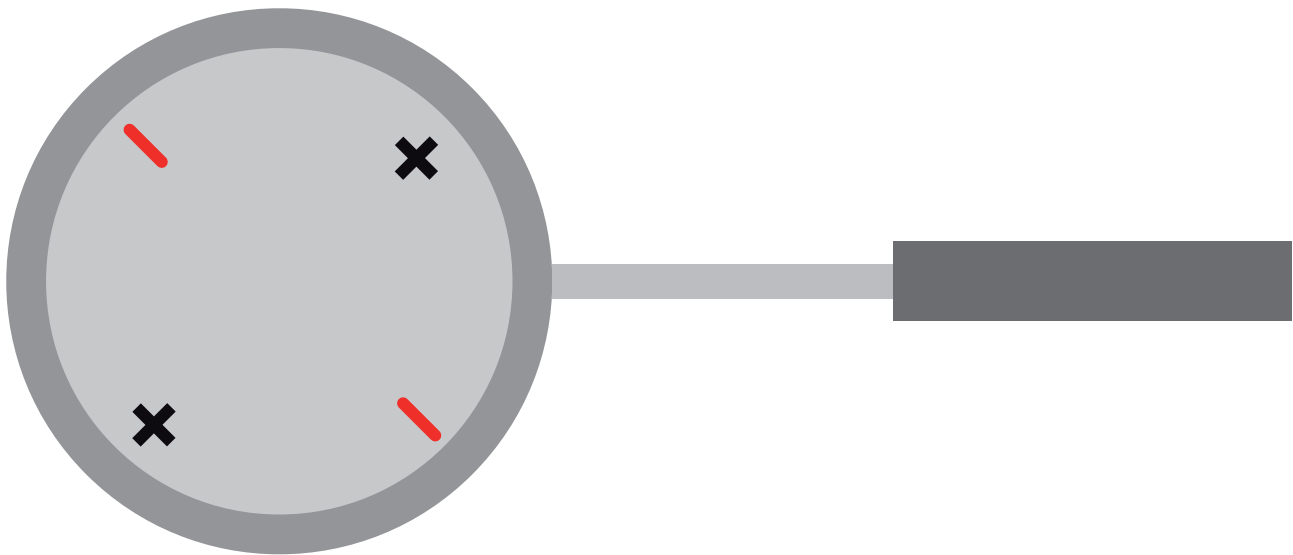


Fig 4. Cylindre croisé par retournement à main (CCR).

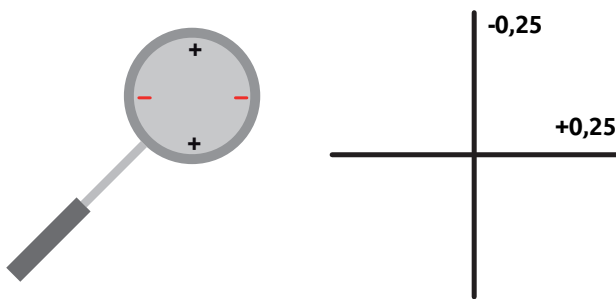


Fig 5. CCR 0,25 axe - à 0°, on ajoute sur l'œil examiné +0,25(-0,50)0°.

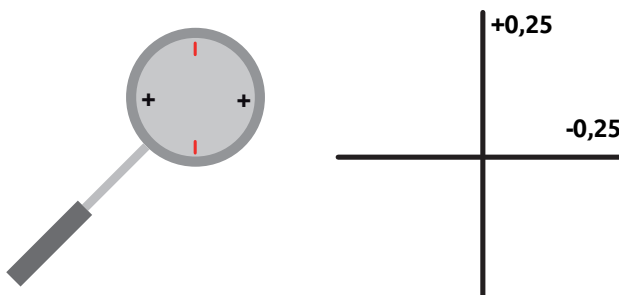


Fig 6. Au retournement, on ajoute sur l'œil examiné +0,25 (-0,50) 90°.

lindrique de l'œil examiné qui est le double de la valeur nominale du CCR. Un CCR 0,25 engendre une modification cylindrique de 0,50 δ d'où le flou perçu par le patient lors de l'examen, mais il ne modifie pas la valeur sphérique de l'œil examiné car son équivalent sphérique (ES) est nul.

Ne pas confondre un CCR 0,25 avec un cylindre de 0,25 δ . Pour le CCR 0,25, l'ES est nul et la variation cylindrique induite est de 0,50 δ . Pour le cylindre de 0,25 δ , l'ES est de 0,12 δ et la variation cylindrique est de 0,25 δ .

Le CCR induit une variation cylindrique opposée selon le mode de présentation. Un CCR

0,25 axe négatif placé à 0°, induit sur l'œil examiné une variation dioptrique de +0,25 (-0,50)0° (figure n° 5) et au retournement, axe négatif placé à 90°, une variation dioptrique de +0,25(-0,50)90° (figure n° 6). Dans les deux cas, l'ES est nul et les variations cylindriques sont de puissances égales mais d'axes perpendiculaires.

LA MÉTHODE DU CCR

Le faisceau astigmatique

Le faisceau lumineux réfracté par une optique astigmatique donne une succession de tâches focales (figure n° 7). Toutes ces tâches focales sont elliptiques à l'exception de trois. Une première est réduite à une droite focale antérieure (figure n° 8 focale A), une deuxième est une tâche circulaire appelée le cercle de moindre diffusion (figure n° 8 CMD) et une troisième est la droite focale postérieure (figure n° 8 focale P). Le CMD est situé à équidistance des deux droites focales antérieure et postérieure et correspond à la distance focale de l'ES du système sphéro-cylindrique.

L'objectif de la refraction subjective

En refraction subjective para-axiale avec un diamètre de la pupille d'entrée de 4 mm maximum, le but est de faire coïncider le CMD avec le plan fovéal. La précision de la mise au point de la sphère conditionne celle du cylindre. En effet, si la sphère est trop convexe, le CMD sera en avant du plan rétinien et la puissance du cylindre négatif sera surévaluée. Inversement, si la sphère est trop concave le CMD sera en ar-

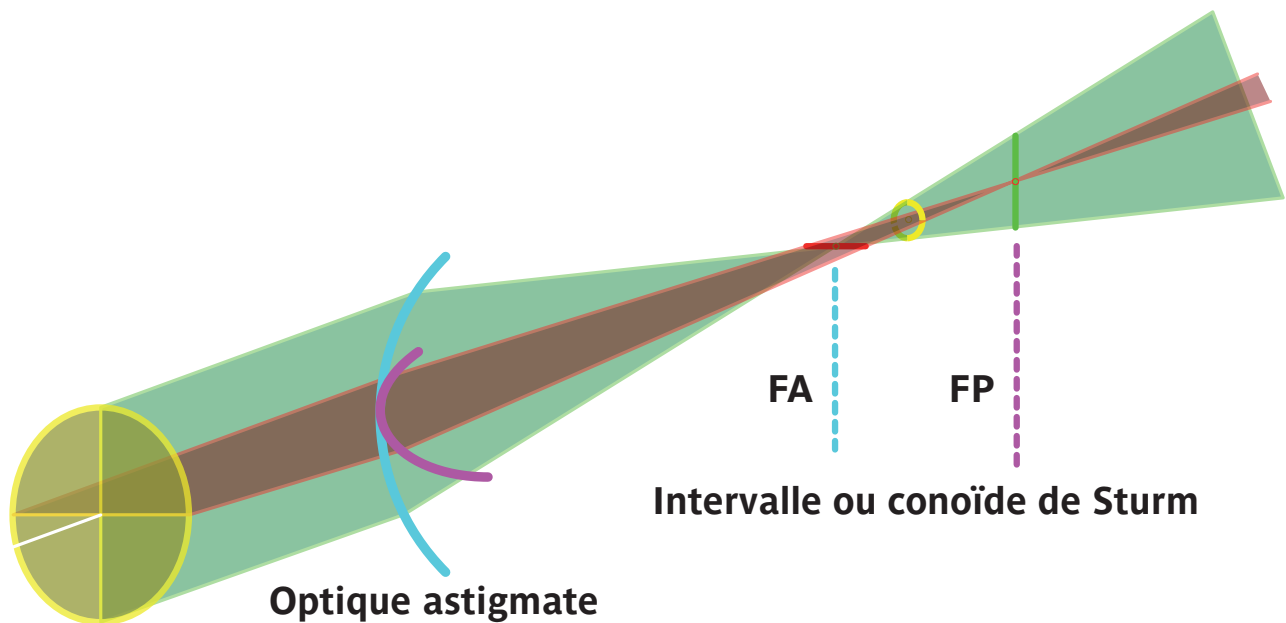


Fig 7. Le faisceau astigmat: focale A, cercle de moindre diffusion (CMD), focale P.

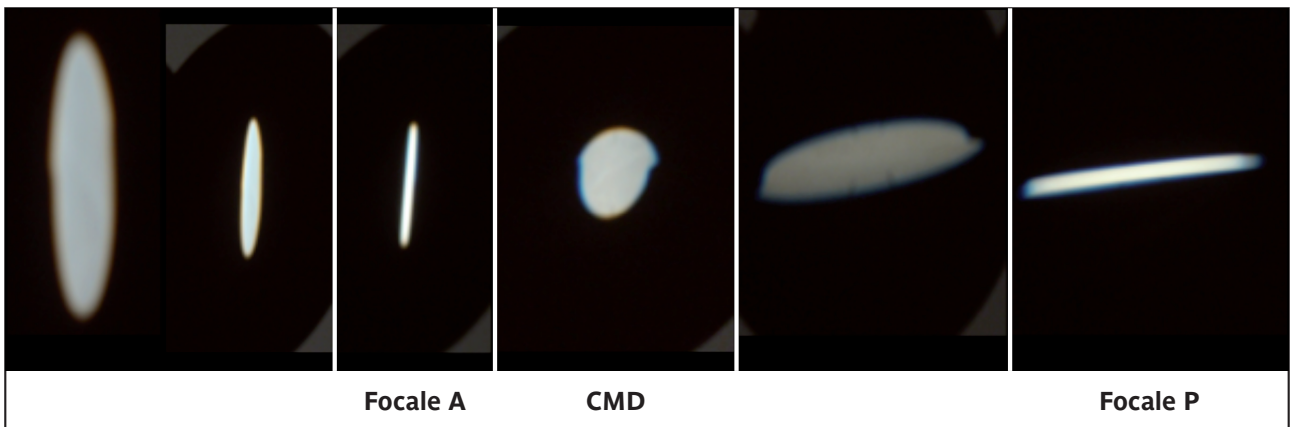


Fig 8. Illustrations du faisceau lumineux à travers une optique astigmat sur un banc d'optique.

rière du plan rétinien, d'où un risque d'accommodation et de puissance du cylindre négatif sous-évaluée. Les fluctuations accommodatives peuvent perturber l'exactitude de cette focalisation fovéale au cours de l'examen réfractif.

La méthode du CCR est précise si chaque focale est située de part et d'autre du plan rétinien, c'est-à-dire en situation d'**astigmatisme mixte** (figure n° 9). La mise au point précise de la sphère au palier, qui est la sphère maximale convexe donnant l'acuité visuelle maximale, permet d'obtenir cet astigmatisme mixte avec le CMD au plan fovéal.

La méthode du brouillard utilisant un test d'astigmatisme, comme le cadran horaire, est différente de la méthode du CCR (figure n° 10). On démarre la réfraction par un brouillage, avec une sphère convexe additionnelle de +2, laissant une acuité visuelle d'environ 1/10e. Les

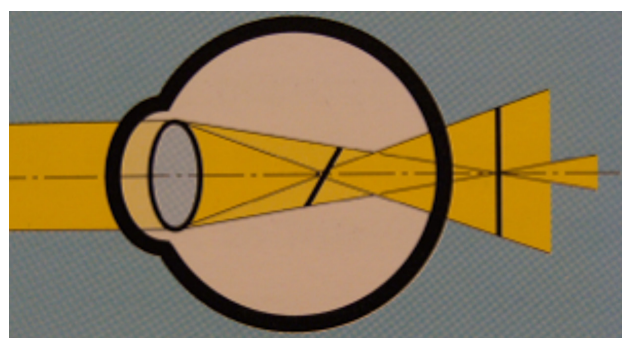


Fig 9. Astigmatisme mixte.

deux droites focales seront situées en avant du plan rétinien c'est-à-dire en situation d'astigmatisme myopique composé. Le débrouillage progressif positionnera d'abord la focale postérieure sur le plan rétinien puis un cylindre négatif ramènera la focale antérieure sur le plan rétinien.

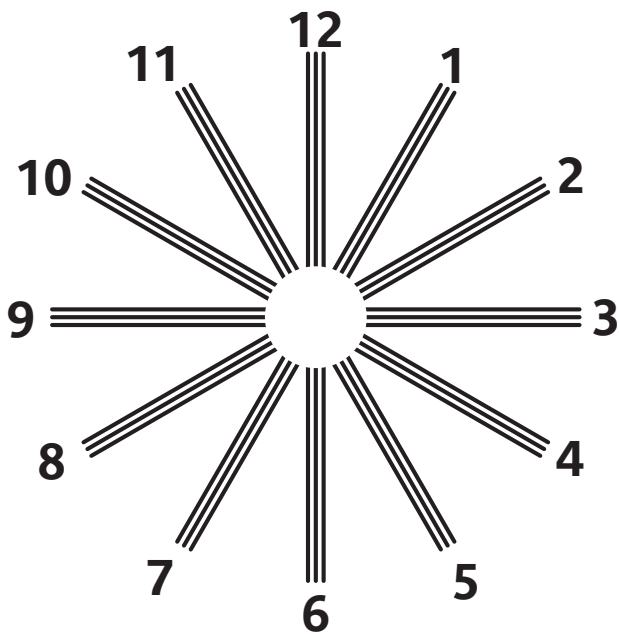


Fig 10. Cadran horaire.

L'EXAMEN RÉFRACTIF

1re étape : le réfractomètre automatique

LES MESURES

Pour effectuer des mesures précises surtout celles du cylindre, il est nécessaire de bien contrôler le positionnement de la tête sur la mentonnière. Expliquer au patient que la mire qu'il regarde va devenir floue par moment et qu'il doit la regarder simplement sans chercher à la rendre nette. Effectuer plusieurs mesures, avec la kératométrie pour l'analyse du type d'astigmatisme. L'irrégularité des mires fera d'emblée suspecter un kératocône ou une pathologie cornéenne.

L'ANALYSE DU TICKET

Vérifier les indices de fiabilité

La sphère réfractométrique. Chez le patient non presbyte, elle est souvent trop concave et chez le presbyte, elle sera peu différente de la sphère subjective à 0,25 d près. Des mesures variables traduisent une accommodation fluctuante.

Le cylindre réfractométrique

Il est souvent très approchant du cylindre subjectif en axe et en puissance. Un cylindre réfractométrique de forte puissance sera peu différent du cylindre kératométrique (figure n° 11). Un astigmatisme faible, surtout oblique ou inverse, est susceptible d'être dynamique

NAME				M/F
11/APR/2011	09:59			
VD=12.00mm				
<R>	S	C	A	
	+ 2.25	- 0.75	115	8
	+ 2.25	- 0.75	115	8
	+ 5.25	- 1.25	5	9
	+ 5.25	- 1.25	5	9
	+ 5.00	- 1.25	5	9
	<+ 5.00	- 1.25	5>	
	<+ 4.50	SE		>
	mm	D	deg	
<R1	7.45	45.25	175>	
<R2	7.19	47.00	85>	
<AVE	7.32	46.00	>	
<CYL		- 1.75	175>	
<L>	S	C	A	
	+ 3.75	- 1.50	15	9
	+ 3.75	- 1.25	10	9
	+ 3.75	- 1.50	10	9
	<+ 3.75	- 1.50	10>	
	<+ 3.00	SE		>
	mm	D	deg	
<R1	7.52	45.00	10>	
<R2	7.26	46.50	100>	
<AVE	7.39	45.75	>	
<CYL		- 1.50	10>	
PD	62			

Fig 11. Astigmatisme moyen d'origine cornéenne.

Le cylindre de Jackson. Comment fonctionne-t-il ? et lié à une différence d'accommodation des faces du cristallin ou des hémimériens d'une même face. Il sera détecté lors de la mesure au réfractomètre, par la grande variabilité de l'axe. Chez l'adulte, un astigmatisme variable peut être dû à la présence d'opacités corticales cristalliniennes.

2e étape : la mise au point de la sphère

OBJECTIF DE LA RÉFRACTION SUBJECTIVE

C'est de déterminer la sphère au palier, c'est-à-dire rechercher la sphère maximale convexe donnant l'acuité visuelle maximale. L'accommodation est un élément essentiel du fonctionnement du système visuel, mais elle est source d'erreur, lors de l'examen réfractif. Pour relâcher le plus possible l'accommodation, il est essentiel de démarrer avec la sphère réfractométrique la plus convexe. Les formules +0,50 (-1 à 0°) et -0,50 (+1 à 90°) donnent la même acuité visuelle finale mais seule la première formule, avec un cylindre concave, donne une sphère convexe.

MÉTHODE DE RÉFRACTION SUBJECTIVE

Pour la rapidité, la simplicité, l'efficacité, je préconise un examen réfractif en éclairage uniforme et constant entre 350 et 400 lux, de préférence sur une monture d'essai et sans utiliser les tests rouge-vert ni les tests polarisés.

DÉROULEMENT DE L'EXAMEN

- **Régler l'écart interpupillaire ;**
- **Placer sur chaque œil**, la sphère réfractométrique la plus convexe puis le cylindre concave, axe et puissance, donnés tels quels par le réfractomètre. Un éventuel astigmatisme dynamique ne sera pas intégré dans la formule de départ et sera contrôlé plus tard. L'amétropie sphérocyindrique est ainsi rendue sphérique pure ou presque pure en cas d'astigmatisme résiduel faible. On peut ainsi appliquer la règle de Swaine qui relie l'acuité visuelle de loin à une amétropie sphérique, naturelle ou provoquée, comprise entre -0,25 δ et -2,50 δ . Si la sphère réfractométrique est concave, en appliquant cette règle, on détectera rapidement si elle est erronée.
- **Évaluer chaque acuité visuelle** avec chaque formule réfractométrique de départ ;

- **Contrôler l'état de la vision binoculaire** par la phorie et la stéréopsie ;
- **Effectuer un brouillage binoculaire** avec une sphère de brouillage de +1 ODG. S'assurer que chaque œil ne dépasse pas 5/10e. Une acuité supérieure signifierait soit une surcorrection concave (fausse myopie) soit une sous-correction convexe (hypermétropie latente) et nécessiterait de rajouter +0,50 à la sphère erronée correspondante. Par un masquage alterné, obtenir l'équilibre de perception sur la netteté des optotypes, ou sur un léger flou, à la ligne 0,32 ou 0,5. En cas d'inégalité, ajouter +0,25 au côté le plus net, mais ne pas inverser la dominance.
- **Réfraction binoculaire ou réfraction monoculaire :**
 - *Faire une réfraction binoculaire* en présence d'une isoacuité haute et d'une bonne vision binoculaire. D'un côté, retirer la sphère de brouillage +1 et rechercher la sphère maximale convexe donnant la meilleure acuité sans dépasser la ligne de 10/10e. Sur la ligne de meilleure acuité faire un encadrement de puissance $\pm 0,25$ en partant toujours du +0,25. En cas d'hésitation et avec la méthode du CCR, retenir une sphère moins convexe car l'excès de convexe surestimerait le cylindre concave par effet de débrouillage induit. Procéder à la réfraction de l'autre œil avec la même méthode.
 - *Faire une réfraction monoculaire* en cas d'anisoacuité significative, d'anisométrie avec mauvaise vision binoculaire. D'un côté remplacer la sphère de brouillage +1 par un cache opaque. De l'autre côté, effectuer un débrouillage progressif de -0,25 en -0,25 et rechercher la sphère maximale convexe donnant la meilleure acuité visuelle monoculaire.

3e étape : le contrôle de l'axe du cylindre d'essai

Ce contrôle est réalisé œil après œil, sur des lignes de hautes acuités. Le manche du CCR 0,25 est placé parallèlement à l'axe du cylindre d'essai. Pendant la manœuvre du retournement, la position de l'axe négatif du CCR sert de repère pour localiser le côté 1 ou le côté 2. Si on utilisait un cylindre convexe le repère serait l'axe positif du CCR. Le temps de présentation est rapide, 1 à 2 secondes par côté. Expliquer le test, « votre vision va devenir flou » « on va comparer la vision de chaque côté du verre ».

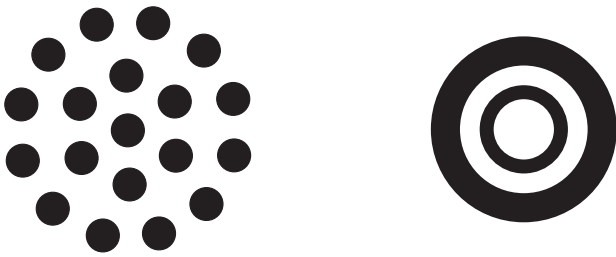


Fig 12. Points noirs multiples et anneaux concentriques.

Demander si « les lettres sont plus nettes du côté 1, du côté 2 ou si c'est pareil ? »

- Si la réponse est « mieux côté 1 » ou « mieux côté 2 », tourner l'axe du cylindre d'essai vers le côté choisi. À chaque rotation, replacer le manche du CCR parallèle à l'axe du cylindre d'essai rectifié. Recommencer la même manœuvre jusqu'à l'obtention de l'égalité de perception.
- Si la réponse est « c'est pareil », l'axe est correct ou le patient est insensible au test par l'existence d'une cataracte, d'une maculopathie ou d'une amblyopie. Il peut ne pas avoir compris le test, être inattentif ou avoir peur de se tromper.
- Si le côté n'est pas défini « je ne sais pas », présenter une cible symétrique (figure n° 12) ou une ligne d'acuité inférieure, ou utiliser un CCR 0,50. On peut également modifier l'axe du cylindre d'essai et tester les réponses du patient avec le

CCR. L'examen sous cycloplégique par le cyclopentolate ou l'atropine est obligatoire chez l'enfant et aussi chez l'adulte, en cas de réponses peu fiables.

LE MODE D'ACTION DU CCR

La superposition de deux verres cylindriques de même signe, dont les axes font un angle $\leq 90^\circ$, donne un verre sphérocyindrique d'axe situé dans cet angle. Prenons l'exemple d'un cylindre d'essai (-1 à 0°) et d'un CCR 0,25 manche placé à 0° , la combinaison des deux cylindres concaves donne un verre sphérocyindrique résultant de -0,19 (-1,12 à 13°) et au retournement de -0,19 (-1,12 à 167°).

Si l'axe du cylindre d'essai correspond à l'axe de l'astigmatisme oculaire, le flou induit sera identique de chaque côté de présentation du CCR et la réponse sera « c'est pareil » (figure n° 13).

Si l'axe du cylindre d'essai est différent de l'axe oculaire, au premier encadrement la réponse sera « mieux d'un côté ». Soit par exemple, un axe d'astigmatisme oculaire à 10° (ligne verte), l'axe du cylindre résultant (flèche noire) sera plus proche de l'axe réel du côté 1 que du côté 2 et la réponse sera « mieux côté 1 » (figure n° 14).

LA MÉTHODE DE L'ENCADREMENT DE L'AXE

On recherche le secteur le plus net de part et

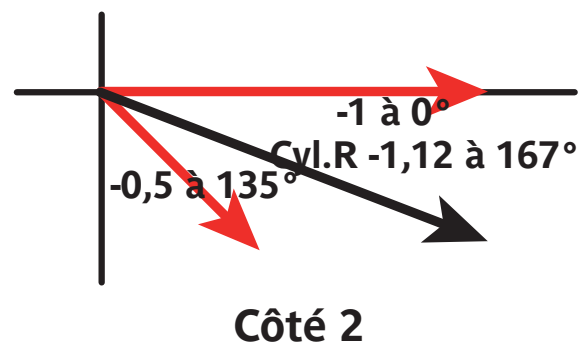
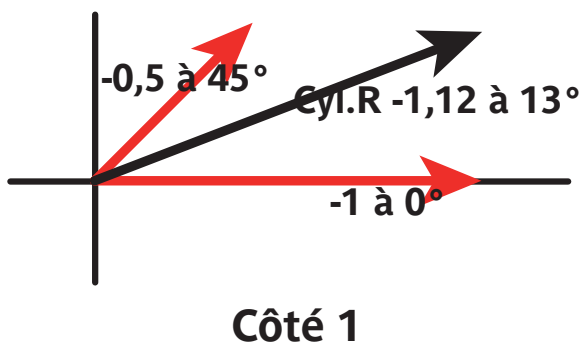


Fig 13. Côté 1 côté 2.

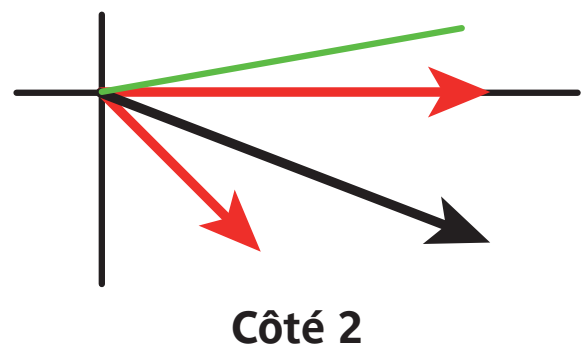
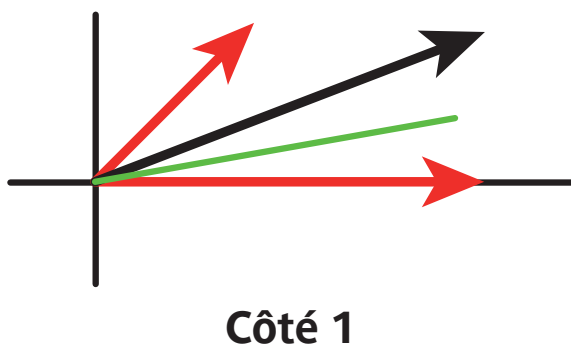


Fig 14. Côté 1 côté 2.

Le cylindre de Jackson. Comment fonctionne-t-il ? d'autre de l'axe du cylindre d'essai. La valeur angulaire du secteur exploré est réduite de moitié tant que l'égalité de perception n'est pas obtenue. Trois encadrements sectoriels successifs sont possibles 45° puis 20° et 10°.

Si un côté est vu plus net, la rotation de l'axe du cylindre d'essai se fait vers ce côté. Le nouvel axe de positionnement du cylindre d'essai correspond à la bissectrice du secteur angulaire choisi. Trois rotations d'axe successives sont déterminées, 22,5° arrondi à 20°, puis 10° et enfin 5° (figure n° 15).

Soit un cylindre d'essai axe - à 0°, au premier encadrement manche du CCR à 0°, si la réponse est « mieux côté 1 », l'axe du cylindre sera tourné de 20° vers le côté 1.

LA VALEUR D'ENCADREMENT

Elle est fonction de la puissance du cylindre d'essai. L'encadrement est d'autant plus large que la puissance du cylindre est faible et d'autant plus réduit que la puissance est forte.

Pour un cylindre d'essai < 2, trois rotations successives 20° puis 10° puis 5°. À partir de 2, deux rotations suffisent 10° puis 5°.

Pour un cylindre d'essai < 3 on utilise un CCR 0,25. À partir de 3, la méthode est plus précise et plus rapide avec un CCR 0,50. En effet la combinaison à 0°, d'un cylindre de -3 avec un CCR 0,25 donne un cylindre résultant de -3,04 à 5° et avec un CCR 0,50 un cylindre résultant de -3,16 à 9°.

4e étape: le contrôle de la puissance du cylindre d'essai

DÉROULEMENT DE L'EXAMEN

L'axe du cylindre + puis - du CCR 0,25 est placé parallèlement à l'axe du cylindre d'essai.

- **Si la réponse est « mieux côté + »**, ajouter +0,25 au cylindre d'essai et si la réponse est « mieux côté - » ajouter -0,25 au cylindre d'essai. Poursuivre jusqu'à obtention de l'égalité de perception.
- **Si la réponse est « c'est pareil »**, la puissance du cylindre d'essai est bonne.
- **Si le côté n'est pas défini**, comparer le nombre de lettres lues par côté, ou choisir le cylindre le plus faible donnant l'acuité visuelle maximale.

En cas d'augmentation du cylindre de -0,50 (et respectivement de +0,50) ajouter à la sphère +0,25 (et respectivement -0,25) pour conserver

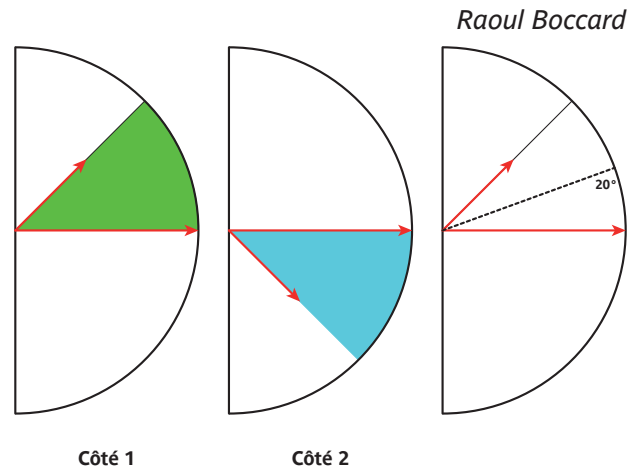


Fig 15. Côté 1 côté 2.

le CMD sur la rétine, c'est-à-dire conserver le même ES. Rarement on modifie la puissance du cylindre d'essai de plus de 0,50 sinon revérifier la sphère.

LE MODE D'ACTION DU CCR

Soit une amétropie plan (-1 à 0°) compensée par un cylindre d'essai (-0,50 à 0°). L'astigmatisme résiduel sera de (-0,50 à 0°) (figure n° 16). Avec le placement du CCR 0,25 axe négatif à 0° (côté 1), l'astigmatisme résiduel devient nul et l'acuité visuelle augmente. Au retournement axe négatif à 90° (côté 2), l'astigmatisme résiduel augmente (-1 à 0°) et l'acuité visuelle diminue. La réponse sera « mieux côté 1 ». Le retournement entraîne une augmentation de l'intervalle dioptrique des deux focales et une augmentation de la taille du CMD qui reste cependant au plan rétinien.

Si l'amétropie sphéro-cylindrique plan (-1 à 0°) est exactement compensée par un cylindre d'essai (-1 à 0°), le CCR 0,25 induira une aberration astigmatique de 0,50 δ (figure n° 17). Le CCR positionné axe négatif à 0° (côté 1) créera un astigmatisme résiduel mixte inverse de -0,50 à 90°. Au retournement (côté 2) l'astigmatisme résiduel sera mixte direct de -0,50 à 0°. La réponse sera « c'est pareil » car l'intervalle dioptrique est inchangé, le CMD reste au plan rétinien et de taille inchangée. L'acuité visuelle est diminuée et identique du côté 1 ou du côté 2.

5e étape: apprécier le confort binoculaire

Le contrôle se fait sur une ligne de haute acuité 12/10e voire 14/10e avec un encadrement binoculaire de ±0,25 en partant du +0,25. Demander au patient si c'est plus net ou plus confortable.

Le cylindre de Jackson. Comment fonctionne-t-il ?

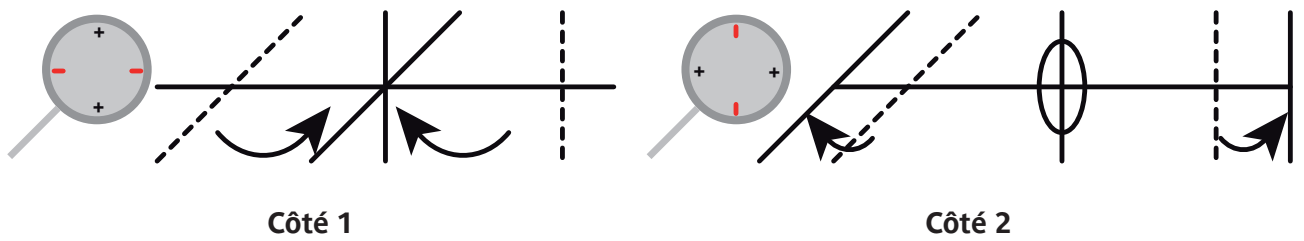


Fig 16. Côté 1 côté 2.

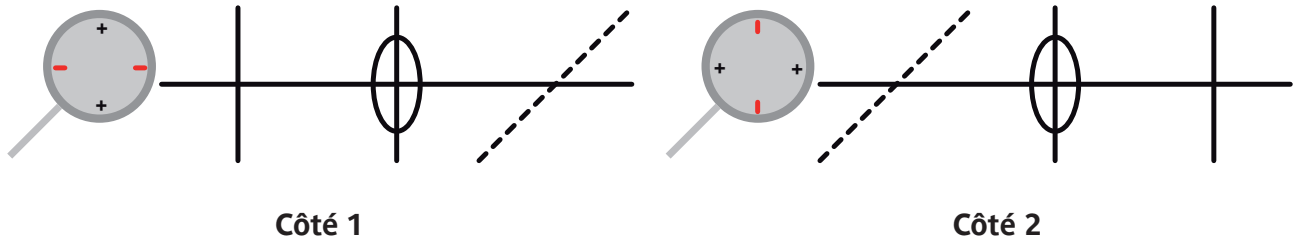


Fig 17. Côté 1 côté 2.

LA RECHERCHE DU CYLINDRE

La recherche du cylindre est obligatoire en l'absence d'astigmatisme réfractométrique ou quand il n'a pas été compensé, car de faible puissance ou suspecté d'être dynamique.

La méthode utilise un CCR 0,25 avec la technique d'encadrement. Le premier encadrement sera large, car la combinaison à 0° d'un cylindre de -0,25 et du CCR 0,25 donne un cylindre résultant de -0,50 à 32° du côté 1, ou de -0,50 à 148° du côté 2.

- **1er temps**: rechercher le type d'astigmatisme: direct ou inverse. Placer le manche du CCR oblique à 45°. Si la réponse est mieux « axe négatif à 0° », c'est un astigmatisme direct. Si la réponse est mieux « axe négatif à 90° », c'est un astigmatisme inverse (figure n° 18).
- **2e temps**: localiser le secteur. Si l'astigmatisme est direct, placer le manche du CCR à 0° et si l'astigmatisme est inverse, placer le

manche à 90° (figure n° 19).

- **3e temps**: placer un cylindre -0,25 à la bissectrice du secteur (flèche rouge): soit 20° ou 160° si l'astigmatisme est direct, soit 70° ou 110° si l'astigmatisme est indirect (fig 20).
- **4e temps**: contrôler l'axe par encadrement 20°, 10°, 5° (idem 3e étape).
- **5e temps**: contrôler la puissance (idem 4e étape).

CONCLUSION

Chez l'enfant, l'astigmatisme est l'amétropie la plus amblyogène. Il est indispensable de corriger l'astigmatisme rapidement et complètement.

Chez l'adulte, lors d'une compensation par verres correcteurs, éviter une variation importante de la correction cylindrique si elle n'améliore pas l'acuité visuelle. La correction exacte cylindrique évite l'asthénopie de fixation. Par



Fig 18. Rechercher le type d'astigmatisme: direct ou inverse.

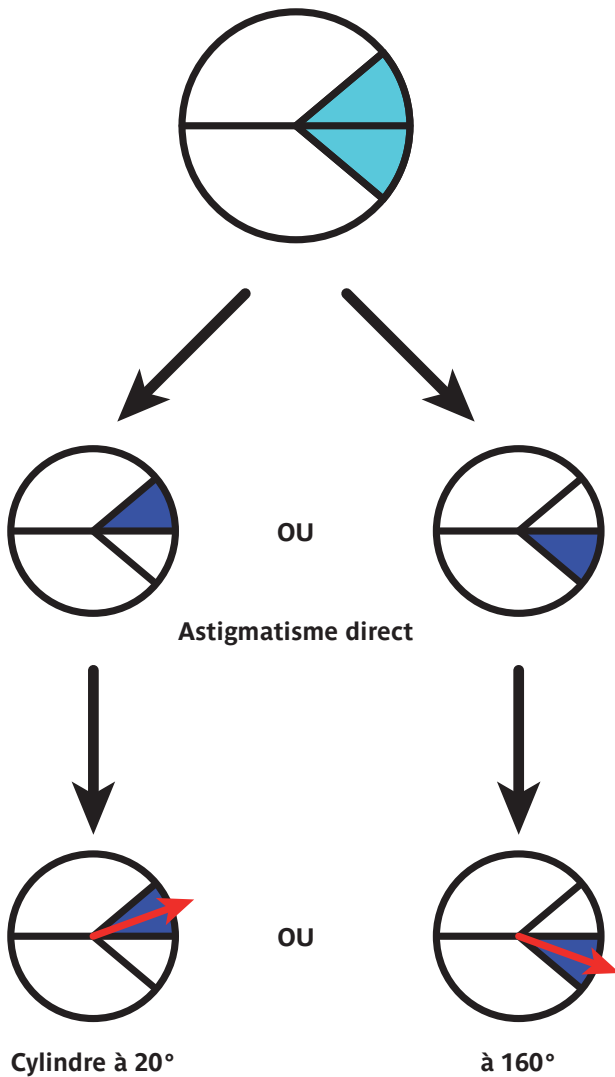


Fig 19. Astigmatisme direct.

contre la modification cylindrique sera totale en cas de compensation par des lentilles de contact ou pour une chirurgie réfractive.

Un astigmatisme acquis doit faire rechercher un kératocône, une luxation du cristallin, un lenticône ou une cataracte corticale.

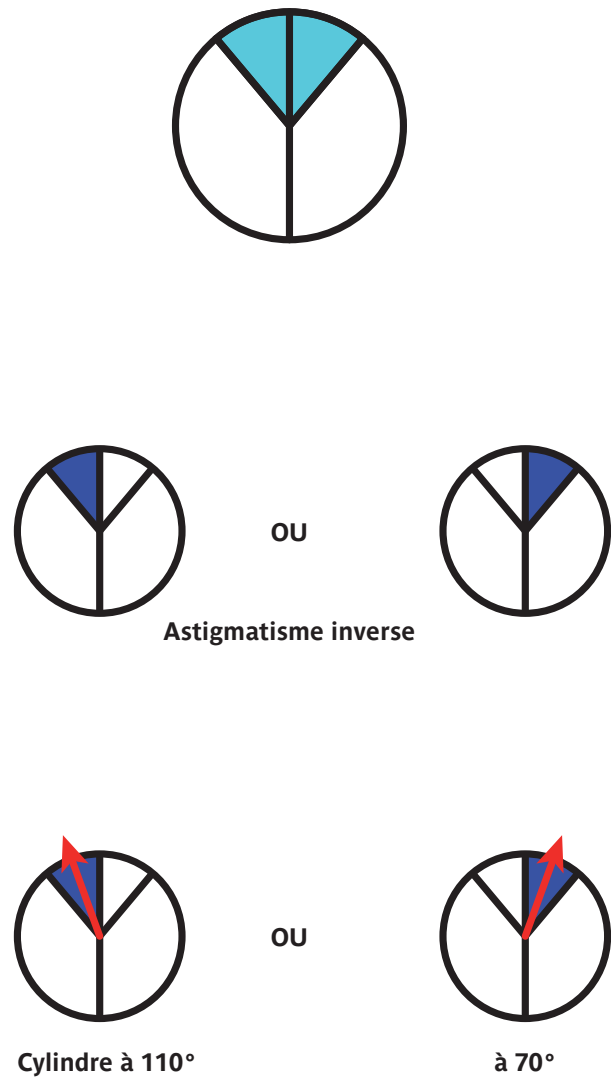


Fig 20. Astigmatisme inverse.

La réfraction sous cycloplégie est obligatoire chez le nourrisson, l'enfant, l'adolescent et aussi chez l'adulte si les réponses subjectives paraissent peu fiables. Elle permettra d'effectuer des mesures objectives très précises et de comprendre les acuités visuelles non améliorables d'origine organique.

Cet exposé a été et sera présenté au Colloque sur la Réfraction, organisé annuellement à Nantes, par Monsieur le Professeur Alain Pêchereau.