

I. Structure et pigmentation du globe oculaire chez le chien

L'œil présente différents tissus dont certains sont pigmentés. Selon le degré de pigmentation, la coloration de l'iris et l'aspect du fond d'œil vont varier. Dans cette première partie bibliographique, nous traiterons du phénotype de la couleur de l'iris chez le beagle ainsi que des spécificités du fond d'œil canin.

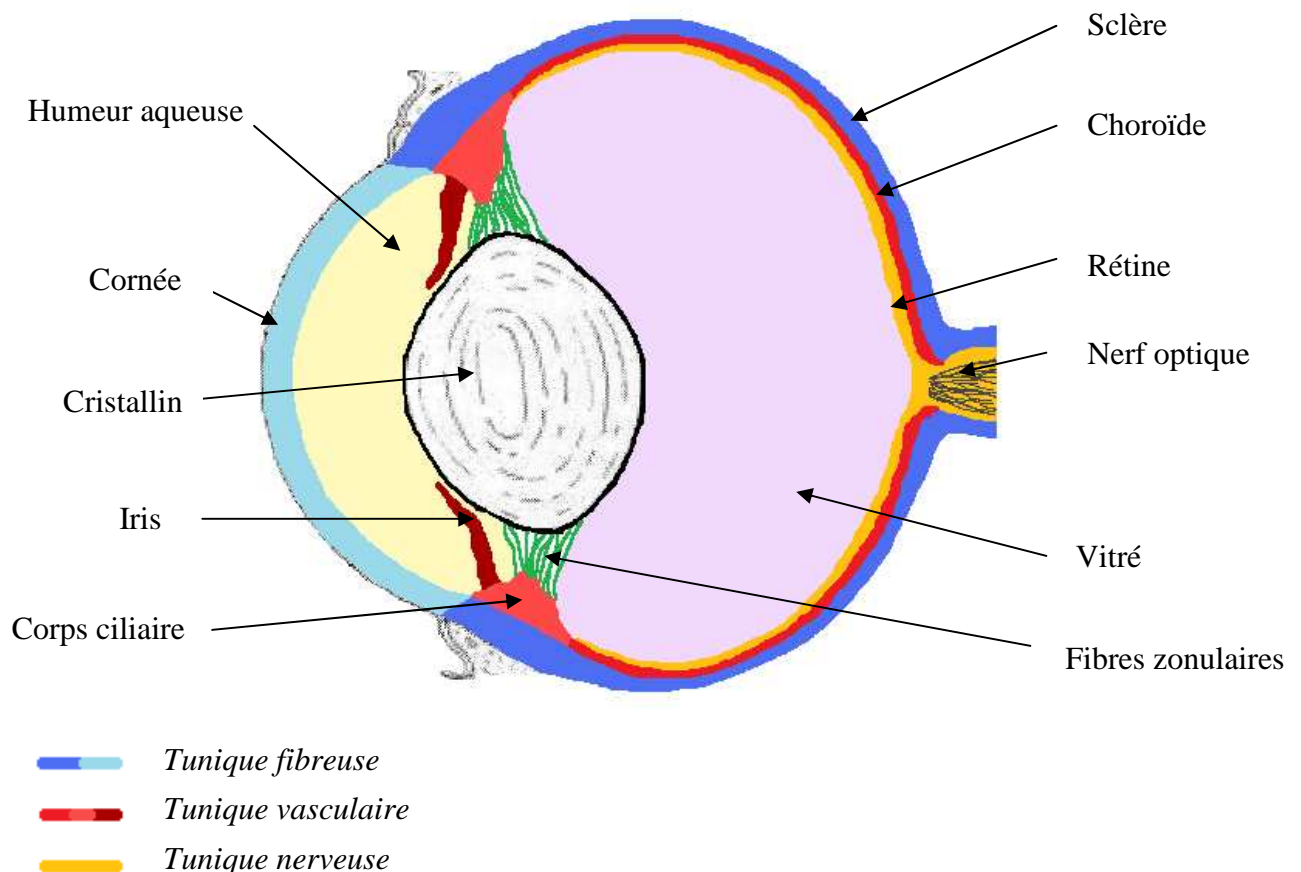
Dans une première partie, nous décrivons la structure du globe oculaire. Dans une deuxième partie nous étudierons les mécanismes généraux de la pigmentation, puis dans une troisième partie nous décrivons les spécificités de l'œil concernant cette pigmentation.

I.1. Structure du globe oculaire

Le globe oculaire est formé de trois tuniques (*Figure 1*) : la tunique fibreuse (la plus externe), la tunique vasculaire et la tunique nerveuse (la plus interne). Ces trois tuniques sont détaillées ci-après.

De plus, le globe oculaire comporte des milieux intraoculaires transparents : l'humeur aqueuse, le vitré et le cristallin (lentille biconvexe). Ces milieux, n'intervenant pas dans la pigmentation de l'œil, ne seront pas étudiés ici.

Figure 1 : Coupe schématique du globe oculaire de chien



I.1.1. La tunique fibreuse (47)

La tunique fibreuse est formée par la sclère et la cornée.

La sclère est opaque et blanchâtre. Elle est constituée d'un tissu conjonctif dense et de fibroblastes. De plus, elle est traversée par des vaisseaux ciliaires et des nerfs ciliaires.

La cornée est une structure totalement transparente (absence de vaisseaux, de pigmentation et de dépôts).

La tunique fibreuse ne comporte aucune cellule pigmentée, elle n'intervient donc pas dans le caractère phénotypique étudié ici.

I.1.2. La tunique vasculaire

La tunique vasculaire, également dénommée uvée, comporte l'iris, le corps ciliaire, la choroïde. (47)

I.1.2.1. L'iris

L'iris est un diaphragme qui part du corps ciliaire jusqu'à la surface antérieure du cristallin ; en son centre il est percé par la pupille. Il peut moduler l'ouverture de la pupille grâce au muscle sphincter de la pupille innervée par les fibres parasympathiques du nerf oculomoteur (III) et le muscle dilatateur de la pupille innervée par les fibres orthosympathiques. La fonction de l'iris est de contrôler la quantité de lumière qui passe par la pupille. Lors de faible éclairage, la taille de la pupille augmente (mydriase), ce qui permet d'augmenter le nombre de stimulations des cellules photoréceptrices qui sont situées dans la rétine. Lors de fort éclairage, la taille de la pupille diminue, ce qui permet de diminuer le nombre de stimulations des cellules photoréceptrices. (21)

La structure de l'iris est divisée en face antérieure, stroma, muscles sphincter et dilatateur et épithélium postérieur. (47)

La face antérieure est bordée par des fibroblastes avec de larges espaces intercellulaires. Sous cette couche de fibroblastes, une ou plusieurs couches de mélanocytes sont présentes et ces couches s'entremêlent. Les granules de pigment des mélanocytes ont une forme en fer de lance à ovale. (47)

Le stroma de l'iris est composé de fibres de collagènes (en quantité importante), de chromatophores (mélanocytes) et de fibroblastes. Les mélanocytes sont surtout situés autour des vaisseaux sanguins. Les granules pigmentaires ont dans l'ensemble une forme ovale et en bâtonnets. La coloration de l'iris dépend en partie de la pigmentation du stroma de l'iris. Les variations de couleur de l'iris dépendent de la quantité de pigments, du type de pigment et du degré de vascularisation du stroma. (47)

Le muscle sphincter de l'iris est situé postérieurement au stroma et circulairement autour de la pupille chez le chien. (47)

La face postérieure de l'iris est constituée de deux couches de cellules épithéliales. La couche antérieure est en continuité avec l'épithélium pigmenté du corps ciliaire. Cette couche est formée par des cellules myoépithéliales qui contiennent des granules pigmentaires (de mélanine). De plus elle comprend le muscle dilatateur de l'iris qui va du muscle sphincter à la

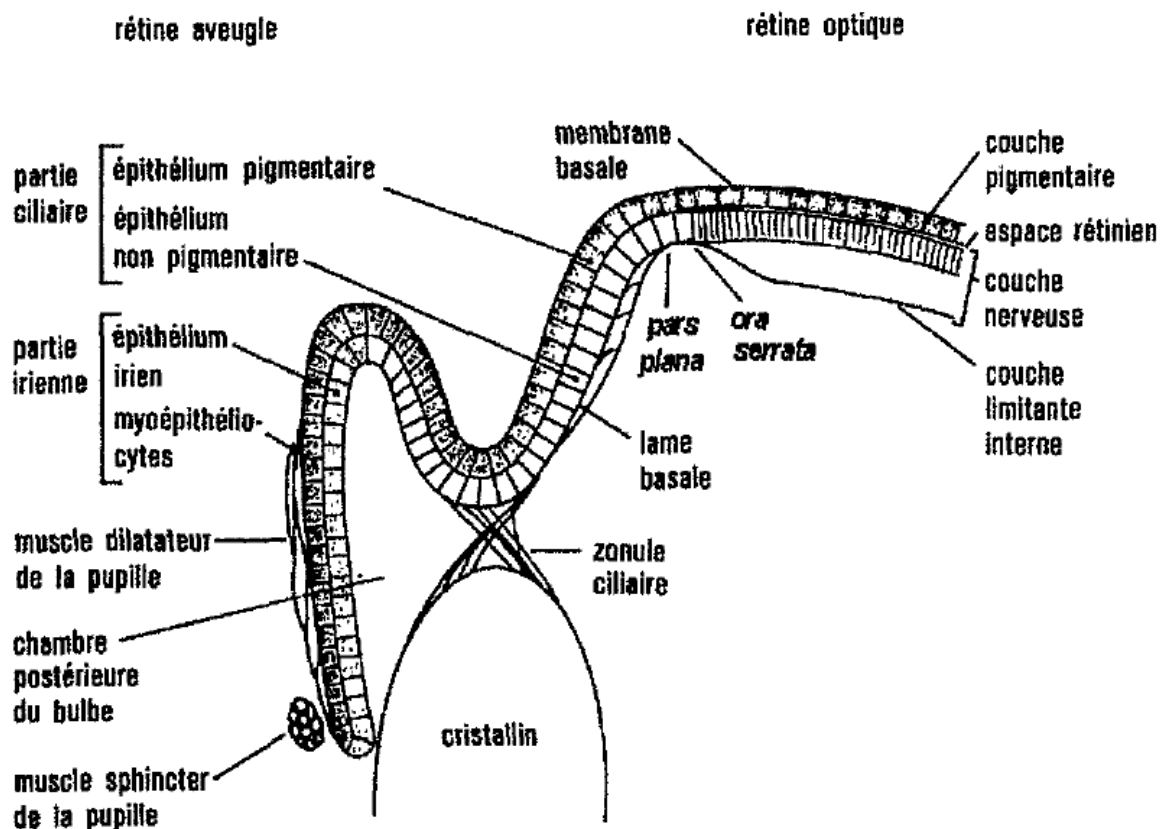
périphérie de l'iris. La couche postérieure est très pigmentée et elle est en continuité avec l'épithélium non pigmenté du corps ciliaire. (Figure 2) (47)

I.1.2.2. Le corps ciliaire

Le corps ciliaire est situé en arrière de l'iris sur toute la circonférence du globe. Il permet la production de l'humeur aqueuse et il sert d'insertion aux fibres zonulaires entourant le cristallin. Lors de contraction du corps ciliaire, les fibres zonulaires tirent sur le cristallin, ceci permettant l'accommodation. Le corps ciliaire est très pigmenté et la pigmentation diminue avec l'âge. Histologiquement, le corps ciliaire est constitué d'un procès ciliaire, de muscle ciliaire et de l'angle irido-cornéen. (47)

Le procès ciliaire est composé d'un stroma avec des vaisseaux sanguins et d'une double assise de cellules épithéliales. La couche épithéliale la plus interne est non pigmentée. Elle est prolongée antérieurement par la couche postérieure de l'épithélium pigmenté de l'iris et postérieurement par la neurorétine. La couche épithéliale la plus externe est pigmentée. Elle se poursuit antérieurement par la couche antérieure de l'épithélium de l'iris et postérieurement par l'épithélium pigmenté de la rétine. (Figure 2) (47)

Figure 2 : Organisation de la rétine et continuité avec le corps ciliaire et l'iris (48)



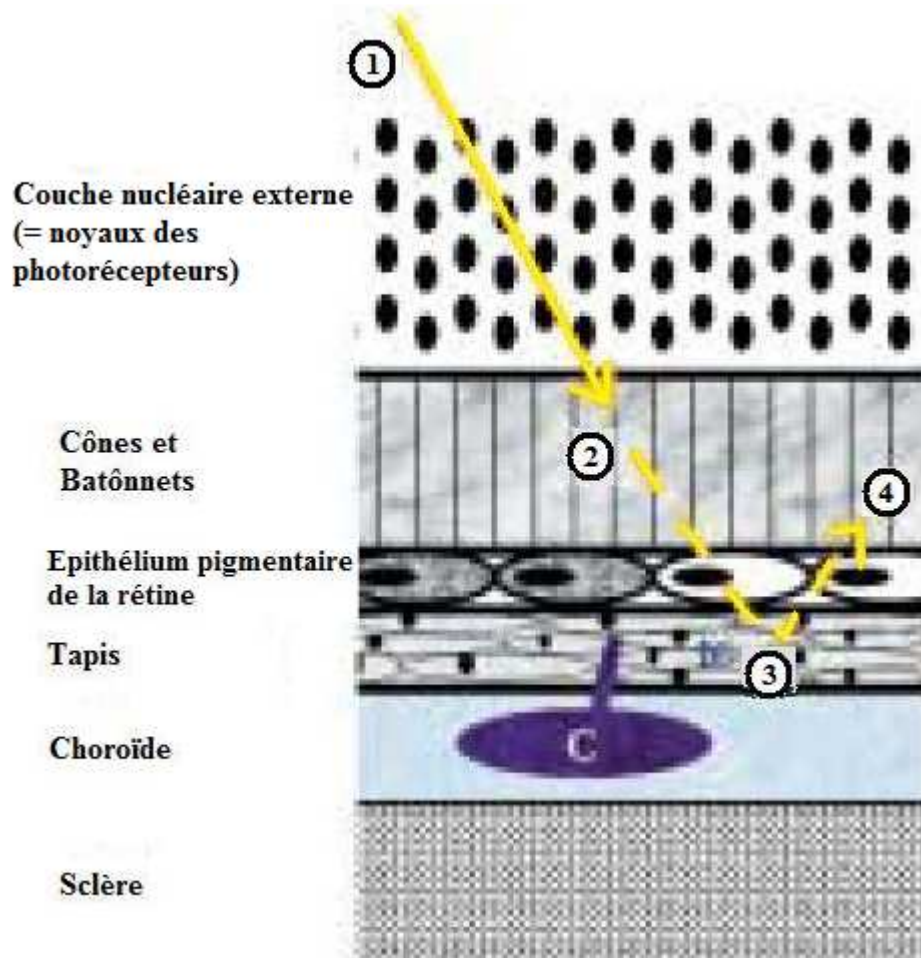
I.1.2.3. La choroïde et le tapis

La choroïde se situe entre la sclère et la rétine. Elle tapisse le pôle postérieur de l'œil. Elle est richement vascularisée et pigmentée, contenant de nombreux mélanocytes riches en mélanosomes (granules pigmentaires). La choroïde possède une couche de réseau de petits

capillaires anastomosés connu sous le nom de complexe choriocapillaire, situé juste sous l'épithélium pigmentaire de la rétine. Elle possède dans la zone dorsale du fond d'œil une structure appelée le tapis. (47)

Chez le chien, le tapis est de type cellulaire, appelé tapetum lucidum cellulosum. Il augmente la stimulation des photorécepteurs en réfléchissant les rayons lumineux, ce qui est un avantage en faible luminosité. (Figure 3). Le tapis se développe tardivement au cours de la croissance jusqu'à l'âge de 4 mois. A l'examen du fond d'œil, le tapis couvre plus de 30% de la superficie supérieure du fond d'œil. Il a une forme de triangle équilatéral aux bords arrondis. (41)

Figure 3 : Emplacement et fonction du tapis choroïdien de type cellulaire chez le chien (41)



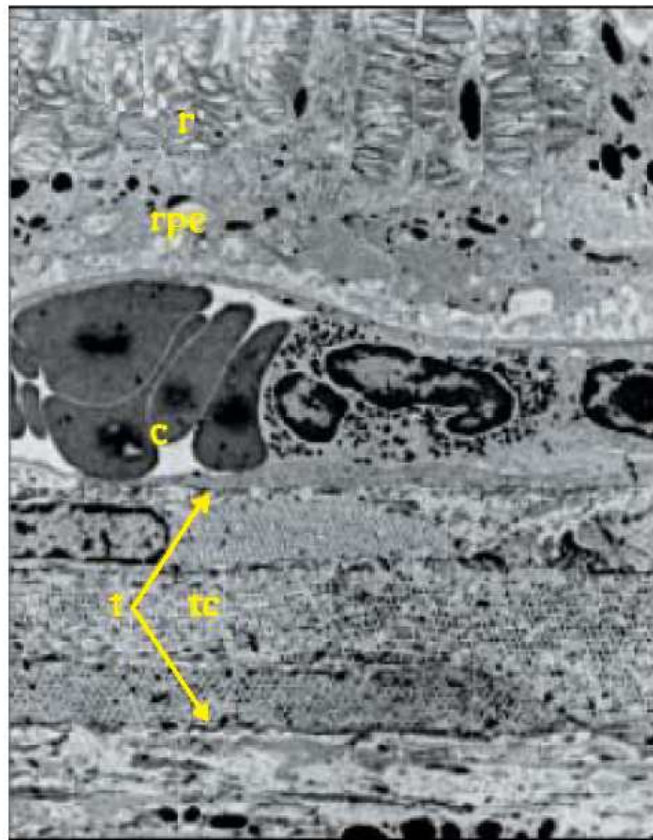
Les capillaires (C) sont représentés en violet et traversent perpendiculairement le tapis pour émerger sous l'épithélium rétinien. En regard du tapis, l'épithélium de la rétine est non pigmenté permettant le passage des rayons lumineux.

Le trajet lumineux est représenté par une flèche jaune : 1.Rayon lumineux entrant ; 2.Première stimulation des cônes et des bâtonnets ; 3.Réflexion sur le tapetum lucidum ; 4.Seconde stimulation des cônes et des bâtonnets.(41)

Chez le chien, le tapis est composé de couches de cellules rectangulaires. Il est interposé entre les gros vaisseaux du stroma de la choroïde et le complexe choriocapillaire ; ainsi des vaisseaux sanguins pénètrent dans le tapis pour alimenter les choriocapillaires

(Figure 3). L'épaisseur du tapis varie. En son centre, il est multicouche et il s'amincit pour ne former qu'une seule couche de cellules vers la périphérie et la zone adjacente au nerf optique. Au bord externe du tapis, les cellules du tapis sont progressivement remplacées par des mélanocytes de la choroïde. Ainsi les couches de mélanocytes augmentent progressivement vers la périphérie du tapis. Les cellules du tapis ont un cytoplasme rempli de granules contenant des matériaux réfléchissants (cystéine, zinc) de même que les mélanocytes du tapis dont les granules sont remplis de mélanine. La grande différence entre ces deux cellules (mélanocytes et cellules du tapis) est le fait que les cellules du tapis ont une répartition très ordonnée de leurs granules en forme de bâtonnets contrairement aux mélanocytes ayant une répartition aléatoire des grains de mélanine (Figure 4). (41)

Figure 4 : Coupe histologique du tapis d'un chien vue sous microscope électronique (41)



Les cellules du tapis ont dans leur cytoplasme des bâtonnets bien ordonnés (points noirs). r. neurorétine ; rpe. épithélium pigmentaire de la rétine ; c. capillaires ; t. tapetum lucidum ; tc. cellule du tapis.

I.1.3. La tunique nerveuse

La tunique nerveuse, également dénommée rétine, est constituée de deux couches : l'épithélium pigmentaire de la rétine et la neurorétine. La rétine est la tunique la plus interne de l'œil. Elle est responsable de la transmission du signal lumineux aux fibres du nerf optique. La rétine est irriguée par deux systèmes vasculaires : les vaisseaux de la choroïde et les vaisseaux rétinien. (12)

1.1.3.1. L'épithélium pigmentaire

L'épithélium pigmentaire de la rétine est constitué d'une seule assise de cellules cuboïdes remplies de mélanosomes. Il est étroitement adhérent à la choroïde dont il est séparé par la membrane de Bruch. Cette dernière laisse passer des petites protéines et permet les échanges entre la choroïde et l'épithélium pigmentaire. (34) (47)

En regard de la zone du tapis, l'épithélium pigmentaire ne présente pas de pigment de mélanine ; il est transparent et laisse passer la lumière. (*Figure 5*). En regard de la zone sans tapis, l'épithélium pigmentaire est rempli de pigments mélaniques qui peuvent se répartir dans la cellule de façon différente en fonction de l'éclairement. En effet, en phase d'éclairement, les pigments mélaniques migrent vers les villosités du pôle apical des cellules qui s'insinuent entre les cellules photoréceptrices. Ils protègent les segments externes des cellules photoréceptrices lors d'une luminosité trop importante. À l'inverse, à l'obscurité, les pigments quittent les villosités et migrent vers le pôle basal, laissant parvenir un maximum de lumière jusqu'aux cellules photoréceptrices. (*Figure 6*) (47) (57)

Figure 5 : Coupe schématique de fond d'œil de chien (12)

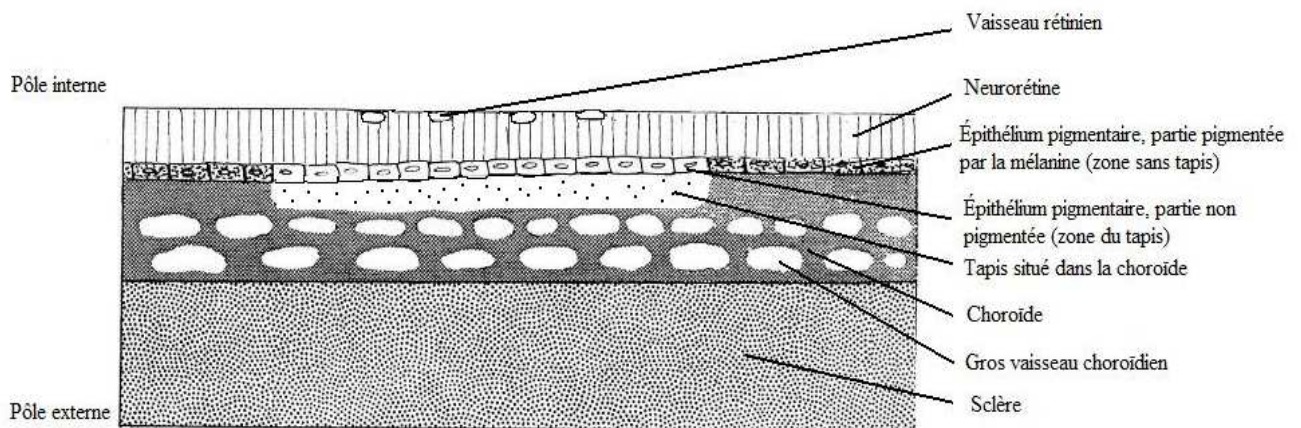
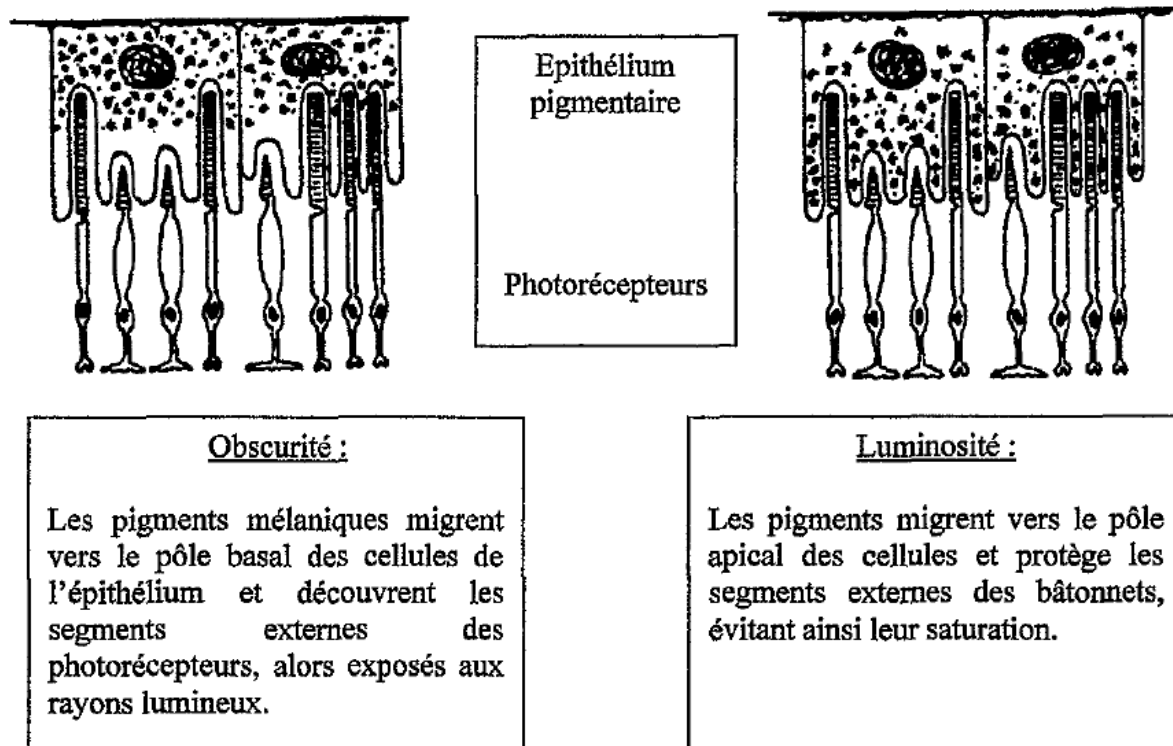


Figure 6 : Micromouvements pigmentaires rétiniens sous l'influence de la lumière (48)



La fonction de l'épithélium pigmentaire est fondamentale (57) :

- il intervient en tant qu'écran,
- il est responsable de la nutrition des couches externes de la rétine,
- il sélectionne les molécules transitant vers la rétine,
- il régule le développement et la régénération des photorécepteurs. (57)

1.1.3.2. La neurorétine

La neurorétine se situe en avant de l'épithélium pigmentaire. Structure transparente, elle se compose de cellules nerveuses (photorécepteurs, cellules bipolaires, cellules ganglionnaires, cellules horizontales, cellules amacrines) et de cellules de soutien de la rétine (cellules de Müller). Ces dernières jouent un rôle structural et nutritionnel pour les cellules nerveuses. (29) (34) (57)

Le signal lumineux est recueilli par les photorécepteurs, dont il existe deux catégories : les bâtonnets et les cônes.

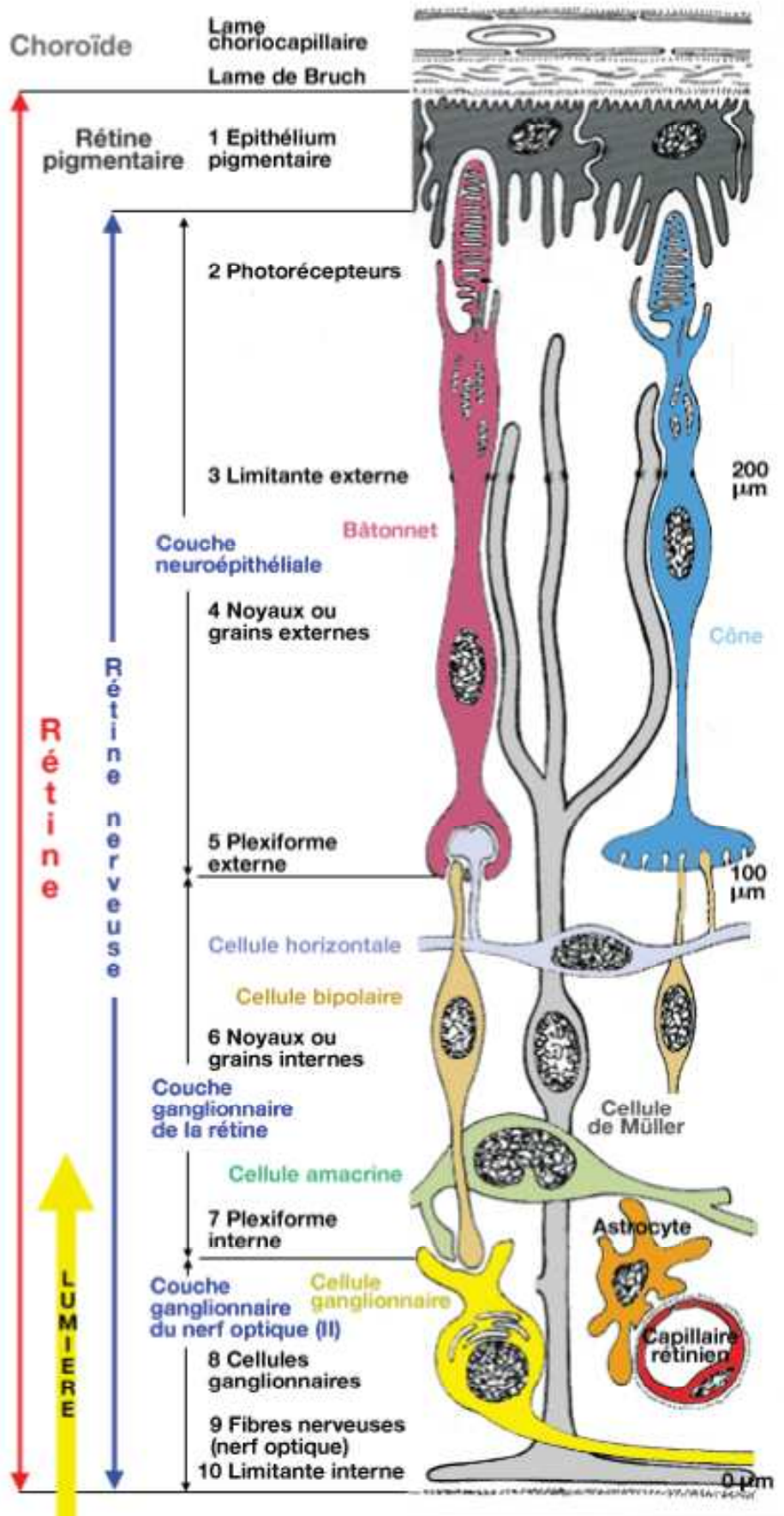
Les bâtonnets ont un seul type de photopigment : la rhodopsine. Ils contribuent à la vision achromatique. Ils ont également une forte sensibilité à la lumière et sont saturables : ils sont adaptés à une vision en ambiance scotopique (pénombre).

Chez le chien, les cônes sont constitués de deux types de photopigments (nommés les opsines) : certains absorbant dans le bleu, et les autres absorbant dans le vert. Ils contribuent à

la vision des couleurs. Leur sensibilité lumineuse est faible et non saturable : ils sont adaptés à une vision en ambiance photopique (forte luminosité). (29)

Après avoir été recueilli par les cellules photoréceptrices, le signal lumineux est transmis de façon verticale et horizontale. La transmission verticale se fait des cellules photoréceptrices aux cellules bipolaires puis vers les cellules ganglionnaires. La transmission horizontale se fait via les cellules horizontales et amacrines, ces dernières jouant un rôle d'intégration et de modulation du signal. Les cellules ganglionnaires transmettent les informations lumineuses au cortex cérébral via les fibres du nerf optique (axones des cellules ganglionnaires) qui se dirigent de façon centripète vers la papille (émergence du nerf optique). (*Figure 7*) (29) (34)

Figure 7 : Organisation schématique de la rétine (31)

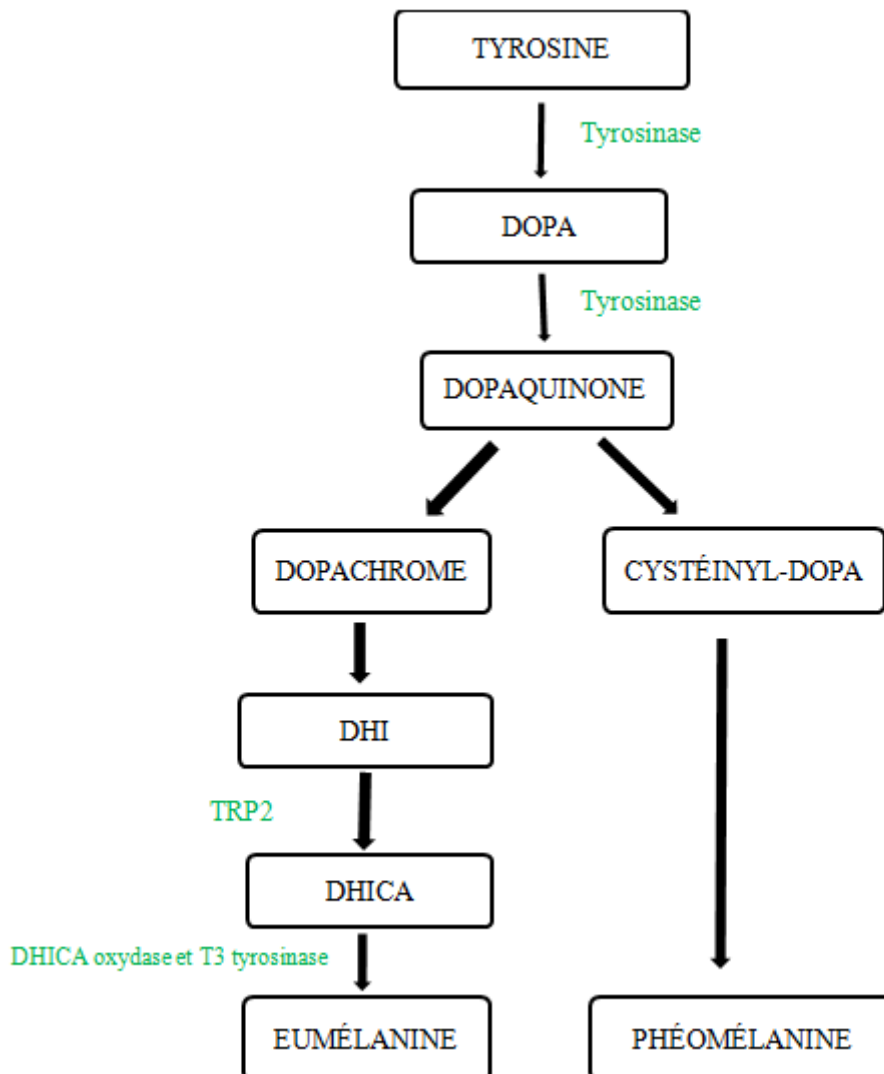


I.2. Pigmentation des tissus

Les mélanocytes sont responsables de la pigmentation des tissus (peau, poils, œil). Ils ont une origine ectodermique et dérivent de la crête neurale. Ils migrent dans l'organisme au cours du développement embryonnaire. (1)

Les mélanocytes synthétisent des pigments : les mélanines. Il existe deux types de pigments : l'eumélanine (noir-marron) et la phéomélanine (jaune-orangée). Ces deux dernières sont produites à partir de la L-tyrosine suivant une cascade d'évènements décrite dans la *Figure 8*. (1)

Figure 8 : Synthèse des mélanines (1)



La tyrosine peut aboutir à deux types de pigment, la phéomélanine et l'eumélanine, en fonction de la voie de synthèse. Les enzymes catalysant les différentes réactions sont indiquées en vert entre les substrats et produits qui sont encadrés.

La synthèse des mélanines est soumise à des régulations complexes en particulier par des hormones et des cytokines : α -MSH (*alpha-melanocyte stimulating hormone*), FGF (*fibroblast growth factor*) basique, HGF (*hepatocyte growth factor*), insuline ; ainsi que par certaines prostaglandines. (1)

Les mélanocytes contiennent des mélanosomes qui sont des organites cytoplasmiques, vésicules apparentées aux lysosomes. Les mélanosomes sont remplis d'enzymes permettant la synthèse de mélanine. (1)

Il existe quatre stades de développement des mélanosomes : les stades I et II (prémélanosomes) où les organites ne sont pas mélanisés, le stade II présentant une structure interne filamenteuse, le stade III où la mélanine s'accumule, le stade IV où l'accumulation de mélanine est telle que la structure interne lamellaire n'est plus visible. La pigmentation des tissus se fait ensuite par le transfert des mélanosomes des mélanocytes à d'autres cellules. (1)

I.3. Spécificités de la pigmentation de l'œil

En fonction de la couleur des yeux, la pigmentation de certaines structures de l'œil varie. De plus, au cours du développement embryonnaire, les mélanocytes proviennent de la crête neurale et les différentes cellules pigmentées de l'œil ne dérivent pas des mêmes tissus : la partie antérieure de l'iris (couche antérieure et stroma), le stroma du corps ciliaire et la choroïde sont dérivés du mésoderme tandis que la partie postérieure de l'épithélium pigmentaire de l'iris, l'épithélium pigmentaire du corps ciliaire et la rétine proviennent du neuroectoderme. Ainsi, les mélanocytes se développent dans deux tissus d'origine embryologique différente qui ne sont pas atteints de la même manière en fonction de la couleur des yeux. (39) (44)

I.3.1. Distribution de la mélanine dans l'œil

La mélanine présente dans l'œil se situe principalement dans l'iris, le corps ciliaire et l'épithélium pigmentaire de la rétine. La teneur en mélanine est plus ou moins forte en fonction des tissus et peut varier au sein d'un même tissu. Chez le chien, la choroïde et l'épithélium pigmentaire de la rétine sont plus concentrés en mélanine que la rétine. À la périphérie de la rétine, la teneur en mélanine est plus forte qu'en son centre. La sclère possède moins de mélanine que la rétine. De plus, il existe des teneurs différentes en mélanine en fonction de la race, de la couleur des yeux et de l'âge. La quantité de mélanine dans l'épithélium pigmentaire de la rétine diminue avec l'âge. La teneur en mélanine est différente dans l'iris, le corps ciliaire et la choroïde-épithélium pigmentaire de la rétine en fonction de la couleur des yeux. (17)

I.3.2. Pigmentation de l'iris

La couleur de l'iris est déterminée par deux types de cellules pigmentées : les cellules de la face postérieure de l'iris composé de deux couches épithéliales et les mélanocytes du stroma de l'iris. La coloration de l'iris est déterminée par trois facteurs majeurs : les granules pigmentées dans l'épithélium de l'iris, la concentration des pigments dans les mélanocytes du stroma et les propriétés de diffusion de la lumière et d'absorption des éléments

extracellulaires. La nature des pigments présents joue également un rôle dans la couleur de l'iris. (44)

1.3.2.1. Chez l'homme

D'après Prota *et al.* (44) , quelle que soit la couleur de l'iris, l'épithélium postérieur de l'iris présente une quantité élevée d'eumélanine ainsi que de grands mélanosomes. Dans le stroma et l'épithélium antérieur de l'iris, les mélanocytes contiennent des mélanosomes moins pigmentés et plus petits et d'autres cellules pigmentées tels que les mélanophages (cellules de Koganei). Ces dernières sont présentes en faible quantité et sont remplies de mélanosomes semblables à ceux de l'épithélium postérieur de l'iris. Par contre, la quantité et le type de pigment changent en fonction de la couleur de l'iris. L'iris bleu présente peu d'eumélanine et de phéomélanine tandis que l'iris vert présente beaucoup plus de phéomélanine que d'eumélanine. L'iris marron contient beaucoup de phéomélanine et d'eumélanine. Notons que la phéomélanine et l'eumélanine dans l'iris ont aussi été détectés chez d'autres mammifères que l'homme (singes, lapins). Ainsi, le métabolisme de base dans la pigmentation de l'iris chez les mammifères est similaire à celui de l'homme.

1.3.2.2. Chez le chien

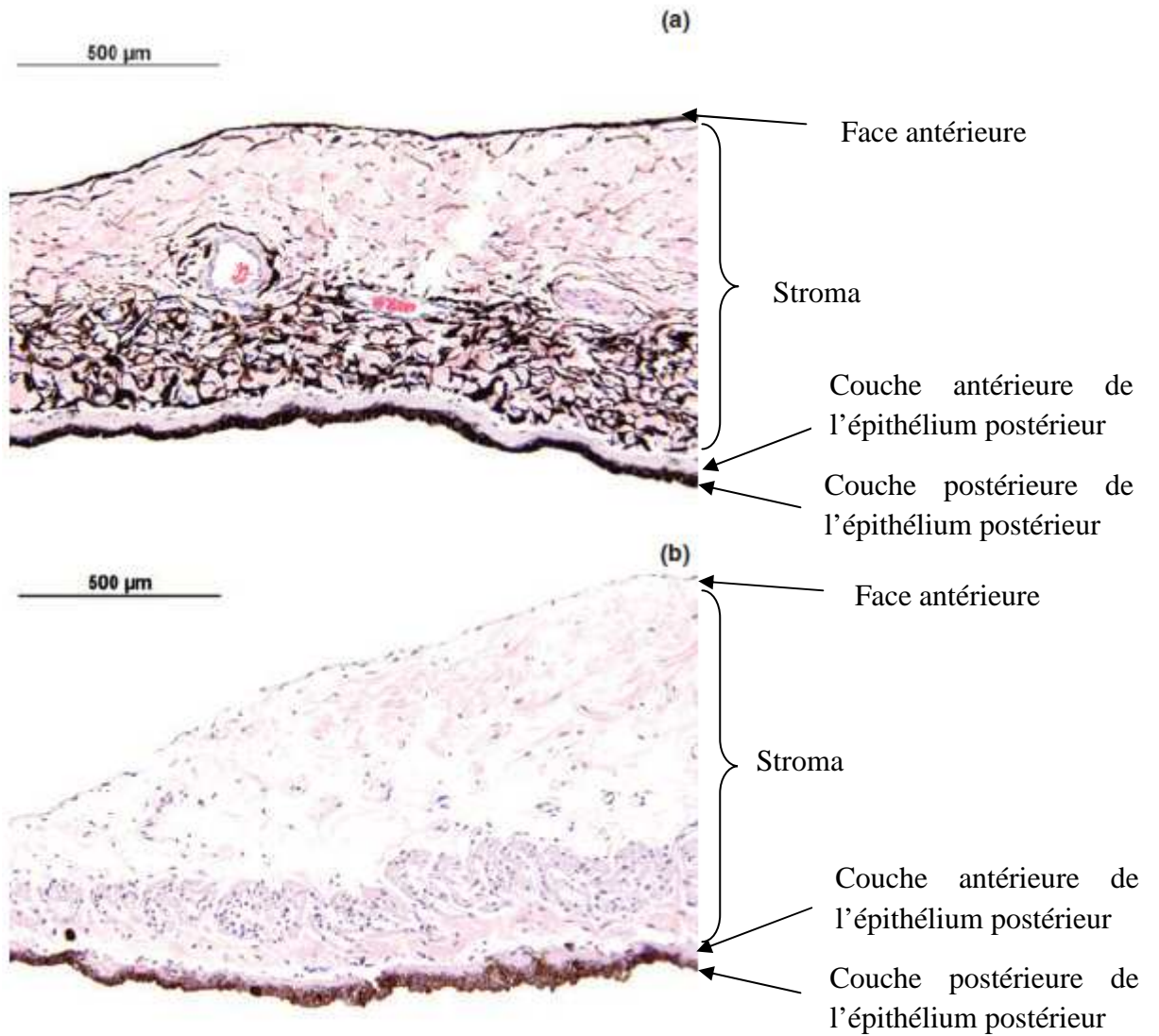
Il existe des variations importantes dans la pigmentation de l'iris chez les chiens sains, donnant des différences marquées de la couleur des yeux (marron, ambre, bleu,) entre les races et au sein même d'une race. Parfois, la couleur des yeux est associée à la robe comme par exemple les chiens ayant des yeux bleus qui peuvent être porteurs d'une robe merle (berger australien, border collie, dogue allemand, teckel) ou avoir du blanc autour des yeux. Mais la couleur des yeux peut aussi être indépendante de la robe. (21)

L'**hétérochromie** de l'iris est une différence de couleur entre l'iris des deux yeux ou entre des parties d'un même iris. L'hétérochromie de l'iris est présente dans de nombreuses races comme le berger australien, le border collie, le dogue allemand, le teckel, le welsh corgi, le beagle, le bobtail, le husky de Sibérie, le foxhound américain, le cocker américain, le malamute et le shih tzu. (21)

Le **subalbinisme** est dû à un manque de pigmentation dans les structures de l'œil. Il est différent de l'albinisme dans le fait que la pigmentation n'est pas totalement absente. Le chien possède un iris de couleur bleue avec un fond d'œil majoritairement rouge. Dans le cas d'un albinisme, l'iris est translucide ce qui permet de rendre visible les vaisseaux sanguins et ainsi de donner une couleur rouge à l'iris. Le subalbinisme est présent dans de nombreuses races : husky de Sibérie, bouvier bernois, dogue allemand, berger australien, border collie, beagle, welsh corgi, dalmatien, colley). L'albinisme vrai n'a jamais été observé chez le chien.(21)

Chez le chien, la pigmentation de la partie antérieure de l'iris et de la partie musculaire du corps ciliaire est moins intense chez les yeux bleus. L'épithélium postérieur de l'iris et les procès ciliaires ne présentent pas de différence de pigmentation entre les yeux marron et les yeux bleus. (*Figure 9 et Figure 10*) (39) (50)

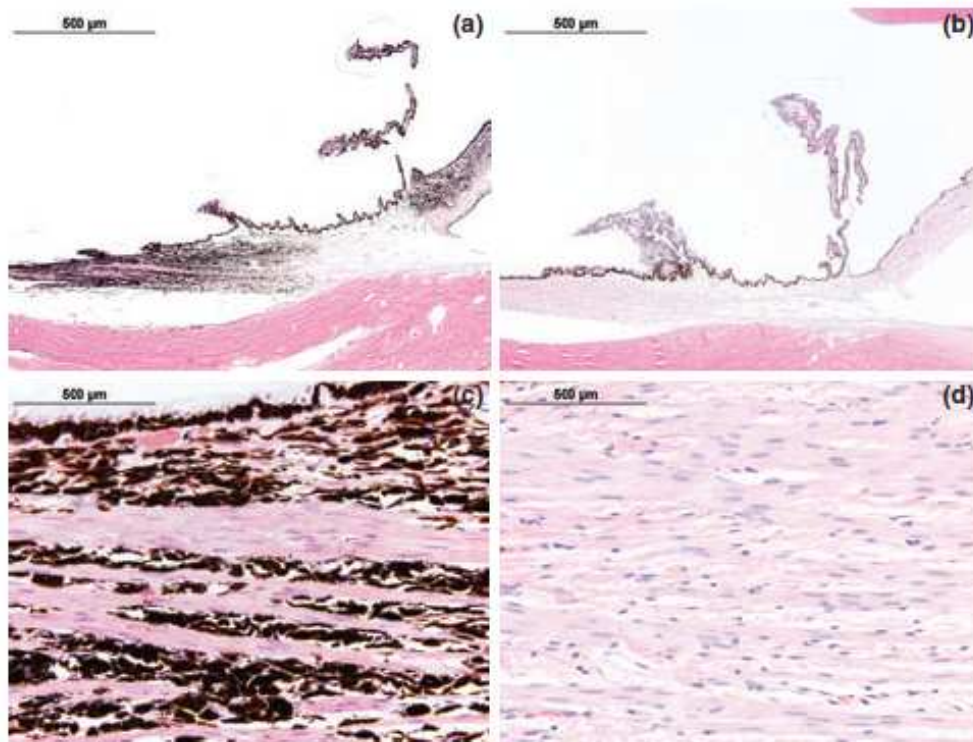
Figure 9 : Coupe histologique montrant la distribution des pigments dans l'iris (39)



(a) Iris de couleur marron, présence de pigmentation dans la partie antérieure de l'iris et dans la couche postérieure de l'épithélium de l'iris.

(b) Iris de couleur bleue, absence de pigmentation dans la partie antérieure de l'iris et présence de pigmentation dans la couche postérieure de l'épithélium de l'iris.

Figure 10 : Coupe histologique montrant la distribution des pigments dans le corps ciliaire (39)



(a) (c) Corps ciliaire d'un œil marron ayant de la pigmentation dans la partie musculaire et dans l'épithélium pigmentaire.

(b) (d) Corps ciliaire d'un œil bleu présentant de la pigmentation dans l'épithélium pigmentaire et une absence de pigmentation dans la partie musculaire.

Dans l'étude de Newkirk *et al.* (39), un chien avec un œil bleu et un œil marron étudié avait la portion dorsale du corps ciliaire peu pigmentée et la portion ventrale très pigmentée pour les deux yeux. De plus certains chiens aux yeux bleus présentaient en dessous de la pars plana (portion du corps ciliaire située entre les procès ciliaires et la rétine) des cellules chargées de pigments. L'emplacement sous-épithélial et la morphologie de ces cellules font penser aux mélanophages constatés dans la perte de migration de la mélanine cutanée de la couche basale de l'épithélium.

II. Examen ophtalmologique chez le chien

Afin de différencier les phénotypes associés aux couleurs des iris des beagles, un examen ophtalmologique peut être pratiqué.

II.1. Examen du segment antérieur de l'œil

Le segment antérieur de l'œil (conjonctive, cornée, chambre antérieure, iris, pupille) peut être observé à l'aide d'un transilluminateur ou d'une lampe à fente. Le transilluminateur est une source lumineuse de forte intensité. La lampe à fente ou biomicroscope permet d'obtenir une excellente illumination et un très bon grossissement permettant ainsi d'observer des lésions non visibles à l'œil nu.(21) (54)

Ces deux techniques d'observation permettent de caractériser l'iris par :

- sa couleur,
- sa consistance,
- sa forme (présence d'adhérences ou de masses, persistance de membrane pupillaire),
- sa taille (anisocorie), sa forme (synéchies, brides iriennes) et la stabilité de la pupille. (21) (54)

II.2. Examen et aspect du fond d'œil

Pour cet examen, une ambiance lumineuse faible est recommandée. De plus, la dilatation pupillaire par instillation d'un collyre à action parasympholytique est préconisée.

Lors d'un examen ophtalmoscopique, le fond d'œil peut être observé par ophtalmoscopie directe ou indirecte. En ophtalmoscopie directe, le fond d'œil est examiné par un ophtalmoscope réglé sur 0 dioptrie (0δ). Cet appareil offre un fort grossissement et par conséquent un champ de vision réduit. L'ophtalmoscopie indirecte est réalisée à l'aide d'une lentille en général de 20 dioptries (20δ) chez le chien et d'une source lumineuse puissante.

Elle offre un champ d'observation étendu permettant d'avoir une vision globale du fond d'œil. Toutefois, l'image du fond d'œil est inversée de haut en bas et l'agrandissement est plus faible qu'en ophtalmoscopie directe. L'ophtalmoscopie indirecte binoculaire permet également d'examiner la rétine en trois dimensions (l'image 3D du fond de l'œil est également inversée. (21) (54)

Le fond d'œil reflète la structure interne de l'œil (la rétine, la choroïde et la partie émergente du nerf optique) : il se compose d'une papille, d'une zone du tapis en partie dorsale, d'une zone sans tapis et de vaisseaux rétinien. L'aspect du fond d'œil varie énormément chez le chien et il est possible d'observer différentes couleurs du tapis, l'absence de tapis, différents degrés de pigmentation de la zone sans tapis, différentes formes de la papille et une large gamme de dispositions vasculaires. (21)

Chez le chien, la papille est de forme variable (triangulaire, ronde ou polygonale), de couleur blanche à rosée et est bien vascularisée. (21)

La zone du tapis est très colorée grâce au reflet d'une structure cristalline réfringente localisée dans la choroïde. Sa couleur est très variable (orangée, rouge, verte, bleue, jaune) et dépend de la robe du chien, de la pigmentation de l'œil et des races. Le tapis peut être occasionnellement absent chez le chien, comme par exemple chez les chiens possédant une robe merle (border collie, shetland par exemple). L'ensemble du fond d'œil ressemble alors à la zone sans tapis. (21) (54)

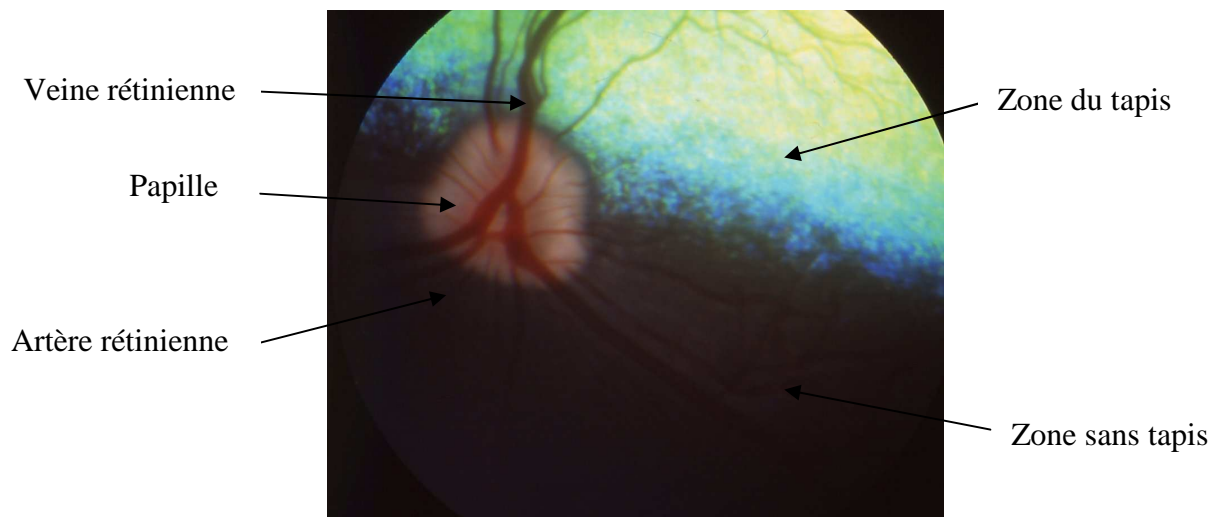
La zone sans tapis, localisée en périphérie et en zone ventrale, est de couleur brune plus ou moins foncée à cause de la pigmentation de l'épithélium pigmentaire.

Dans le cas des chiens avec un fond d'œil subalbinos, la zone sans tapis est dépigmentée (l'épithélium pigmenté et la choroïde sont peu pigmentés). En conséquence les vaisseaux de la choroïde deviennent visibles. Les gros vaisseaux choroïdiens se distinguent sur un fond blanc correspondant à la sclère et donnent une couleur rouge brique au fond d'œil. La présence du tapis est variable. (21) (54)

Les vaisseaux rétiniens apparaissent nets et de couleur rouge vif. Les veines rétiniennes sont de plus gros calibre que les artères. Tous les vaisseaux rétiniens convergent vers la papille et sont habituellement disposés en Y renversé. Les veines s'anastomosent au centre de la papille et les artères s'arrêtent en périphérie. (21) (54) (*Figure 11*).

Chez le chien, le fond d'œil n'est pas totalement mature à la naissance : il acquiert son aspect définitif vers l'âge de 12 à 16 semaines après la naissance. (21)

Figure 11 : Fond d'œil d'un beagle ayant les iris de couleur marron



Source : Unité d'ophtalmologie, CHUVA, ENVA

II.3. Electrorétinogramme

L'électrorétinogramme (ERG) fournit de façon non invasive une évaluation de la fonction électrophysiologique rétinienne suite à une stimulation lumineuse (les voies en aval ne sont donc pas évaluées). Cet examen permet d'évaluer l'intégralité des couches rétiniennes y compris l'épithélium pigmentaire. L'ERG enregistre les variations de potentiels électriques de la rétine en réponse à des stimulations lumineuses grâce à l'électrode active placée au niveau de la cornée, à l'électrode de référence placée sous la peau dans le canthus externe et à l'électrode de terre située au niveau de la crête occipitale (*Figure 12*). (54)

Figure 12 : Emplacement des électrodes lors de l'électrorétinogramme



Source : Unité d'ophtalmologie, CHUVA, ENVA

Après stimulation lumineuse, l'enregistrement aboutit à un tracé comportant deux ondes principales.

L'onde a correspond à la première inflexion de l'ERG. Elle a une amplitude négative et représente la réponse des photorécepteurs rétiniens à la stimulation lumineuse. L'onde a est caractérisée par deux paramètres : son amplitude (elle est déterminée depuis la ligne de base jusqu'au pic de la première inflexion de la courbe, et s'exprime en microvolts (μV) et son temps de culmination (il est calculé entre le moment de la stimulation et le point d'inflexion maximal de l'onde a, et est exprimé en millisecondes (ms)). (29) (34)

L'onde b correspond à la deuxième inflexion de l'ERG. Elle a une grande amplitude positive et correspond à la réponse des cellules bipolaires suite à la stimulation des photorécepteurs par un stimulus lumineux. L'onde b est caractérisée par les deux paramètres cités précédemment. Son amplitude est déterminée par la hauteur du pic de l'onde b moins l'amplitude de l'onde a. (29) (34)

L'enregistrement d'un ERG peut faire suite à trois types de stimulations lumineuses :

- la stimulation scotopique est réalisée avec une faible intensité lumineuse ($0,03 \text{ cd/m}^2/\text{s}$) et mesure essentiellement l'activité des bâtonnets et l'adaptation à l'obscurité. Le graphique obtenu (*Figure 13*) lors de la stimulation scotopique possède seulement une onde b ; (29) (34)
- la stimulation photopique est réalisée avec une forte intensité lumineuse ($3 \text{ cd/m}^2/\text{s}$). Elle permet d'évaluer l'activité mixte des bâtonnets et des cônes. Le graphique obtenu (*Figure 14*) lors de la stimulation photopique possède une onde a et une onde b ;
- le flicker est une succession de flashes de forte intensité lumineuse ($3 \text{ cd/m}^2/\text{s}$) à une fréquence de 31Hz. Il permet d'évaluer l'activité des cônes. Le graphique obtenu (*Figure 15*) lors du flicker possède plusieurs ondes positives. (29) (34)

Figure 13 : Détermination des caractéristiques de l'onde b lors de la réponse de la rétine globale à un flash lumineux unique en ambiance scotopique (ERG du chien H2F0725)

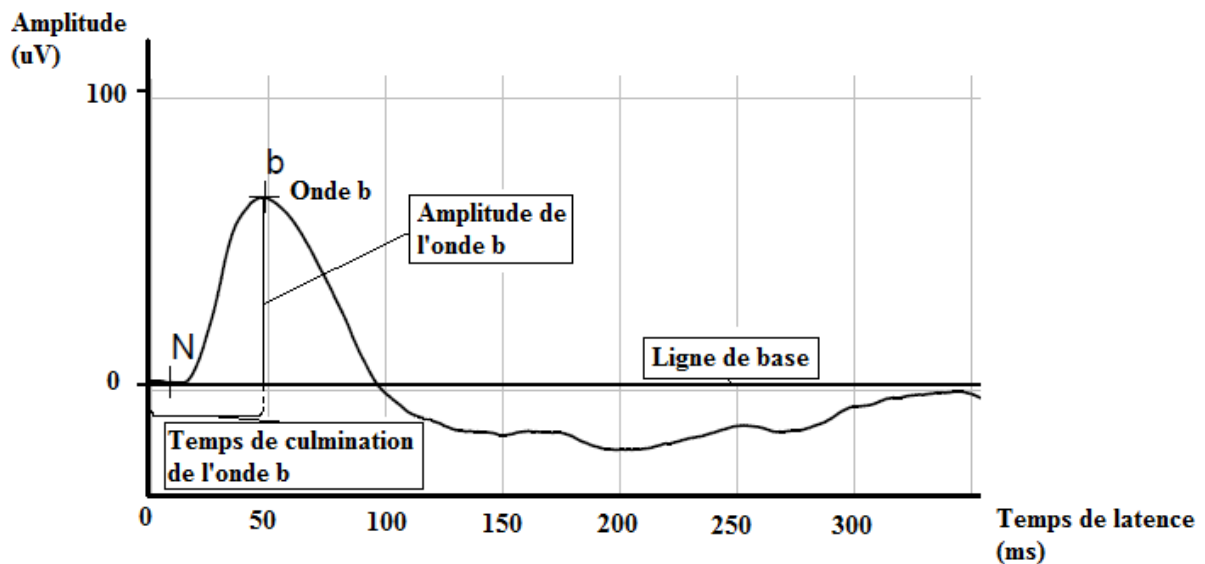


Figure 14 : Détermination des caractéristiques des ondes a et b lors de la réponse de la rétine globale à un flash lumineux unique en ambiance photopique (ERG du chien H2F0725)

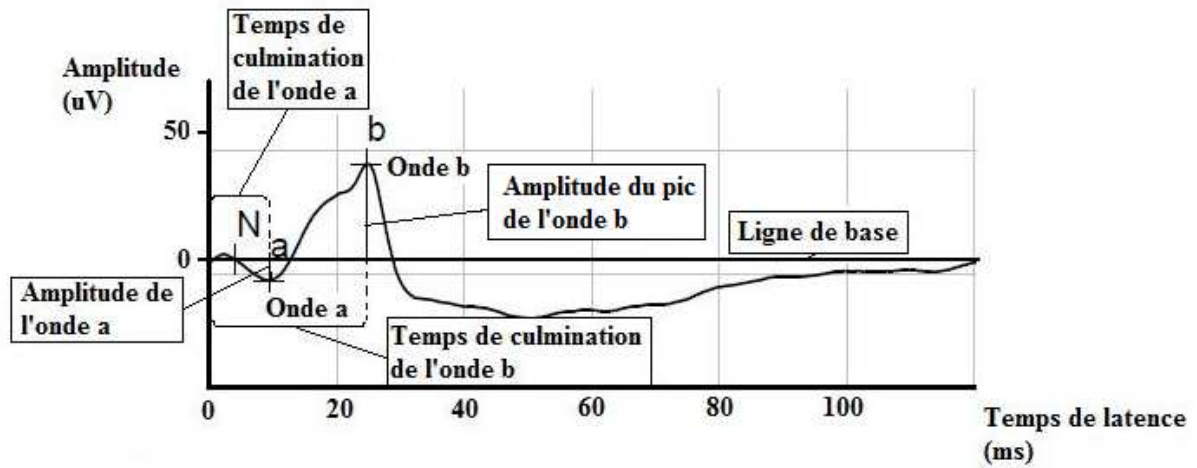
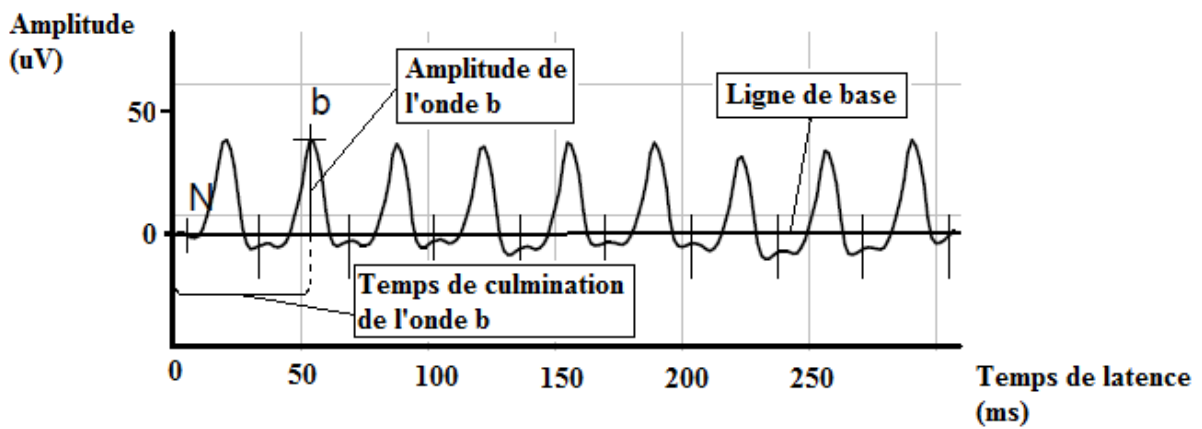


Figure 15 : Détermination des caractéristiques de l'onde a et b lors de la réponse de la rétine globale à plusieurs flashes lumineux, flicker. (ERG du chien H2F0725)



Source des figures 13 à 15 : Unité d'ophtalmologie, CHUVA, ENVA