

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

L'Angioscotome physiologique¹.

Par ROGER WEEKERS² et MAX HUMBLET.

Il existe, à l'état normal, dans le champ visuel monoculaire des scotomes de deux types : la tache aveugle et les angioscotomes. La tache aveugle correspond à la projection, dans le champ visuel, d'une portion de rétine complètement dépourvue d'éléments photo-récepteurs. Elle constitue, pour cette raison, un scotome absolu décelable par les méthodes les plus simples, avec les tests les plus grands. Sa découverte est ancienne (1668) et est due à *Mariotte*. Les angioscotomes résultent de la présence de vaisseaux dans les couches superficielles de la rétine. Ces vaisseaux interceptent les rayons lumineux et projettent une ombre sur la couche ininterrompue des cônes et des bâtonnets. Les scotomes de provenance vasculaire ne sont absolus que dans des conditions d'enregistrement précises que nous exposerons dans ce travail. Ils sont difficiles à déceler. Leur existence, soupçonnée il y a longtemps déjà, par différents chercheurs n'a, en fait, été révélée qu'en 1926 par *Evans*. Celui-ci a démontré que, dans différentes conditions expérimentales et cliniques, les angioscotomes s'élargissent et peuvent être le point de départ de lacunes visuelles importantes. C'est le cas, par exemple, par compression de l'œil congénère, par inclinaison de la tête, au cours de la stase jugulaire et de l'hypertension céphalo-rachidienne, par ralentissement de la respiration et par anoxémie (*Evans*, 4, 5, 6, 7, 8). Il en est encore de même lorsqu'on cocaïnise la muqueuse pituitaire (*Magitot, Dubois*, 10) ; au cours des affections sinusiennes (*Dimsitz et Iljin*, 2) ; de l'ingestion de sulfamidés (*Rosenthal*, 13) ; du traitement par les sels d'or (*Dubois*, 3) ; du syndrome commotionnel tardif (*Weekers*, 14, 15, 16) et, enfin, au cours de nombreuses affections oculaires altérant la circulation sanguine rétinienne et la nutrition du tissu nerveux.

¹ Ce travail a fait l'objet de quatre notes préliminaires (*R. Weekers et M. Humblet*, 18).

² Associé du Fonds national belge de la Recherche scientifique.

Le mécanisme de l'élargissement de l'angioscote n'est pas parfaitement connu. Dans la plupart des cas, il ne s'agit ni d'une simple augmentation du calibre vasculaire, ni d'une réplétion anormale ou d'un œdème de l'espace périvasculaire. Le phénomène est complexe et serait dû, d'après *Evans*, à l'anoxémie des synapses unissant les neurones rétinien (6, 7).

En 1940, nous avons repris, au moyen d'une technique personnelle, différente de celle d'*Evans*, l'étude des caractères de l'angioscote physiologique. Nos résultats, qui font l'objet de cette publication, confirment et complètent les travaux d'*Evans*.

Rappel anatomique.

Les branches de bifurcation de l'artère et de la veine centrales de la rétine cheminent à la surface de la couche des fibres optiques immédiatement en dessous de la limitante interne qu'elles soulèvent parfois légèrement.

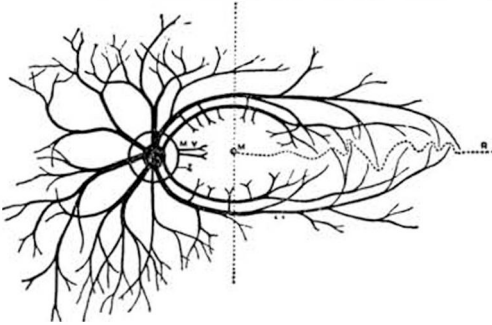


Fig. 1 (d'après *Evans*, 6). Schéma montrant les divisions dichotomiques des vaisseaux rétinien et leur disposition annulaire autour de la macula (M).

Les artères rétinien principales, celles qui ont, en angioscotométrie, l'importance la plus grande, ont un diamètre approximatif de 0,1 mm. Elles possèdent une média formée par trois couches superposées de fibres annulaires et une adventice bien développée. Les veines sont un peu plus larges que les artères.

Artères et veines rétinien sont entourées d'un espace étroit délimité extérieurement par une gaine fibrillaire. La nature du liquide qui remplit cet espace périvasculaire fait, actuellement encore, l'objet de divergences d'opinion. Il s'agirait de lymphe pour les auteurs anciens (*His* et *Schwalbe*, cités par *Redslob*, 12) ; d'un mélange de liquide tissulaire rétinien, de vitré et de liquide céphalo-rachidien pour *Evans* (4, 5, 6, 7).

Les vaisseaux se divisent dichotomiquement dans le plan des fibres optiques et irriguent toute la rétine à l'exception de la fovea centralis et de l'ora serrata. On distingue habituellement quatre groupes de branches artérielles et veineuses : supéro-temporal, inféro-temporal, supéro-nasal, inféro-nasal (figure 1).

Parmi les vaisseaux supéro-temporaux, une artère et une veine dérivent, au-dessus de la macula, une demi-circonférence à concavité infé-

rieure. Parmi les vaisseaux inféro-temporaux, une autre artère et une autre veine, plus ou moins symétriques des précédentes, décrivent en dessous du centre de la rétine une demi-circonférence à concavité supérieure. Les terminaisons de ces vaisseaux s'intriquent du côté temporal de la macula selon une ligne horizontale sinueuse désignée sous le nom de raphé vasculaire (figure 1, *M. R.*). L'anneau ainsi formé est aisément décelable par l'angioscotométrie car il est situé à peu de distance de la macula (15° approximativement) et qu'il est constitué en règle générale, par des vaisseaux de fort calibre. Les artères et les veines qui, en quittant la papille, s'écartent plus ou moins directement de la macula pour irriguer la portion nasale de la rétine, sont plus difficiles à déceler par la campimétrie car leur projection dans le champ visuel est très éloignée du point de fixation.

En plus des divisions dichotomiques dans le plan des fibres nerveuses, les branches de bifurcation de l'artère centrale émettent, vers la profondeur



Fig. 2 (d'après *Evans*, 6). Schéma montrant la situation des vaisseaux rétiens superficiels sous la limitante interne et des réseaux capillaires au niveau des plexiformes interne et externe. La nutrition des cônes et des bâtonnets est assurée par la chorio-capillaire au travers de l'épithélium pigmentaire de la rétine. Les espaces périvasculaires (en pointillé) gaignent les vaisseaux et les capillaires jusqu'au niveau de l'articulation du premier et du deuxième neurone rétinien.

de la rétine, des collatérales qui irriguent le deuxième et le troisième neurone et atteignent, sans la dépasser, la couche plexiforme externe. La circulation rétinienne humaine appartient au type deutéro-tritoneuronal (*Kolmer*, 9). La nutrition des cônes et des bâtonnets est assurée par la circulation choroïdienne. Les collatérales profondes de l'artère centrale de la rétine s'anastomosent entre elles, à deux niveaux différents, par des réseaux capillaires denses (figure 2). Le premier d'entre eux, le plus interne et le plus superficiel, se trouve sur le plan des synapses unissant le deuxième neurone au troisième, c'est-à-dire au niveau de la plexiforme interne. Le second réseau capillaire, plus externe et plus profond, se trouve sur le plan des synapses unissant le premier neurone au deuxième, au niveau de la plexiforme externe. Cette distribution presque élective des capillaires rétiens au niveau des synapses semble confirmer l'hypothèse d'*Evans* d'après laquelle le passage de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre requiert une grande quantité d'oxygène (7, 8). Le mécanisme de la conduction synaptique rétinienne est inconnu. Nous avons suggéré récemment, à la suite de *Nachmansohn* et d'*Anfinsen* l'hypothèse d'une conduction neuro-humorale (*Weekers*, 17).

Il reste à envisager les caractéristiques de la couche photoréceptrice située derrière les vaisseaux rétiniens, en attachant une importance particulière à la proportion des cônes et des bâtonnets. L'étude récente d'Osterberg fournit, à ce sujet, des données précises (11). Le nombre des cônes, maximum au milieu de la fovea centralis, décroît très rapidement dès qu'on s'éloigne du pôle postérieur du globe et ne se modifie plus guère jusqu'à l'ora serrata. Les bâtonnets sont absents du centre de la fovea centralis. Ils apparaissent à peu de distance de celui-ci. Leur nombre croît rapidement vers la périphérie, atteint un maximum à 4-5 mm., c'est-à-dire à 19-24 degrés du centre de la rétine, puis décroît progressivement vers l'ora serrata. Il en résulte que la couche des éléments photo-récepteurs située derrière les vaisseaux entourant la macula (15 à 20 degrés du pôle postérieur) se caractérise par sa richesse en bâtonnets, c'est-à-dire par une grande sensibilité aux excitants lumineux les plus faibles.

Instrumentation.

Après de nombreux essais comparatifs avec le stéréocampimètre d'Evans, nous sommes arrivés à la conclusion que l'écran plan de Bjerrum, placé à une distance d'un mètre, constitue l'instrument de choix pour l'enregistrement des angioscotomes. Cet écran est fait d'une étoffe de laine noire et ne présente de reflets sous aucune incidence. Douze méridiens et cinq circonférences concentriques échelonnées de 5 en 5° jusque 25° sont tracés au moyen de soie noire peu apparente. Pour mesurer de façon précise, en un endroit quelconque du champ visuel, la largeur d'un angioscotome, nous suspendons sur l'écran une règle plate gainée d'étoffe noire, graduée en demi-degrés. Cette règle est mobile et peut être orientée dans toutes les directions.

Le point de fixation du regard est constitué par un trou de 3 mm. de diamètre, percé au centre de l'écran derrière lequel se trouve une ampoule électrique rouge. Lorsqu'on pratique, ainsi que nous le conseillons, l'angioscotométrie en forte et en faible lumière, il est nécessaire que l'intensité lumineuse du point de fixation puisse être modifiée au moyen d'un rhéostat et proportionnée à l'éclairage de l'écran campimétrique. Le point de fixation doit être aisément visible sans être éblouissant. Le choix d'une lumière rouge, stimulant spécifique des cônes, assure une excellente fixation même dans la pénombre.

Le campimètre est éclairé de façon diffuse et uniforme par deux tubes lumineux (*Philips, T. L.*, 1 mètre de long, 220 V., lumière du jour) disposés un peu en arrière du sujet dans des

réflecteurs verticaux, blanc mat. L'intensité de l'éclairage est réglable par interposition d'écrans perforés d'un nombre variable de trous. Grâce à ce dispositif, la qualité de la lumière incidente reste identique quelle que soit l'intensité de l'éclairage. Nos recherches ont été faites avec des éclairages de 80, 40 ou 5 Lux (cellule photoélectrique placée contre l'écran et orientée vers les sources lumineuses³). L'expérience montre que les éclairages faibles facilitent la mise en évidence des angioscotes physiologiques.

Les tests, de 1 à 15 mm. de diamètre, sont blanc mat; leurs manches sont noirs, gainés de laine. Le choix de la dimension de l'index est régi par différents facteurs: calibre du vaisseau, éclairage de l'écran, dont nous exposerons l'importance dans la suite. Nous désignons le test choisi par sa valeur angulaire. Celle-ci s'exprime conventionnellement par une fraction dont le numérateur est le diamètre de l'index, en millimètres et le dénominateur la distance de l'œil du sujet à l'écran, en millimètres (Ex.: 3/1000, test de 3 mm. de diamètre, écran à 1000 mm. du sujet). L'emploi d'index gris est encore à l'étude; celui d'index colorés ne nous a pas semblé utile jusqu'à présent.

Une immobilisation rigoureuse du visage au moyen d'une mentonnière et d'un appui-tête est indispensable. Nous avons même parfois fixé le maxillaire supérieur en prenant l'empreinte des dents sur une plaque en fer à cheval, solidaire de la mentonnière et chargée de matière plastique.

L'œil non examiné est couvert d'une coquille n'exerçant aucune pression.

L'opérateur est vêtu et ganté de noir mat.

Afin de préciser la signification de l'angioscote nous avons, dans quelques expériences, photographié les vaisseaux rétiens au moyen de l'appareil de *Nordenson-Zeiss*. Celui-ci n'inverse pas l'image du fond de l'œil; par contre, l'angioscote correspondant à un vaisseau du quadrant inféro-nasal de la rétine se projette dans le quadrant supéro-temporal du champ visuel. Pour comparer directement l'image du fond de l'œil et le tracé des angioscotes, il est nécessaire d'agrandir la photographie et d'en tracer le calque après l'avoir retournée de haut en bas et de gauche à droite.

³ Nous utilisons actuellement une gamme plus complète d'éclairages: 90, 30, 10, 3 et 0,1 Lux.

Choix du sujet.

L'enregistrement de l'angioscotome physiologique est délicat et demande de la part du sujet examiné, de l'attention et de l'objectivité. Nos recherches portent sur 12 personnes, des deux sexes, bien douées pour les mesures campimétriques, âgées de 22 à 33 ans. Nous n'avons pas étudié systématiquement les variations éventuelles des caractères de l'angioscotome en fonction de l'âge. Les forts amétropes et les sujets présentant une altération des milieux transparents ou des membranes profondes de l'œil ont été écartés. Les amétropes légers portent leur correction optique. Il importe que la monture des lunettes ne gêne pas la perception des tests déplacés à 25° du point de fixation.

La disposition anatomique des vaisseaux réiniens à leur point d'émergence dans l'œil varie considérablement selon les individus. Sont particulièrement favorables à l'étude de l'angioscotome physiologique, les sujets chez lesquels une artère et une veine réiniennes, de fort calibre, non contiguës, suivent en partant d'un des pôles d'une papille optique une direction rectiligne sans donner de collatérale sur un trajet assez long.

Technique d'enregistrement.

L'un de nous a démontré que la position de l'isoptère correspondant à un test déterminé varie, dans certaines conditions en fonction de l'adaptation réiniennne (*Weekers, Roussel, 19*). Afin d'éviter une modification de l'angioscotome sous l'influence des changements d'adaptation, il est utile, avant la première mesure, de faire séjourner le sujet pendant 10 à 15 minutes en face de l'écran de *Bjerrum* muni de l'éclaircissement que l'on se propose d'utiliser. La même période d'adaptation doit être répétée si, au cours de l'examen, on modifie l'intensité d'éclaircissement du campimètre.

Pour éviter une fatigue excessive, les mesures doivent être interrompues pendant quelques secondes, de minute en minute. La durée d'une séance ne dépassera pas 30 à 45 minutes.

La vitesse de déplacement des index a une grande importance. Lorsqu'elle est trop élevée, la brève éclipse au niveau de l'angioscotome passe inaperçue; lorsqu'elle est trop faible, la sensation visuelle s'atténue ou disparaît quel que soit l'endroit où se trouve le test dans le champ visuel, même en dehors de l'angioscotome. Après divers essais, nous avons adopté une vitesse

d'un degré par 2 secondes. A cette vitesse, l'index disparaît pendant 2 secondes lorsqu'il traverse un angioscotome large d'un degré. Cette éclipse est aisément perçue si le sujet est attentif et si la fixation du regard est parfaite.

Il est important de rendre aussi évidentes que possible la disparition et la réapparition du test en abordant l'angioscotome perpendiculairement à son grand axe. Nous confirmons ce fait essentiel sur lequel insiste *Evans* ; un scotome vasculaire même important peut être méconnu s'il est traversé obliquement (fig. 3). Pour enregistrer les angioscotomes des artères et des veines qui

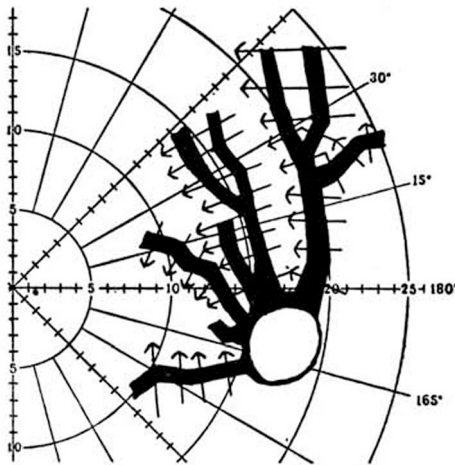


Fig. 3. Enregistrement des angioscotomes physiologiques sur l'écran de Bjerrum. ♀, 22 ans, œil droit, éclaircissement 40 Lux, test blanc 1/1000. Le test est déplacé dans le sens et la direction indiqués par les flèches.

constituent à 15° de la macula un anneau vasculaire, on déplace l'index radiairement soit du centre du champ visuel vers la périphérie ; soit en sens inverse, de la périphérie vers le centre. De façon systématique, nous avons adopté une direction centripète. Il est indiqué de commencer aux pôles de la tache aveugle là où les vaisseaux sont volumineux et groupés les uns près des autres. C'est à cet endroit que les angioscotomes sont les plus aisés à déceler. L'enregistrement campimétrique devient d'autant plus difficile qu'on s'éloigne davantage de la tache de *Mariotte*, car le nombre des angioscotomes croît tandis que leur largeur décroît en fonction des bifurcations vasculaires. La délimitation des angioscotomes, dans la moitié nasale du champ visuel, jusqu'au raphé vasculaire n'est possible que chez les sujets bien doués.

Dans un grand nombre de cas, nous avons déterminé, en plus du tracé des angioscotomes, la largeur précise des lacunes vascu-

lares en un point déterminé de leur trajet. Pour ce faire, nous avons mis au point la technique suivante. On repère, soit à l'ophthalmoscope, soit sur la photographie du fond de l'œil, un ou deux vaisseaux, artère et veine p. ex., qui, sans donner de collatérale, suivent un trajet rectiligne long d'un diamètre papillaire au moins. On enregistre, sur l'écran, les angioscotes correspondants. On fixe, perpendiculairement à leur grand axe, la règle mobile graduée que nous avons décrite précédemment. Après quelques minutes de repos, on mesure la largeur des lacunes visuelles dix fois de suite, de minute en minute, avec le même test, déplacé à une vitesse constante et toujours identique, parallèlement à la règle. Il importe que le sujet reste rigoureusement im-

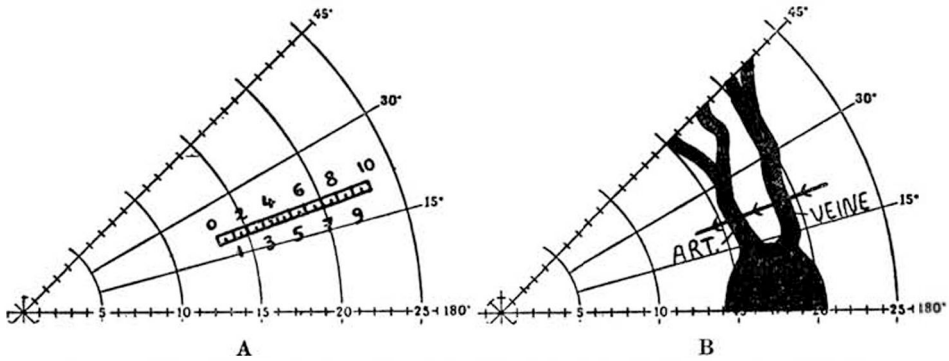


Fig. 4. Mesure de la largeur d'un angioscote artériel et d'un angioscote veineux. A : Position de la règle mobile graduée. B : Tracé des angioscotes (test blanc 1/1000, éclairage 40 Lux).

mobile ; la fixation du maxillaire supérieur par l'empreinte des dents est utile. Les chiffres ainsi obtenus permettent le calcul de la largeur moyenne des angioscotes et l'étude des facteurs susceptibles de modifier celle-ci (fig. 4).

	Angioscotele artériel (degré)	Angioscotele veineux (degré)
1 ^{re} mesure : 17 h. 35	1,00	1,00
2 ^e mesure : 17 h. 36	1,00	1,00
3 ^e mesure : 17 h. 37	0,80	1,00
4 ^e mesure : 17 h. 38	0,75	1,00
5 ^e mesure : 17 h. 39	0,80	1,00
6 ^e mesure : 17 h. 40	1,00	1,25
7 ^e mesure : 17 h. 41	1,00	1,00
8 ^e mesure : 17 h. 42	1,00	1,30
9 ^e mesure : 17 h. 43	1,00	1,00
10 ^e mesure : 17 h. 44	0,75	1,25
Largueur moyenne	0,91	1,08

Résultats.

La figure 5 représente la tache aveugle, les angioscotomes et le raphé vasculaire enregistrés chez un sujet de 24 ans, avec le test 1/1000 et un éclairage de 40 Lux.

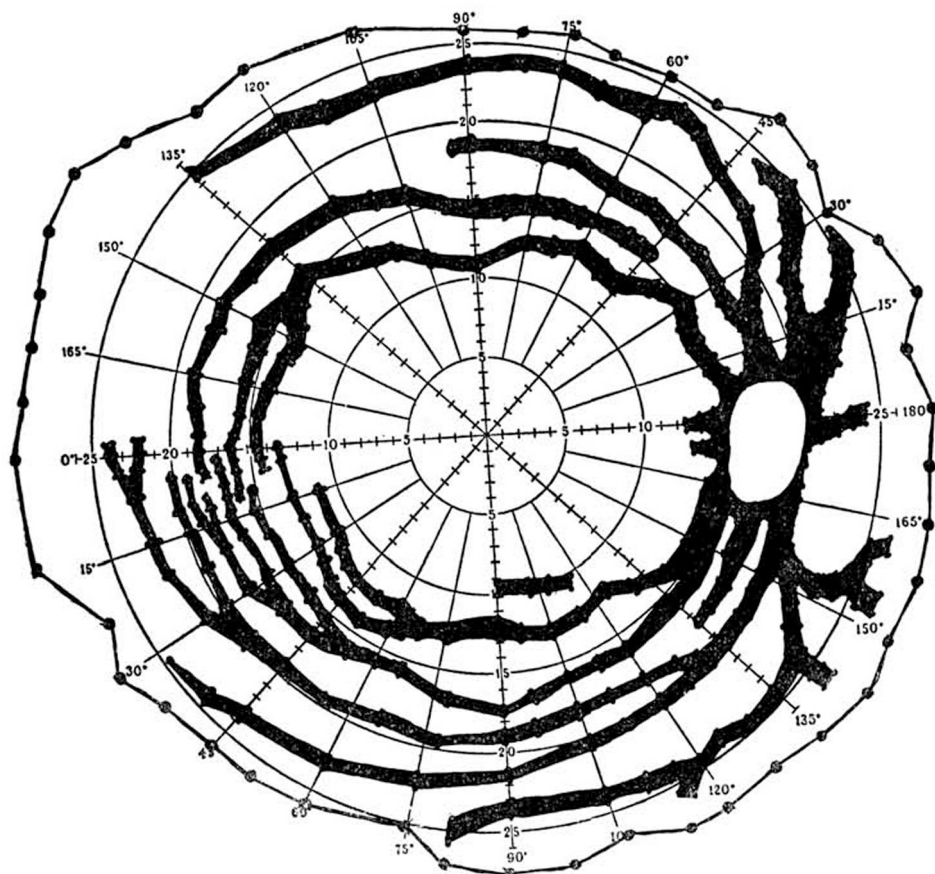


Fig. 5. Enregistrement des angioscotomes physiologiques sur l'écran de Bjerrum. ♀, 24 ans, œil droit, éclairage 40 Lux, test blanc 1/1000. La ligne extérieure est l'isoptère du test utilisé.

Les avantages résultant de l'emploi d'un écran de grandes dimensions sont nombreux :

- a) Des angioscotomes provenant de vaisseaux voisins peuvent être dissociés.
- b) Des lacunes visuelles correspondant à des branches vasculaires de moyenne importance sont aisées à mettre en évidence.
- c) La précision de l'enregistrement est satisfaisante tant pour

la localisation des angioscotomes dans le champ visuel que pour l'appréciation de leurs dimensions.

d) L'opérateur peut, d'une façon constante, surveiller la direction du regard du sujet examiné.

e) Les tests ont un diamètre minimum de 1 mm. Leur construction, leur étalonnage et leur entretien sont plus faciles que ceux des index plus petits utilisés sur un écran rapproché.

Afin de préciser la signification, les caractères physiologiques et le degré d'exactitude des tracés angioscotométriques obtenus sur l'écran de *Bjerrum* nous avons, chez 6 sujets, photographié, les vaisseaux réiniens après avoir enregistré les lacunes visuelles (fig. 6). Les faits établis par ces recherches sont les suivants.

a) Dans l'ensemble, la disposition des angioscotomes est une fidèle reproduction de la disposition des vaisseaux réiniens.

b) La comparaison des tracés angioscotométriques, d'une part ; des données ophtalmoscopiques et photographiques, d'autre part permet d'identifier avec certitude, chez quelques sujets, en des endroits choisis du champ visuel, des angioscotomes de provenance artérielle et des angioscotomes de provenance veineuse.

c) Le tracé des angioscotomes ne constitue toutefois qu'un schéma simplifié de l'image photographique. On constate, en effet, que deux vaisseaux parallèles et contigus ne donnent qu'un angioscotome unique ; que les très fines branches collatérales ne peuvent être mises en évidence ; que des dispositions anatomiques particulières, telle l'enroulement en vrille de deux vaisseaux, les sinuosités, les coudures brusques d'une artère ou d'une veine sont, en règle générale, méconnues. L'enregistrement angioscotométrique est donc d'autant plus facile et d'autant plus fidèle que la disposition des vaisseaux réiniens est plus simple. Il existe, de ce point de vue, des variations individuelles considérables.

Un des objets principaux de nos recherches a été de déterminer la largeur et la densité de l'angioscotome physiologique. Ce travail a un but pratique car les lacunes vasculaires se modifient dans diverses affections oculaires ou générales et sont le point de départ de scotomes pathologiques : les neuroscotomes. Ceux-ci témoignent d'une altération des fonctions nerveuses. La mise en évidence précoce d'un neuroscotome a, toujours, une importance diagnostique et, parfois, une consécration thérapeutique. Elle n'est possible que si les caractères physiologiques de l'angioscotome sont parfaitement définis.

Il résulte de nos mesures que la largeur de l'angioscote est fonction, à l'état normal, de trois facteurs essentiels : largeur du vaisseau, diamètre du test, intensité d'éclairage de l'écran. Nous n'avons pas étudié l'influence de la vitesse de translation de l'index, celle-ci est identique dans toutes nos expériences.

Le rôle prépondérant du premier facteur est évident. Il va de soi que l'angioscote est d'autant plus large que le calibre du

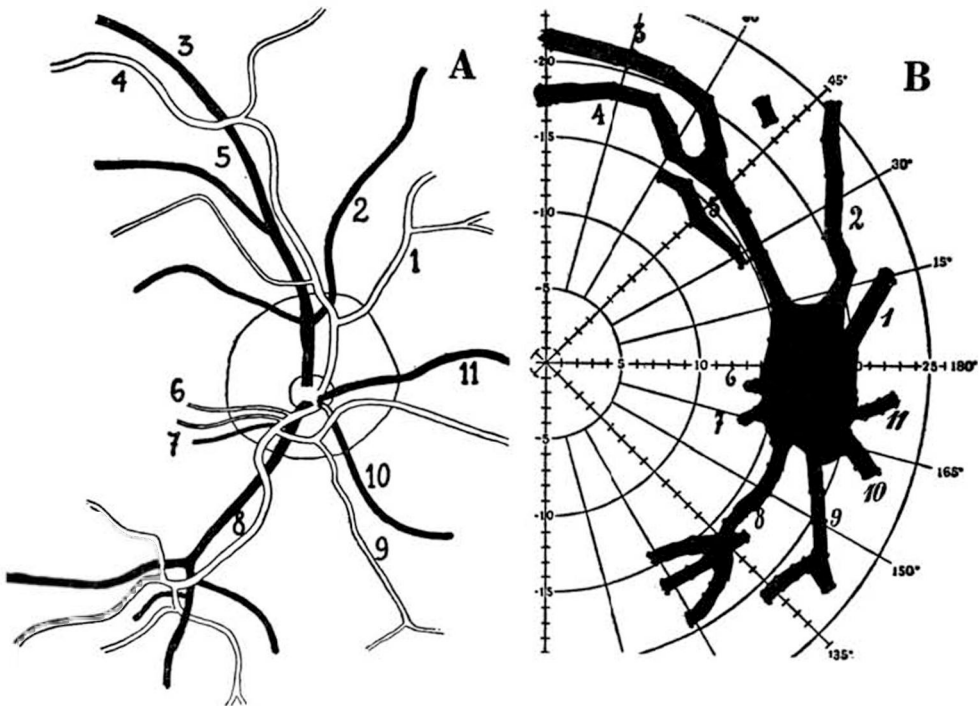


Fig. 6. Photographie du fond de l'œil et angioscotes. A : Calque d'une photographie des vaisseaux rétiniens à leur émergence de la papille optique (artères en blanc, veines en noir). B : Tracé des angioscotes, autour de la tache aveugle, chez le même sujet (écran de Bjerrum, éclairage 40 Lux, test blanc 1/1000). Les chiffres facilitent la comparaison des deux figures.

vaisseau qui en détermine l'existence est plus fort. Les veines étant plus larges que les artères, les angioscotes veineux sont un peu plus larges que les angioscotes artériels. Cette différence, toutefois, est minime (fig. 4).

Les deuxième et troisième facteurs : diamètre du test et intensité de l'éclairage de l'écran, doivent être étudiés simultanément car leur action est étroitement dépendante l'une de l'autre.

Cette étude permet, en même temps, d'apprécier la densité de l'angioscotome physiologique⁴.

Exemple :

Diamètre du test (mm)	Largeur de l'angioscotome*	
	80 Lux	3 à 5 Lux
1,7	1,35	1,46
3,0	0,75	1,08
5,0	0,00	1,00
7,0	0,00	0,60
10,0	0,00	0,16
15,0	0,00	0,10

* moyenne de 3 mesures.

En règle générale, on ne met en évidence toute la largeur de l'angioscotome que lorsque la quantité de lumière réfléchie par le test est faible. Ce qu'on obtient en utilisant un petit test moyennement éclairé (1/1000 ; 80 Lux) ou, ce qui est préférable, un test moyen, faiblement éclairé (3/1000 ; 5 Lux). S'il en est autrement, l'angioscotome se rétrécit considérablement avant de disparaître. Cette constatation nous a amené à admettre l'existence, dans l'angioscotome, de portions plus denses, vraisemblablement médianes et, de portions moins denses, vraisemblablement latérales, ce qui s'explique aisément : le vaisseau rétinien, étant plus épais au centre que sur ses bords retient plus de lumière dans ses portions axiales que latérales.

La largeur totale de l'angioscotome physiologique, provenant d'un vaisseau isolé, artère ou veine, à peu de distance des pôles de la tache aveugle n'excède pas 1 ou 1,5 degré, c'est-à-dire 2,5 cm. approximativement à une distance d'un mètre. Cependant, comparé à la tache aveugle, l'angioscotome est habituellement plus large que le vaisseau rétinien qui en est la cause comparé à la papille. Nous discuterons plus loin l'interprétation de cette observation.

⁴ La densité se mesure par la grandeur du test pour lequel le scotome est absolu. Lorsqu'une affection rétinienne progresse, la densité du scotome augmente : décelable d'abord avec un petit test seulement, la lacune visuelle, dans la suite, est absolue pour des tests de plus en plus grands.

Nous basant sur un grand nombre d'enregistrements chez des sujets sains et chez des malades, nous considérons comme pathologique, de façon certaine, une lacune visuelle large de 2 à 3 degrés au minimum lorsqu'elle correspond à un vaisseau unique et qu'elle est décelable avec un test de 3/1000 au moins pour un éclairement de 80 Lux et avec un test de 15/1000 pour un éclairement de 3 à 5 Lux.

Lorsque l'éclairement de l'écran dépasse 40 Lux, l'angioscotome physiologique n'a sa largeur maximum que pour des tests plus petits que 2/1000. Il se rétrécit et, de plus, devient relatif ou même est totalement méconnu pour des tests plus grands.

Lorsque l'éclairement de l'écran est inférieur à 5 Lux, l'angioscotome peut garder toute sa largeur pour les tests 2/1000 et même parfois 3/1000 il se rétrécit pour les tests 5 et 7/1000 et, enfin, ne devient relatif que pour des tests plus grands encore : 10 ou 15/1000.

Discussion.

Chez l'Homme, les vaisseaux rétinien les plus larges sont situés contre le vitré dans la couche superficielle des fibres nerveuses. Ils interceptent les rayons lumineux venant du monde extérieur avant que ceux-ci n'aient atteint les cônes et les bâtonnets. Lorsque nous regardons une surface unie, même uniformément éclairée, ceux de nos éléments photorécepteurs qui sont situés derrière un vaisseau rétinien volumineux reçoivent moins de lumière que les cônes et bâtonnets voisins. Si on déplace, dans notre champ visuel, un petit index faiblement éclairé, constituant pour notre rétine un stimulus à peine supra-liminaire, cet index cessera d'être perçu lorsque sa projection dans notre œil tombera sur une branche de l'artère ou de la veine centrale de la rétine. Tel est le principe de la mise en évidence de l'angioscotome physiologique. C'est à Evans que revient le mérite d'avoir décelé les angioscotomes, d'avoir créé une instrumentation et mis au point une technique permettant leur enregistrement pratique. L'emploi d'un écran de grandes dimensions à éclairement variable et la comparaison avec la photographie des vaisseaux rétinien nous a permis de préciser la signification et les caractères des scotomes vasculaires.

L'angioscotome physiologique n'est absolu que si la quantité

de lumière réfléchi par le test est faible. Les scotomes vasculaires deviennent relatifs ou même cessent d'être décelables lorsqu'il en est autrement. Nous en concluons que les vaisseaux rétinienens n'arrêtent pas tous les rayons lumineux mais qu'ils les filtrent seulement. L'angioscotome est absolu lorsque la quantité de lumière qui passe au travers du vaisseau rétinien est inférieure au seuil d'excitation des éléments photorécepteurs⁵. Certaines expériences nous font cependant penser que cette condition suffisante n'est toutefois pas strictement nécessaire. Il est possible que l'éclipse du test paraisse encore complète alors que la quantité de lumière filtrante demeure quelque peu supérieure au seuil liminaire d'excitation. Elle résulterait, dans ce cas, plus d'un phénomène de contraste que d'une cessation totale de l'excitation rétinienne.

Pour rendre l'angioscotome absolu, nous avons, au début, utilisé de très petits index (1/1000) tout en maintenant l'éclaircissement usuel de l'écran (80 Lux) ; nous nous sommes servis, dans la suite, de tests de dimensions moyennes (3 et 5/1000) en réduisant considérablement l'éclaircissement de l'écran (5 Lux). Cette seconde technique est, de loin, préférable car les isoptères des tests 3 et 5/1000 pour 5 Lux sont plus périphériques que l'isoptère du test 1/1000 pour 80 Lux et l'expérience montre, qu'à quantité de lumière égale réfléchi par le test, l'apparition et la disparition de l'index au niveau de l'angioscotome est d'autant plus facile à mettre en évidence que l'isoptère est plus périphérique. L'emploi de la lumière atténuée a, en plus de cet avantage fondamental, celui de faire paraître l'écran d'un noir absolu, de faire disparaître tout reflet gênant, de réduire la visibilité des objets parasites : gant de l'opérateur, manche de l'index⁶.

L'emploi de l'écran de *Bjerrum* distant d'un mètre et muni d'éclaircissements variables ; l'utilisation d'index de dimensions diverses démontrent que la densité de l'angioscotome n'est pas identique sur toute la largeur de celui-ci. On peut, en augmentant

⁵ La couche photoréceptrice derrière les vaisseaux rétinienens les plus volumineux est composée, en ordre principal, de bâtonnets dont le seuil liminaire d'excitation est inférieur à celui des cônes.

⁶ Pour diminuer la quantité de lumière réfléchi par le test, nous avons utilisé des index gris et l'éclaircissement de 80 Lux. L'emploi d'index blancs et d'une lumière atténuée nous semble préférable.

la quantité de lumière réfléchie par le test, rétrécir la lacune visuelle avant de la faire disparaître. Cette constatation nous force à émettre certaines critiques à l'égard des résultats obtenus par *Dashevsky* (1). Cet auteur propose de déterminer la largeur de l'angioscotome en mesurant le diamètre du test le plus grand qui cesse d'être perçu lorsqu'il traverse le scotome vasculaire. Cette technique est applicable à la mesure de la tache aveugle, mais elle mène inévitablement à des résultats erronés en ce qui concerne les lacunes visuelles de provenance vasculaire. Utilisant des tests de grandes dimensions, *Dashevsky* ne décèle que la portion la plus dense de l'angioscotome. C'est probablement la raison pour laquelle il conclut que la largeur du scotome vasculaire ne dépasse pas celle de la projection des vaisseaux rétiens dans le champ visuel. *Evans*, en employant de petits tests ; nous-même, en utilisant la lumière atténuée, décelons toute la largeur de l'angioscotome et aboutissons, l'un et l'autre, à la conclusion que la largeur du scotome vasculaire déborde quelque peu de part et d'autre de la projection du vaisseau dans le champ visuel. La présence des gaines périvasculaires explique ce fait en partie tout au moins (*Evans*). Nous en poursuivons toutefois l'étude actuellement.

Dans certaines conditions expérimentales (anoxémie, *Evans*), dans diverses affections oculaires (glaucome, *Bjerrum*) ou générales (syndrome post-commotionnel, *Weekers*), surviennent dans le champ visuel des lacunes dont le trajet présente certaines analogies avec celui des angioscotomes principaux mais dont les dimensions et la densité sont considérablement augmentées. Le simple élargissement du calibre vasculaire, pas plus que la réplétion anormale de l'espace périvasculaire, ne suffisent à expliquer ces lacunes. Une altération locale de la conduction synaptique en est, selon l'ingénieuse hypothèse d'*Evans*, la cause la plus vraisemblable. Quand celle-ci survient, l'angioscotome physiologique cesse d'être décelable car il est noyé dans une lacune visuelle plus large et plus dense que lui-même : le neuroscotome pathologique. Celui-ci, parfois, n'est que transitoire ; c'est le cas lorsque la souffrance du tissu nerveux n'est que fonctionnelle et n'entraîne pas de lésion anatomique irréparable. Toutefois, étant donné l'activité du métabolisme et les exigences nutritives de la rétine, le neuroscotome, très rapidement, devient irréversible.

Résumé.

Les auteurs décrivent une nouvelle technique d'enregistrement des angioscotomes physiologiques sur un écran noir de *Bjerrum* dont l'éclairage est réglable. Ils préconisent l'emploi d'un éclairage faible (3 à 5 Lux).

La comparaison des tracés angioscotométriques avec les photographies du fond de l'œil précise les caractères et l'étiologie des lacunes visuelles physiologiques de provenance vasculaire.

Les recherches relatées dans ce travail ont un but clinique : permettre le diagnostic précoce des déficits campimétriques qui surviennent dans diverses affections oculaires ou générales. Il en résulte qu'une lacune visuelle correspondant à la projection, dans le champ visuel, d'un vaisseau rétinien unique, cesse d'être physiologique et doit être considérée, de façon certaine, comme un neuroscotome pathologique à partir du moment où sa largeur atteint deux à trois degrés et où sa densité est telle qu'elle est décelable avec un test 3/1000 pour un éclairage de 80 Lux ou avec 15/1000 pour un éclairage de 5 Lux.

Zusammenfassung.

Beschreibung eines neuen Aufnahmeverfahrens für die physiologischen Angioskotope auf einem schwarzen *Bjerrum*-Schirm, dessen Beleuchtung regulierbar ist. Eine schwache Beleuchtung von 3 bis 5 Lux wird als besonders günstig angesehen.

Der Vergleich der angioskotometrischen Aufzeichnungen mit den Augenhintergrundphotographien ergibt deutlich, daß Verhalten und Aetiologie der physiologischen Gesichtsfeldausfälle vaskulären Ursprunges sind.

Die in der Arbeit mitgeteilten Untersuchungen haben den klinischen Zweck, die Frühdiagnose der Gesichtsfeldausfälle, die bei verschiedenen okularen und allgemeinen Affektionen auftreten, zu gewährleisten. Es ergibt sich, daß ein Gesichtsfeldausfall, der der Projektion eines einzigen Netzhautgefäßes im Gesichtsfeld entspricht, aufhört physiologisch zu sein und mit Sicherheit als ein pathologisches Neuroskotom zu betrachten ist, sobald seine Größe 2—3° erreicht oder seine Dichte derart ist, daß er mit einem Test von 3/1000 bei einer Beleuchtung von 80 Lux oder von 15/1000 bei 5 Lux erkennbar ist.

Summary.

Description of a new method of plotting the physiological angioscotomata upon a black *Bjerrum* screen the light of which can be regulated, a moderate illumination of 3-5 Lux being especially favourable.

The comparative plottings of the angioscotometric charts and the fundus photographs show clearly the vascular origin of behaviour and aetiology of the physiological restrictions in the fields of vision.

The investigations discussed in the paper have the clinical value of early diagnosis of scotomata which occur in several ocular and general diseases. It is shown that a scotoma—corresponding to the projection of a single retinal vessel in the field—is no longer physiological and has to be regarded with certainty as a pathological neuro-scotoma as soon as it becomes as large as 2-3° or of a thickness that is recognisable with a test of 3/1000 in a light of 80 Lux or of 15/1000 in 5 Lux.

Bibliographie.

1. *Dashevsky, A. I.*, Arch. of Ophth. 19, 334, 1938. — 2. *Dimsitz, L.*, et *Ilijin, L.*, Trudy 1. vseross. S'ezda glazn. Vrač. 1929, 140, cité par Zentrbl. ges. Ophth. 22, 238, 1930. — 3. *Dubois, A. L.*, Bull. Soc. Opht. Paris 1935, 400. — 4. *Evans, J. N.*, Brit. J. Ophth. 11, 369 et 407, 1927. — 5. *Evans, J. N.*, Amer. J. Ophth. 12, 194, 1929; 14, 625 et 772, 1931; 16, 417, 1933; 18, 333, 1935. — 6. *Evans, J. N.*, Arch. of Ophth. 3, 153, 1930; 6, 262, 823, 1931; 8, 576, 1932; 22, 410, 1939. — 7. *Evans, J. N.*, An Introduction to clinical Angioscotometry, New Haven, 1938, Yale University Press. — 8. *Evans, J. N.*, et *McFarland, R. A.*, Amer. J. Ophth. 21, 968, 1938. — 9. *Kolmer, W.*, Arch. für Ophth. 124, 668, 1930. — 10. *Magitot, A.*, et *Dubois, A.*, Bull. Soc. Opht. Paris 1934, 85. — 11. *Osterberg, G.*, Acta ophthalmologica 1935. Suppl. VI. — 12. *Redslob, E.*, Traité d'Ophthalmologie 1939, I, 482. — 13. *Rosenthal, Ch. M.*, Arch. of Opht. 22, 73, 1939. — 14. *Weekers, Roger*, Bull. Acad. roy. Méd. Belg. 8, 122, 1943. — 15. *Weekers, Roger*, Presse méd. 10, 150, 1944. — 16. *Weekers, Roger*, Ophthalmologica 108, 169, 1944. — 17. *Weekers, Roger*, La Cholinestérase de la rétine. C. R. Soc. Biol. 1944 (sous presse) et The Cholinesterase of the Retina. Acta ophthalmologica (sous presse). — 18. *Weekers, Roger*, et *Humblet, M.*, C. R. Soc. belge Biol. 1943, 1-2, 26 et 27 et 1944 (2 notes, sous presse). — 19. *Weekers, Roger*, et *Roussel, F.*, 1° Acuité visuelle et pourpre rétinien; 2° Influence de l'adaptation sur la position des isoptères enregistrés en lumière atténuée; 3° Mesure de l'adaptation au moyen de l'écran de Bjerrum. C. R. Soc. belge Biol. 1944 (sous presse); 4° Un nouveau test de carence alimentaire, Presse méd., 1945 (sous presse).