

(Clinique ophtalmologique de l'Université de Liège [Prof. L. Weekers].)

Utilisation de la campimétrie en lumière atténuée pour la mesure de l'adaptation rétinienne à l'obscurité¹.

Par ROGER WEEKERS² et FERNAND ROUSSEL.

C'est en 1855 que *von Graefe* construisit le premier campimètre. Dès 1889, *Bjerrum* l'utilisa pour des recherches dont certains résultats, tel la mise en évidence du scotome arciforme glaucomeux, sont devenus classiques. L'écran de *Bjerrum* demeure actuellement l'instrument de choix pour l'étude des scotomes situés à moins de 30 degrés du point de fixation.

Depuis 1940, nous employons, tant pour des recherches expérimentales que cliniques, des campimètres dont l'éclairage est réglable et peut varier dans de larges proportions (90, 30, 20, 10 et 3 Lux). Les éclairages faibles facilitent la mise en évidence des angioscotomes physiologiques (*Weekers et Humblet*, 9) et de certains déficits pathologiques (*Traquair*, 6 ; *Scheyhing*, 5 ; *Weekers*, non publié).

La scotométrie en lumière atténuée est une méthode excellente, caractérisée surtout par son extrême sensibilité. Elle mérite d'être utilisée plus qu'elle ne l'est aujourd'hui mais il nous semble prudent, avant d'en préconiser l'emploi, d'attirer l'attention sur certaines erreurs auxquelles elle peut exposer. Tel est l'un des buts de ce travail.

En employant l'écran de *Bjerrum*, muni d'un éclairage de 3 Lux, nous avons remarqué que l'étendue du champ visuel varie considérablement avec l'état d'adaptation de la rétine. Sur cet écran, chez un même sujet et pour un même test, l'isoptère est étroit lorsque l'œil a été préalablement éclairé et large quand la rétine est adaptée à l'obscurité. C'est en complétant l'étude de ce phénomène que nous avons pu mettre au point une méthode de mesure de l'adaptation rétinienne, basée sur un principe diffé-

¹ Ce travail a fait l'objet de quatre notes préliminaires (*Weekers et Roussel* [10]).

² Associé du Fonds national belge de la Recherche scientifique.

rent de celui des méthodes usuelles. L'exposé de cette méthode et des résultats qu'elle permet d'obtenir constituent l'objet principal du présent travail.

En même temps que nous, à une époque où toute communication entre l'Angleterre et la Belgique était impossible, le Colonel *Livingston*, Commodore de la Royal Air Force, poursuivait au moyen d'une technique différente et dans un but différent des études analogues. Sur de nombreux points, les résultats de ses recherches et les nôtres se confirment mutuellement (3).

Instrumentation.

L'expérimentateur est vêtu et ganté de noir. L'écran de *Bjerrum* est placé à 2 mètres du sujet. Il est fait d'une étoffe de laine noire ne présentant de reflets sous aucune incidence. Le point de fixation du regard, au centre du campimètre, est constitué par une ampoule électrique rouge dont l'intensité lumineuse est réglée par un rhéostat. Le point de fixation doit être aisément perçu sans être éblouissant. Le choix d'une lumière rouge, stimulant spécifique des cônes, assure, quel que soit l'éclairement de l'écran, une excellente fixation du regard.

Le campimètre est éclairé de façon diffuse et uniforme par quatre tubes lumineux à décharge (Philips, T. L., 1 mètre de long, 220 V., lumière du jour), disposés verticalement, deux par deux, un peu en arrière du sujet, dans des réflecteurs verticaux (2 m. \times 0.3 m.). La face interne et concave des réflecteurs est blanche et mate. Les éclairagements usuels sont 90, 30, 20, 10, 3 Lux³. On obtient la réduction progressive des éclairagements en plaçant, devant les réflecteurs, des tôles perforées, d'un nombre décroissant de trous (fig. 1).

Pour adapter, avant chaque expérience, la rétine à la lumière nous avons fait construire une sphère creuse de 75 cm. de diamètre, peinte intérieurement en blanc mat. Cette sphère est percée de 4 orifices, l'un central pour le visage du patient; les trois autres, équidistants, autour du premier. Par chacun de ces trois orifices pénètre la lumière émise par une ampoule de 200 Watts. Cet appareil est presque identique à celui décrit par *Müller* (4). Toute la rétine est uniformément éclairée. L'éclairement de l'œil atteint 3000 Lux et reste constant, quels que soient la direction et les mouvements du regard. En 10 minutes, l'adaptation à la lumière est suffisante sans être cependant absolument complète (fig. 2).

A titre de contrôle, au cours de plusieurs expériences, nous avons mesuré l'adaptation rétinienne au moyen de l'appareil à cinq points de *Birch-Hirschfeld*.

Recherches préliminaires.

L'observation qui fut le point de départ de nos recherches est la suivante. Lorsqu'on enregistre le champ visuel en lumière atténuée (3 Lux), chez

³ Photomètre contre l'écran, tourné vers les sources lumineuses.

un sujet venant de l'extérieur, l'isoptère d'un test déterminé s'élargit en spirale et atteint, en fonction du temps de séjour dans la chambre noire, des points de plus en plus excentriques. Ce phénomène ne s'observe pas sur le campimètre muni de l'éclairage usuel (50 à 90 Lux). L'état d'adaptation de la rétine semble modifier considérablement l'étendue du champ visuel lorsque celui-ci est enregistré dans la pénombre. Pour confirmer cette impression nous avons effectué trois séries d'expériences sur des sujets des deux sexes âgés de 25 à 33 ans, emmétropes et exempts de toute affection oculaire ou

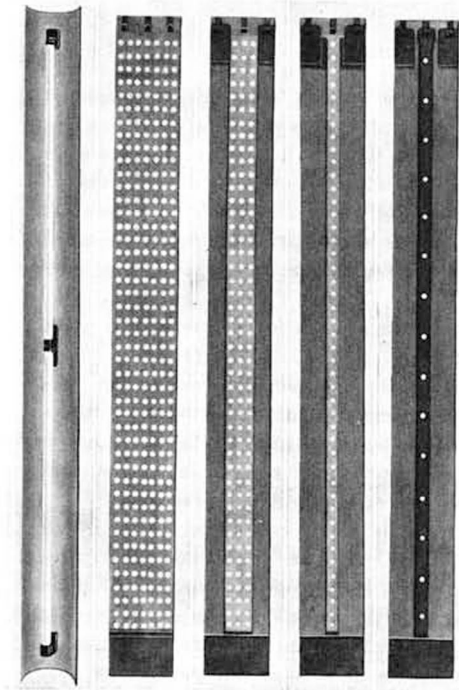


Fig. 1. Mode d'éclairage de l'écran de Bjerrum; Tubes lumineux et filtres.



Fig. 2. Sphère pour adaptation à la lumière.

générale. Dans la première série, l'éclairage de l'écran est de 3 Lux et le test a 3 mm. de diamètre; dans la deuxième série, l'éclairage atteint 90 Lux et le diamètre du test est réduit à 1 mm.; dans la troisième série, l'éclairage varie de 0.1 à 90 Lux et le diamètre du test varie en sens inverse de l'éclairage, de 15 à 1 mm.

1^{re} série. Chaque expérience se déroule de la façon suivante. Après adaptation à la lumière selon la technique décrite, le sujet se tourne vers le campimètre faiblement éclairé (3 Lux). On détermine la position de l'isoptère dans un seul quadrant, préalablement choisi, du champ visuel. Immédiate-

ment après cette première mesure, afin d'éviter que l'adaptation rétinienne ne se modifie, le sujet introduit à nouveau pendant 2 minutes son visage dans l'ouverture de la sphère éclairée (3000 Lux). On effectue ensuite une deuxième mesure d'isoptère en lumière atténuée (3 Lux), puis après un nouvel éclairage de 2 minutes, une troisième mesure et ainsi de suite jusqu'à la cinquième mesure. En se basant sur ces cinq mesures, on calcule la position moyenne de l'isoptère pour la rétine adaptée à la lumière. La première moitié de l'expérience est terminée⁴. On plonge ensuite le sujet dans l'obscurité totale pendant 30 minutes, puis on recherche, avec le même test et pour le même éclairage de l'écran (3 Lux), par cinq mesures consécutives, la nouvelle position de l'isoptère. Pour maintenir l'adaptation rétinienne à l'obscurité, chaque mesure est séparée de la suivante par un séjour de 2 minutes dans l'obscurité complète⁵.

On peut, sans modifier le résultat, inverser l'ordre de l'expérience et rechercher la position de l'isoptère pour la rétine adaptée à l'obscurité d'abord, à la lumière ensuite.

Il résulte de cette première série d'expériences que l'isoptère du test 3/2000 a, pour un éclairage de 3 Lux, 25 à 31 degrés de rayon, lorsque l'œil est adapté à l'obscurité et 3 à 11 degrés seulement lorsque l'œil est adapté à la lumière (tabl. I).

2^e série. L'éclairage de l'écran est de 90 Lux, le diamètre du test est réduit à 1 mm. Lorsque l'éclairage du campimètre atteint une intensité aussi grande, la position de l'isoptère n'est pratiquement plus influencée par l'état d'adaptation de la rétine (tabl. II).

3^e série. Au moyen d'une technique analogue à la précédente, nous avons déterminé l'écart séparant l'« isoptère-rétine éclairée » de l'« isoptère-rétine obscurée » pour des éclairages croissants du campimètre 0.1-3-10-20-30 et 90 Lux. Le diamètre du test varie en sens inverse de l'éclairage de l'écran, de 15 à 1 mm.

Il résulte de ces recherches que l'influence de l'adaptation rétinienne sur la position de l'isoptère est d'autant plus sensible que l'éclairage du campimètre est plus faible (tabl. III). Cette constatation mène à deux conclusions principales.

1^o L'élargissement progressif de l'isoptère, en fonction du temps de séjour à l'obscurité, résulte essentiellement d'une adaptation des bâtonnets puisqu'il atteint son ampleur maximum dans des conditions d'éclairage excluant pratiquement toute intervention des cônes.

⁴ Des contrôles effectués au moyen de l'adaptomètre de *Birch-Hirschfeld* démontrent que la rétine demeure parfaitement adaptée à la lumière pendant la première moitié de l'expérience et à l'obscurité pendant la seconde moitié.

⁵ Cf. note précédente.

TABLEAU I.

Variation de la position de l'isoptère, en fonction de l'adaptation rétinienne sur l'écran de *Bjerrum*, éclaircissement 3 Lux ; test blanc $\frac{3}{2000}$.

Quadrant	Position de l'isoptère		Variation
	de l'œil adapté à la lumière	de l'œil adapté à l'obscurité	
TS	5° 88	25° 45	+ 19° 57
TS	3° 25	24° 80	+ 21° 55
TS	4° 40	27° 90	+ 23° 50
TS	6° 50	30° 90	+ 24° 40
TI	3° 00	28° 45	+ 25° 45
TI	7° 00	28° 40	+ 21° 40
TI	7° 80	26° 40	+ 18° 60
NS	10° 80	26° 10	+ 15° 30
NS	9° 35	26° 25	+ 16° 90
NS	9° 50	27° 50	+ 18° 00
NI	3° 60	27° 50	+ 23° 90
NI	6° 80	29° 00	+ 22° 20
NI	6° 10	26° 00	+ 19° 90

TS : temporal supérieur ; TI : temporal inférieur.

NS : nasal supérieur ; NI : nasal inférieur.

Chaque chiffre est la moyenne de 5 mesures.

TABLEAU II.

Variation de la position de l'isoptère, en fonction de l'adaptation rétinienne, sur l'écran de *Bjerrum*, éclaircissement 90 Lux ; test blanc $\frac{1}{2000}$.

Quadrant	Position de l'isoptère		Variation
	de l'œil adapté à la lumière	de l'œil adapté à l'obscurité	
TS	22° 75	23° 50	+ 0° 75
TS	17° 00	19° 25	+ 2° 25
TS	22° 50	24° 00	+ 1° 50
TS	19° 22	20° 10	+ 0° 88
TI	19° 80	21° 75	+ 1° 95
TI	29° 70	32° 90	+ 3° 20
NS	18° 75	20° 55	+ 1° 80
NS	19° 40	20° 15	+ 0° 75
NS	16° 75	18° 05	+ 1° 30
NS	24° 04	24° 30	+ 0° 26
NI	27° 00	26° 90	— 0° 10
NI	20° 40	18° 85	— 1° 55
NI	21° 75	22° 45	+ 0° 70
NI	18° 20	18° 25	+ 0° 05
NI	19° 55	19° 10	— 0° 45

TS : supéro-temporal ; TI : inféro-temporal.

NS : supéro-nasal, NI : inféro-nasal.

Chaque chiffre est la moyenne de 5 mesures.

2° L'adaptation rétinienne modifie considérablement la position de l'isoptère lorsque l'éclairement de l'écran est inférieur à 30 Lux ; son influence est, par contre, peu sensible lorsque l'éclairement est supérieur à 30 Lux. Lorsque, en clinique, on recourt à la périmétrie en lumière atténuée, il importe, pour obtenir des

TABLEAU III.

Variations de la position de l'isoptère, en fonction de l'adaptation rétinienne sur l'écran de Bjerrum, éclairement 90, 30, 20, 10, 3, 0,1 Lux.

Eclairement de l'écran (Lux)	Test	Position de l'isoptère		Variation	Moyenne
		de l'œil adapté à la lumière	de l'œil adapté à l'obscurité		
90	1/2000	19° 40	20° 15	+ 6° 75	+ 0° 58
		16° 75	18° 05	+ 1° 30	
		24° 04	24° 30	+ 0° 26	
		27° 00	26° 90	- 0° 10	
		21° 75	22° 45	+ 0° 70	
30	1,7/2000	17° 25	19° 50	+ 2° 25	+ 3° 15
		22° 50	25° 00	+ 2° 50	
		20° 00	23° 60	+ 3° 60	
		21° 70	25° 50	+ 3° 80	
		23° 70	27° 30	+ 3° 60	
20	2/2000	18° 50	21° 50	+ 3° 00	+ 4° 96
		20° 50	26° 00	+ 5° 50	
		18° 40	23° 70	+ 5° 30	
		20° 00	27° 00	+ 7° 00	
		23° 40	27° 40	+ 4° 00	
10	2,7/2000	16° 20	22° 20	+ 6° 00	+ 6° 64
		20° 00	27° 00	+ 7° 00	
		14° 40	23° 00	+ 8° 60	
		16° 00	24° 30	+ 8° 30	
		24° 40	27° 70	+ 3° 30	
3	4/2300	3° 60	27° 50	+ 23° 90	+ 26° 18
		9° 50	27° 50	+ 18° 00	
		9° 35	26° 25	+ 16° 90	
		6° 10	26° 00	+ 19° 90	
		6° 80	29° 00	+ 22° 20	
0,1	15/2000 *	14° 00	55° 00	+ 41° 00	+ 40° 00
		10° 00	54° 00	+ 44° 00	
		11° 00	52° 00	+ 41° 00	
		7° 00	47° 00	+ 40° 00	
		13° 00	47° 00	+ 34° 00	

* Les mesures des éclairements supérieurs à 3 Lux sont précises ; la mesure de l'éclairement de 0,1 Lux n'est qu'approximative.

résultats constants, d'adapter soigneusement le patient en le faisant séjourner pendant 15 minutes en face de l'écran muni de l'éclairage qu'on se propose d'utiliser.

Etude de l'adaptation rétinienne par la mesure de la position des isoptères enregistrés sur un écran de Bjerrum faiblement éclairé.

A. Recherches chez le sujet normal.

Les constatations relatées ci-dessus nous ont incités à rechercher l'existence d'un rapport quantitatif entre l'état d'adaptation rétinienne d'une part et la position de l'isoptère d'autre part.

Nos mesures portent sur 24 sujets, des deux sexes, âgés de 20 à 50 ans, exempts d'affection oculaire et d'amétropie. Afin d'éliminer toute héméralopie carencielle, nous avons sélectionné des personnes bien nourries, ingérant quotidiennement un minimum de 20 à 30 gr. de beurre sur un total approximatif de 35 à 75 gr. de lipides. Il importe toutefois de noter que ces sujets étaient, pour la plupart, totalement privés de lait et d'œufs⁶.

L'expérience s'effectue de la façon suivante. Le sujet est préalablement adapté à la lumière (10 minutes, 3000 Lux). Il se place ensuite en face de l'écran de *Bjerrum* faiblement éclairé (3 Lux). L'isoptère est enregistré de minute en minute au moyen d'un test blanc 2/2000 déplacé en direction centripète, le long du méridien nasal horizontal du champ visuel. Le sujet ferme les yeux entre chaque mesure⁷. La courbe de l'élargissement de l'isoptère en fonction du degré d'adaptation rétinienne est tracée en portant en ordonnée la position de l'isoptère et en abscisse le temps. Dans les conditions expérimentales décrites, cette courbe s'élève rapidement pendant les dix premières minutes, plus lentement pendant les cinq minutes suivantes. En moyenne, l'isoptère cesse de s'élargir après quinze minutes de séjour à l'obscurité (graph. 1). Les courbes individuelles des 24 sujets choisis sont proches les unes des autres. Il est aisé de délimiter une « *bande de dispersion physiologique* ». Une courbe située en dessous de cette bande est pathologique et signifie que l'élargissement de l'isoptère est anormalement lent et insuffisant. Nous verrons dans

⁶ Ces recherches ont été effectuées pendant la guerre.

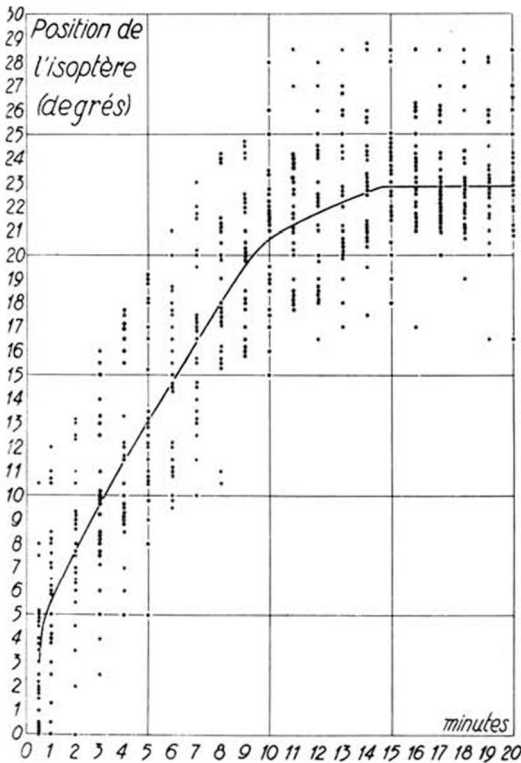
⁷ Des contrôles effectués au moyen de l'adaptomètre de *Birch-Hirschfeld* démontrent que, dans ces conditions, l'adaptation s'effectue aussi rapidement que chez le sujet plongé de façon constante dans l'obscurité complète.

la suite que ce ralentissement et cette insuffisance de l'élargissement de l'isoptère sont des signes de cécité crépusculaire.

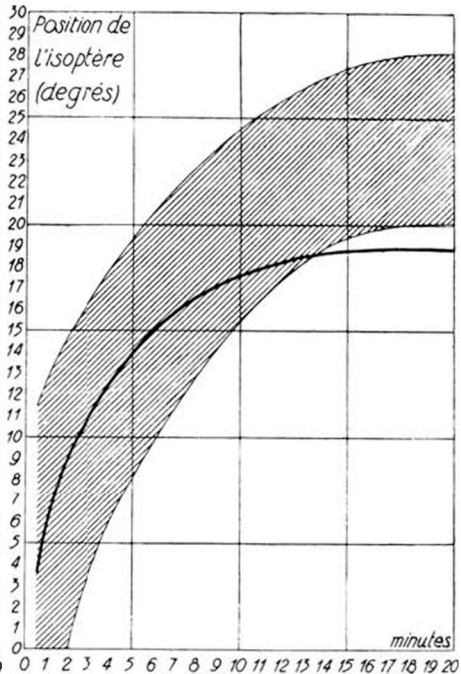
Chez le sujet normal, certaines conditions peuvent, physiologiquement, modifier l'élargissement de l'isoptère. Il importe de les connaître avant d'appliquer la méthode à l'étude de cas pathologiques.

a) Age du sujet.

Entre 20 et 50 ans, l'âge ne modifie pas l'élargissement de l'isoptère. C'est ce qui résulte de la comparaison des courbes moyennes obtenues en groupant nos sujets par décades successives : 20 à 30, 30 à 40, 40 à 50 ans. Chez le sujet plus âgé peut survenir une héméralopie plus ou moins accusée, se traduisant



Graph. 1. Courbe normale de l'élargissement de l'isoptère enregistré en lumière atténuée, en fonction du temps de séjour à l'obscurité (moyenne de 24 sujets sains).



Graph. 2. Courbe pathologique de l'élargissement de l'isoptère enregistré en lumière atténuée, en fonction du temps de séjour à l'obscurité (moyenne de 8 indigents carencés). En gris : La bande de dispersion physiologique.

par un rétrécissement concentrique du champ visuel enregistré en lumière atténuée. Les causes de ce phénomène sont multiples : sénescence cristallinienne, artériosclérose rétinienne ; nous envisagerons, dans la suite, le rôle du myosis.

b) Sexe du sujet.

Il est sans influence appréciable.

c) Œil droit, œil gauche.

A l'état normal, la courbe d'élargissement de l'isoptère de l'œil droit est identique à celle de l'œil gauche. La comparaison de ces courbes nous a, fréquemment, fourni d'utiles renseignements lorsque l'hésperanopie résulte d'une affection oculaire unilatérale. Ce fut le cas récemment chez un patient opéré de décollement rétinien, guéri et qui ne présentait plus aucune altération des champs visuels en dehors du scotome dû à la chorioretinite opératoire.

d) Moitié temporale, moitié nasale de champ visuel.

L'élargissement de l'isoptère en fonction de l'adaptation à l'obscurité peut être étudié dans tous les quadrants du champ visuel (tabl. I). Toutefois, la moitié nasale se prête mieux à cet examen que la moitié temporale car, dans cette dernière, la présence d'angioscotomes importants et de la tache aveugle peut ralentir momentanément le phénomène, sans toutefois modifier la position finale de l'isoptère⁸.

En comparant chez certains malades l'élargissement de l'isoptère dans différents quadrants du champ visuel, nous avons décelé en l'absence de tout déficit campimétrique, une héméralopie limitée à certaines portions de la rétine. C'est le cas, par exemple, dans la portion centro-caecale de la rétine de malades atteints de névrite nicotinique en voie de guérison.

e) Mydriase, myosis.

L'instillation de pilocarpine et d'homatropine modifie l'inclinaison de la première portion de la courbe, sans altérer considérablement la position finale de l'isoptère. La pilocarpine accélère

⁸ L'un de nous a montré que l'emploi d'un écran faiblement éclairé facilitait la mise en évidence des angioscotomes (Weekers et Humblet [9]).

l'élargissement de l'isoptère tandis que l'homatropine le ralentit. Le myosis et la mydriase semblent agir par une modification de l'adaptation préalable à la lumière, mais cette interprétation, pour être certaine, devrait être confirmée par de nouvelles recherches.

B. Recherches chez le sujet héméralope.

Les expériences précédentes démontrent que l'élargissement de l'isoptère pendant l'adaptation de la rétine à l'obscurité résulte, en ordre principal, de l'enrichissement des bâtonnets en pourpre rétinien. Différents auteurs (*Wald*, 8 ; *Krause*, 2 ; *Verrier* et *Pannier*, 7) s'accordent pour admettre que le pourpre rétinien contient entre autres constituants de la vitamine A ou un caroténoïde. On sait qu'une avitaminose A expérimentale, complète et prolongée, est une cause d'héspanopie. Celle-ci est réversible et disparaît rapidement peu après le retour à un régime non carencé.

L'existence d'une héméralopie par carence alimentaire ne peut être mise en doute, mais il n'est pas prouvé, de façon certaine, que le défaut d'adaptation à l'obscurité, recherché par les méthodes cliniques usuelles, constitue un test précoce d'un déficit alimentaire en carotène ou en lipides, et il n'a pas été possible, en règle générale, de démontrer l'existence d'un rapport étroit entre le taux de la carotinémié et la qualité de la vision crépusculaire. La génèse de l'héméralopie carencielle est complexe et les très nombreuses recherches effectuées à ce sujet, au cours de ces dernières années, n'ont pas apporté de solution définitive au problème.

Pendant l'hiver 1940-1941, la population belge a souffert d'une dénutrition très grave. La situation alimentaire s'est quelque peu améliorée dans la suite en restant précaire, pendant toute la durée de la guerre et au cours des trois mois succédant à la fin de celle-ci. Ces tristes circonstances nous ont donné l'occasion de rechercher si la méthode décrite dans ce travail pouvait déceler la c cilit  crépusculaire de sujets carencés. Pour permettre la comparaison avec les résultats obtenus précédemment chez les individus sains, nous avons choisi des patients âgés de 20 à 50 ans, emmétropes, sans altération visible des milieux transparents ou des membranes profondes de l'œil. Nos recherches portent principalement sur trois groupes différents, assez homogènes. Le premier groupe est constitué d'*indigents* fréquentant la polyclinique

hospitalière : le deuxième, de *détenus* incarcérés dans une prison de la ville et ne recevant de l'extérieur aucune ration alimentaire supplémentaire ; le troisième réunit des *déportés politiques* rentrant de camps de concentration allemands. L'emploi de la technique que nous avons décrite met en évidence chez tous ces sujets un rétrécissement concentrique de l'isoptère dont l'importance est, en règle assez générale, proportionnelle à l'hyponutrition. Ce rétrécissement est un symptôme de cécité crépusculaire.

1^{er} groupe : Indigents de polyclinique hospitalière.

Leur régime alimentaire se caractérise par un manque de protéines et de graisses, compensé partiellement par une richesse relative en hydrates de carbone. La valeur calorique de la ration quotidienne n'a pu être calculée avec une rigueur suffisante. Nos recherches portent sur 8 sujets parmi lesquels les uns semblent bien portants, malgré le déséquilibre alimentaire ; les autres sont maigres et affaiblis.

La mesure de l'adaptation à l'obscurité se fait par la technique que nous considérerons dorénavant comme standard : 10 minutes à 3000 Lux, puis enregistrement de la position de l'isoptère en fonction du temps de séjour à l'obscurité sur l'écran de *Bjerrum*, 3 Lux, avec le test blanc 2/2000. Les courbes d'élargissement du champ visuel sont groupées en une courbe moyenne. Celle-ci est peu altérée dans sa portion initiale mais est sensiblement abaissée dans sa portion terminale (graph. 2). L'élargissement de l'isoptère est insuffisant, quelle que soit la durée du séjour dans l'obscurité. La contraction du champ visuel n'existe que dans la pénombre ; elle disparaît dès qu'on augmente l'éclaircissement du campimètre (40 Lux, par ex.). On ne peut donc l'attribuer à un phénomène psychique, asthénie ou dépression nerveuse. Nous la considérons comme un signe de cécité crépusculaire. Cette conclusion est en plein accord avec les résultats des recherches de *Livingston*.

2^e groupe : Sujets incarcérés dans une prison.

Qualitativement, leur régime alimentaire se caractérise également par un manque de protéine et de graisses et par une richesse relative en hydrates de carbone. Quantitativement, le déficit calorique semble en général plus accusé que dans le groupe précé-

dant (1500 à 2000 C. par 24 heures), mais est partiellement compensé par l'inaction. La durée de l'incarcération, au moment de nos examens, varie de 6 à 8 mois. L'hyponutrition se traduit par une réduction notable de la cholestérolémie. La protéinémie et l'hémoglobémie sont, par contre, normales (tabl. IV).

TABLEAU IV.
Composition du sang chez des sujets hespéranopes.

		Nombre de dosages	Valeur mini- mum	Valeur maxi- mum	Valeur moyenne	Valeur normale
Cholestérine	gr./litre	7	0,52	0,89	0,76	1,2 et 1,8
Protéines	gr./litre	7	61,5	79,0	70,0	65 à 75
Hémoglobine	gr./litre	5	15,5	16,6	15,9	14 à 16

La courbe moyenne des résultats obtenus chez 8 sujets est pathologique tant dans sa portion initiale, dont l'inclinaison est insuffisante, que dans sa portion terminale, qui est abaissée. L'élargissement de l'isoptère s'opère trop lentement au début du séjour à l'obscurité et demeure insuffisant à la fin de celui-ci (graph. 3). Ces symptômes sont ceux d'une cécité crépusculaire très accusée.

3^e groupe : Déportés politiques rentrant de camps de concentration allemands.

Tous ces sujets ont souffert de la famine. Certains d'entre eux ont dû fournir pour le surplus un travail épuisant. Leur amaigrissement après 2 à 3 ans de captivité est considérable.

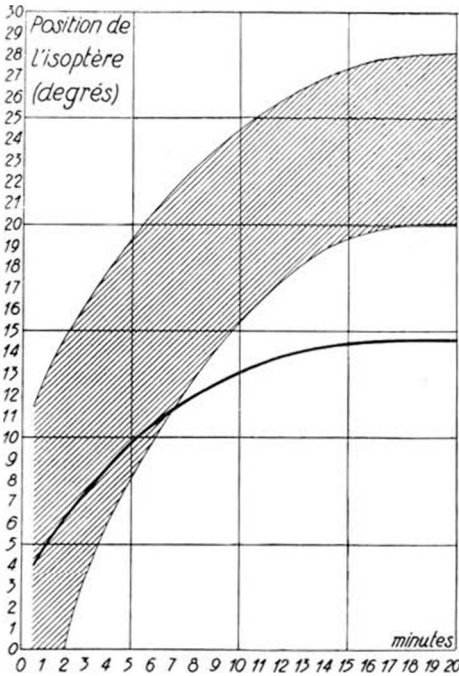
La courbe moyenne des résultats obtenus chez 13 sujets montre une hespéranopie modérée, moins accusée que celle que nous prévoyions (graph. 4, A). Cette constatation s'explique, vraisemblablement, de la façon suivante. En aucun cas, nous n'avons eu l'occasion d'examiner les déportés politiques à la date même de leur libération. Au moment de notre premier examen, ils avaient tous reçu, pendant 4 à 6 semaines, la copieuse ration alimentaire des soldats de l'une ou l'autre armée alliée. Or, les recherches expérimentales et cliniques démontrent unanimement que l'hespéranopie carencielle rétrocede très rapidement lorsque cesse le déficit alimentaire. Il y a tout lieu de croire que l'adaptation rétinienne à l'obscurité était déjà en voie d'amélioration, lorsque nous l'avons mesurée. Ce qui confirme cette supposition et démontre la valeur de la méthode décrite, c'est que 2 à 3 mois plus tard, chez ces

mêmes sujets, l'élargissement de l'isoptère se faisait normalement ; toute trace de cécité crépusculaire avait disparu (graph. 4, B).

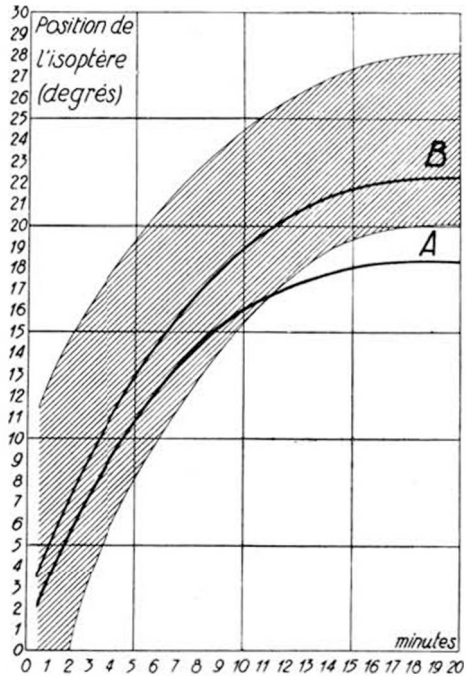
Discussion.

La méthode que nous avons décrite pour mesurer l'adaptation à l'obscurité et déceler une hespéranopie éventuelle diffère, dans son principe, des méthodes usuelles.

La plupart des adaptomètres employés actuellement (*Nagel, Engelking, Birch-Hirschfeld*, par ex.) se composent essentiellement d'une source lumineuse d'intensité variable. On mesure l'adaptation rétinienne, après éclaircissement préalable de l'œil, en déterminant l'intensité lumineuse du seuil liminaire d'excitation



Graph. 4. Courbes d'élargissement de l'isoptère enregistré en lumière atténuée, en fonction du temps de séjour à l'obscurité (moyenne de 13 déportés dans des camps de concentration). A : 4 à 6 semaines après leur libération. B : 2 à 3 mois après leur libération. En gris : La bande de dispersion physiologique.



Graph. 3. Courbe pathologique de l'élargissement de l'isoptère enregistré en lumière atténuée, en fonction du temps de séjour à l'obscurité (moyenne de 8 détenus d'une prison). En gris : La bande de dispersion physiologique.

en fonction du temps de séjour à l'obscurité. Cette intensité s'abaisse d'autant plus que le temps d'obscurité se prolonge⁹.

Dans notre épreuve la quantité de lumière réfléchie par le test servant de stimulus est constante. Nous utilisons, en effet, un index blanc dont la surface et l'éclairement demeurent inchangés pendant toute la durée de la mesure. Ce qui varie, c'est l'endroit de la rétine où le test est perçu. L'expérience montre que cet endroit est d'autant plus périphérique que l'adaptation à l'obscurité est plus avancée. L'isoptère, étroit après éclaircissement de la rétine, s'élargit en fonction du temps de séjour dans la chambre noire. Nous avons pu établir un rapport quantitatif entre la position de l'isoptère et le degré d'adaptation rétinienne.

La signification de la courbe exprimant l'élargissement progressif de l'isoptère en fonction du temps de séjour à l'obscurité nous semble différente, en partie du moins, de celle des courbes photométriques usuelles. Plusieurs travaux, ceux de *Hecht* entre autres, amènent à distinguer, dans ces courbes, deux parties : la première correspond à l'adaptation des cônes ; la seconde à l'adaptation des bâtonnets. Les variations de position de l'isoptère au cours de l'adaptation rétinienne dépendent, en ordre principal, de la teneur en pourpre rétinien des bâtonnets. Le rôle de l'adaptation des cônes serait accessoire. L'élargissement de l'isoptère est, en effet, d'autant plus accusé que l'écran est plus faiblement éclairé. Cet élargissement, négligeable pour un éclaircissement de 90 Lux, devient sensible pour un éclaircissement de 30 Lux et est très important pour un éclaircissement de 3 Lux ; il atteint sa valeur maximum dans des conditions expérimentales excluant, pratiquement, toute intervention des cônes (éclairage de l'écran de 0,1 Lux, approximativement) ; (tableau III).

Comme toute méthode subjective, la technique dont nous préconisons l'emploi demande la collaboration du patient mais elle ne requiert pas de celui-ci des qualités exceptionnelles. La précision des réponses obtenues chez les malades de polyclinique hospitalière nous a souvent agréablement surpris.

Pour pouvoir comparer les résultats obtenus, par plusieurs opérateurs, chez des personnes différentes, il importe que la technique d'enregistrement soit rigoureusement standardisée. L'adaptation préalable à la lumière doit être toujours identique et inté-

⁹ Nous omettons, dans ce bref exposé, l'étude de l'adaptation par lecture d'optotypes à contrastes progressivement décroissants.

resser, à un égal degré, toute la surface de la rétine. L'emploi de la sphère que nous avons décrite est utile. L'éclairement de l'écran doit être soigneusement étalonné et demeurer constant. Il est nécessaire de rafraîchir, occasionnellement, la couleur blanche du test.

Nous distinguons, conventionnellement, deux portions, l'une initiale, l'autre terminale, dans la courbe qui traduit l'élargissement de l'isoptère en fonction du temps de séjour à l'obscurité. — La seconde, celle qui exprime la position de l'isoptère après adaptation à l'obscurité, est la plus utile pour déceler la cécité crépusculaire. Chez le sujet non héméralope, adapté à l'obscurité, le test blanc 2/2000, déplacé sur l'écran de *Bjerrum*, éclairement 3 Lux, est situé à 20-26 degrés du point de fixation. Nos recherches montrent que cet isoptère est sensiblement rétréci, même lorsque l'hésperanopie est discrète et que le degré de rétrécissement est étroitement proportionnel à la gravité du symptôme. Ces conclusions confirment et complètent celles de *Livingston* (3). Cet auteur, en effet, décèle chez un sujet carencé en vitamine A un rétrécissement considérable du champ visuel, lorsque celui-ci est étudié dans l'obscurité complète au moyen de tests, faiblement lumineux.

Ce n'est qu'en cas de cécité crépusculaire accusée que la portion initiale de la courbe s'altère à son tour. Son inclinaison devient moins forte, l'élargissement de l'isoptère est non seulement insuffisant mais encore trop lent. L'adaptation à l'obscurité est incomplète et, de plus, retardée. *Livingston* n'a pas, à notre connaissance, étudié la phase initiale de l'élargissement de l'isoptère.

D'un point de vue, autre que l'étude de la cécité crépusculaire, nos recherches comportent certaines conclusions utiles. La campimétrie et la périmétrie prennent en ophtalmologie et en neuro-chirurgie une place de plus en plus importante. Le but louable de nombreux chercheurs est d'affiner les méthodes afin de pouvoir déceler, aussi précocement que possible, le moindre déficit fonctionnel de la rétine ou des voies optiques. C'est dans ce but qu'on a préconisé autrefois l'emploi de tests colorés, puis, plus récemment, de tests blancs extrêmement petits. A ces deux techniques, qui l'une et l'autre présentent des inconvénients sérieux, nous préférons l'usage de tests blancs, de diamètre moyen, très faiblement éclairés. *Nous sommes convaincus que la campimé-*

métrie en lumière atténuée constitue, dans l'état actuel de la question, la méthode de choix pour déceler des scotomes de faible densité mais il importe de savoir, lorsqu'on y recourt, que l'état d'adaptation rétinienne est susceptible de modifier la position des isoptères et que la cécité crépusculaire peut rétrécir considérablement le champ visuel.

Résumé.

L'état d'adaptation de la rétine modifie considérablement la position des isoptères quand ceux-ci sont enregistrés en lumière atténuée (moins de 30 Lux) ; il est pratiquement sans influence quand le campimètre est muni de l'éclairement usuel (plus de 30 Lux).

L'élargissement progressif du champ visuel, enregistré en lumière atténuée, en fonction de la durée de séjour à l'obscurité, est une excellente mesure de l'adaptation des bâtonnets.

La contraction du champ visuel enregistré en lumière atténuée est un test quantitatif, sensible et précis, de cécité crépusculaire.

Certaines carences alimentaires portant surtout sur les protéines et sur les lipides déterminent un rétrécissement concentrique du champ visuel enregistré en lumière atténuée.

La campimétrie en lumière atténuée constitue, dans l'état actuel de la question, la méthode de choix pour déceler des scotomes de faible densité, mais il importe de savoir, lorsqu'on y recourt, que l'état d'adaptation rétinienne est susceptible de modifier la position des isoptères et que la cécité crépusculaire peut rétrécir considérablement le champ visuel.

Zusammenfassung.

Der Adaptionszustand der Netzhaut verändert in beträchtlichem Ausmaß die Lage der Isopteren, sofern diese bei herabgesetzter Beleuchtung (weniger als 30 Lux) registriert werden; er ist praktisch ohne Bedeutung, wenn das Campimeter unter gewöhnlicher Beleuchtung (mehr als 30 Lux) steht.

Die zunehmende Erweiterung des Gesichtsfeldes, bei herabgesetzter Beleuchtung aufgenommen, ist, als Funktion der Dauer des Dunkelaufenthaltes, ein ausgezeichnetes Maß für die Stäbchenadaptation.

Die Verengung des Gesichtsfeldes bei herabgesetzter Beleuchtung ist ein quantitativer, empfindlicher und genauer Test für Nachtblindheit.

Gewisse Ernährungsausfälle, hauptsächlich von Proteinen und Lipiden, bedingen eine konzentrische Verengung des Gesichtsfeldes bei herabgesetzter Beleuchtung.

Die Gesichtsfeldmessung bei herabgesetzter Beleuchtung ist beim gegenwärtigen Stand des Problems die Methode der Wahl, um Skotome von geringer Dichte zu entdecken; wichtig ist aber, wenn man sich ihrer bedient, zu wissen, daß der Zustand der Netzhautadaptation geeignet ist, die Lage der Isopteren zu ändern, und daß Nachtblindheit das Gesichtsfeld erheblich einengen kann.

Summary.

The state of retinal adaptation can alter the position of the isopteres considerably if these are measured in reduced illumination (less than 30 Lux); if the campimeter gets normal light, this is unimportant. During reduced illumination one finds a progressive increase in the field of vision, this is an excellent test for the adaptation of the rods.

The contraction of the field in lessened illumination constitutes a reliable and sensitive quantitative test for nightblindness.

Certain deficiencies, chiefly proteins and lipoids, cause a concentric contraction of the field when illumination is reduced.

At the present the measurement of the field of vision in reduced light is the favoured method of discovery for scotomata of slight intensity; it is, however, important to know that the state of retinal adaptation tends to alter the position of the isopteres, and that nightblindness can cause a definite contraction of the field of vision.

Bibliographie.

1. Hecht, S., J. gener. Physiol. 2, 499, 1920 et 4, 113, 1921; Physiol. Rev. 17, 239, 1937. — 2. Krause, A. C., Arch. of Ophth. 18, 807, 1937. — 3. Livingston, P. C., Lancet 1944, 33. — 4. Müller, H. K., Schultz, H. J., Lautsch, J., Kl. Mbl. Augenhlk. 104, 649, 1939. — 5. Scheyhing, H., Arch. f. Ophth. 143, 137, 1941. — 6. Traquair, An Introduction to clinical Perimetry, London, H. Kimpton, 1942. — 7. Verrier, M. L., Pannier, Bull. Soc. Ophth. Paris 1936, 569. — 8. Wald, G., J. gener. Physiol. 18, 905, 1935 et 19, 781, 1936. — 9. Weekers, R., Humblet, M., C. R. Soc. belge Biolog. décembre 1944 et Ophthalmologica 110, 43, 1945. — 10. Weekers, R., Roussel, F., C. R. Soc. belge Biolog. décembre 1944 et mars 1945. La Presse médicale, Paris 48, 656, 1945.