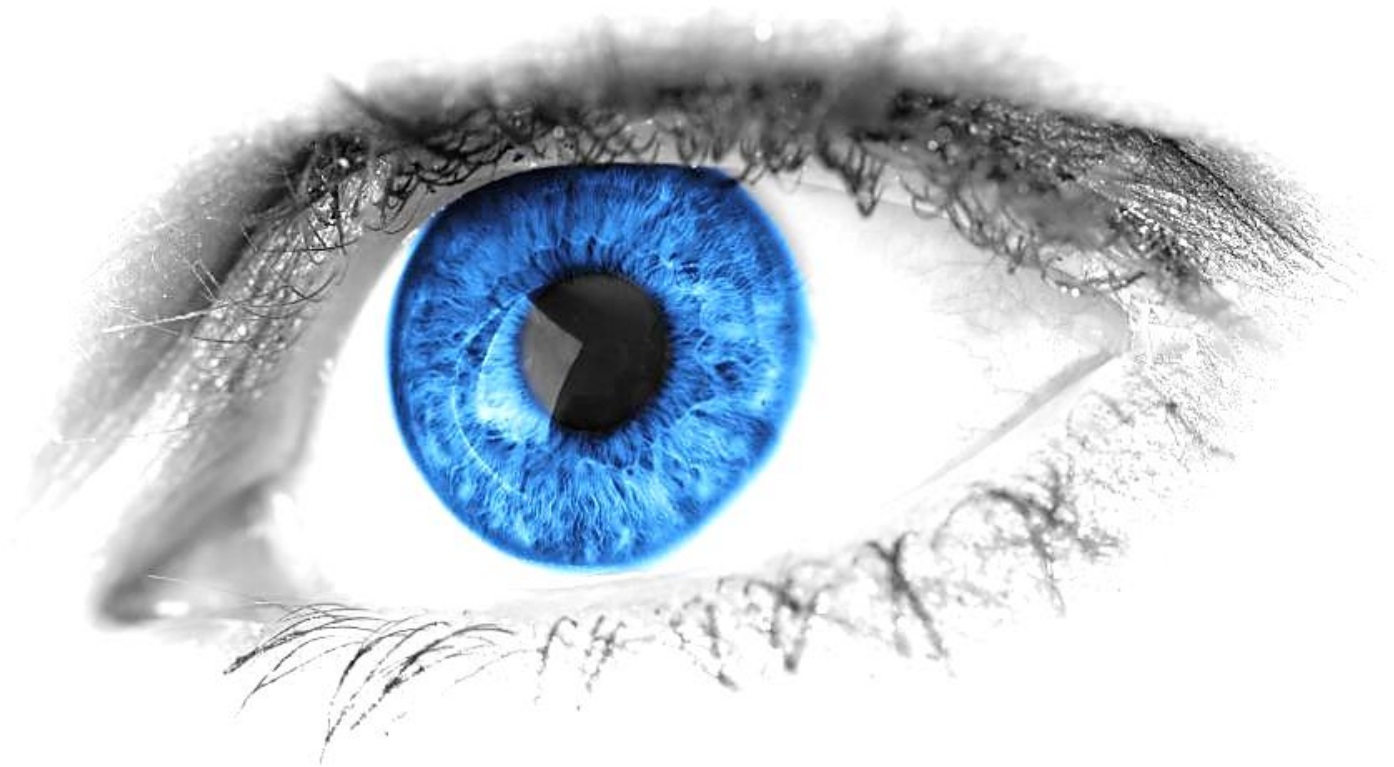




FACULTÉ DE
MÉDECINE
& MAÏEUTIQUE

ANATOMIE



Globe oculaire et ses Annexes

Voies visuelles

Oculomotricité

Louis BÉAL

Avertissement :

Ce polycopié constitue le support des cours d'Anatomie concernant le globe oculaire, les annexes du globe, les voies nerveuses visuelles et oculomotrices, qui sont dispensés dans le cadre du module d'Anatomie en PACES (UE5) et en DFGSM2.

Il ne s'agit pas d'un support opposable, seuls les cours dispensés par l'enseignant faisant foi pour les examens.

De mêmes, les encarts grisés illustrent par la pathologie les notions fondamentales d'Anatomie, et ne sont pas éligibles.

Ce polycopié et les illustrations s'y rapportant sont téléchargeables gratuitement sur le site du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté : <http://anatomie.univ-catholille.fr/>

Polycopié mis à jour en Janvier 2019

GLOBE OCULAIRE

1. Généralités

1.1 Définition

L'œil est le récepteur des influx visuels. Il s'agit d'une enveloppe sous tension comprenant différentes structures transparentes dédiées à la transmission et la focalisation de l'information visuelle sur la rétine, qui la réceptionne et la convertit en un signal interprétable par le système nerveux central.

La paroi de l'œil comprend, de dehors en dedans :

- Une **tunique fibreuse** : la sclère et la cornée
- Une **tunique musculo vasculaire** : la choroïde, le corps ciliaire et l'iris
- Une **tunique nerveuse** : la rétine

Les milieux transparents de l'œil sont :

- Le cristallin
- L'humeur aqueuse, qui circule dans la chambre antérieure et la chambre postérieure
- Le vitré

Le globe oculaire est divisé en deux régions :

- Le **segment antérieur**, qui comporte la cornée, l'iris, la chambre antérieure, l'angle iridocornéen, le cristallin, la chambre postérieure et le corps ciliaire.
- Le **segment postérieur**, qui comprend la majeure partie de la sclère, la choroïde, la rétine et le vitré.

1.2 Localisation

Le globe oculaire se situe dans la **cavité orbitaire**.

1.3 Mensurations

- Poids : 7 grammes
- diamètre sagittal : 24 mm
- diamètre transversal : 23 mm
- diamètre vertical : 23 mm

2. Tunique fibreuse

2.1 La sclère

Apparentée à la dure mère, il s'agit d'un tissu fibreux très dense, épais, inextensible et opaque. La sclère délimite les **5/6^{ème} postérieurs** du globe oculaire. Elle est de coloration blanchâtre sur son versant externe et brunâtre sur son versant interne.

Elle est en rapport sur sa périphérie avec :

- Les insertions des muscles oculomoteurs
- Les gaines fibreuses péri oculaire
- Le corps adipeux de l'orbite

La sclère présente de nombreux orifices :

- Au **pôle antérieur** se trouve l'ouverture cornéenne (cf. 2.2), associée à de multiples orifices pour les artères et veines ciliaires antérieures
- Au **pôle postérieur** se trouvent :
 - L'orifice laissant passage au nerf optique (lame criblée), qui se projette au niveau de quadrant inféro médial du pôle postérieur
 - De multiples orifices livrant passage aux artères et nerfs ciliaires postérieures (courts et longs), ainsi qu'aux veines vorticineuses (au nombre de 4)

ECNi - Item 81, Œil rouge et/ou douloureux

Les épisclérites sont des inflammations superficielles de la sclère, bénignes, caractérisées par un œil rouge, légèrement douloureux, sans baisse d'acuité visuelle.

Les sclérites sont des inflammations plus profondes de la sclère, caractérisées par un œil rouge, fortement douloureux et sans baisse d'acuité visuelle. Les sclérites imposent la réalisation d'un bilan biologique poussé à la recherche d'une maladie de système (connectivite, vascularite, granulomatose...)

2.2 La cornée

Il s'agit d'un hublot transparent faisant saillie vers l'avant, de 13 mm de diamètre et d'une épaisseur moyenne de **540 µm** en son centre. Ce hublot est enchâssé au niveau du pôle antérieur de la sclère, comblant l'ouverture cornéenne.

La cornée forme le dioptré statique de l'œil, et à une puissance réfractive d'environ 42 dioptries.

Elle est constituée, sur le plan histologique, de **5 couches cellulaires** superposées, avec de dehors en dedans :

- **L'épithélium antérieur**, en contact avec le milieu extérieur aérien
- **La membrane de Bowman** (syn : limitante antérieure)
- Le **stroma**, qui constitue 90% de l'épaisseur de la cornée
- **La membrane de Descemet** (syn : limitante postérieure)
- **L'endothélium**, qui baigne dans l'humeur aqueuse

La cornée a pour particularité d'être avasculaire. La nutrition de ses constituants cellulaire est assurée par imbibition via le film lacrymal et l'humeur aqueuse.

Elle est richement innervée par les nerfs ciliaires, rameau du nerf Ophtalmique (V1).

ECNi - Item 81, Œil rouge et/ou douloureux

Les kératites sont les atteintes de la cornée. Elles se révèlent par un œil rouge, fortement douloureux et une baisse d'acuité visuelle.

Elles peuvent être d'origine :

- Infectieuse, suite à une infection virale (adénovirus, HSV, VZV), bactérienne, mycologique voire parasitologique (kératite amibienne chez les porteurs de lentilles de contact)
- Inflammatoire
- latrogène
- D'exposition, par exemple au cours d'une paralysie faciale ou d'un ectropion (la paupière ne peut plus recouvrir et protéger la cornée, qui sèche à l'air libre).

Les kératites sont des urgences thérapeutiques. Non traitées, elles peuvent évoluer vers l'ulcération, voire la perforation cornéenne.

2.3 Le limbe scléro cornéen

Il s'agit de la frontière entre la cornée, transparente, et la sclère, opaque. L'iris lui est sous-jacent. Entre l'iris, la cornée et le limbe est tendu le trabéculum, formation annulaire conjonctivo réticulaire qui joue un rôle capital dans la filtration de l'humeur aqueuse.

Au sein du limbe circule une veine annulaire, le canal de Schlemm (syn : sinus veineux de la sclère). Celle-ci draine l'humeur aqueuse depuis l'angle iridocornéen, puis se jette dans les veines épisclérales.

3. Tunique musculo vasculaire (syn : uvée)

Elle comporte **3 portions** distinctes :

3.1 La choroïde

Il s'agit d'une mince membrane, tapissant les 2/3 postérieurs de la face interne du globe oculaire et formant l'essentiel de sa tunique vasculaire. Sur le plan embryologique, il s'agit de l'homologue de la pie mère.

Elle est incluse entre :

- En dedans l'épithélium pigmentaire rétinien
- En dehors la sclère

La choroïde se prolonge en avant par le corps ciliaire, dont elle est séparée par l'**Ora Serrata**.

Le réseau vasculaire choroïdien est tributaire :

- Des artères ciliaires postérieures
- Des veines vorticineuses

3.2 Le corps ciliaire

Il est situé entre l'iris en avant et la choroïde en arrière. Le corps ciliaire a la forme d'un anneau aplati, triangulaire à la coupe. Il se décrit en :

- Une face périphérique/externe, répondant à la sclère
- Une face antérieure, répondant à l'iris
- Une face postérieure, subdivisée en 2 segments :
 - Un segment postérieur, lisse et fortement adhérent avec le vitré.
 - Un segment antérieur : celui-ci émet des prolongements à disposition radiaires (environ 80) : les **procès ciliaires**. Ces derniers sont le siège de la sécrétion de l'humeur aqueuse.

Sur les corps ciliaires prend insertion la **zonule**. Il s'agit d'un ensemble de microfilaments (syn : les fibres zonulaires) qui assurent la suspension du cristallin dans la chambre antérieure.

La zonule est elle-même sous tendue par le **muscle ciliaire**. Il s'agit d'un muscle lisse situé à la partie périphérique du corps ciliaire, contre la sclérotique. Il est constitué de fibres longitudinales et circulaires. Sa contraction permet le phénomène d'accommodation : en se contractant, il tire le corps ciliaire en avant et détend les fibres zonulaires, entraînant ainsi le bombement de la face antérieure du cristallin. L'accommodation intervient essentiellement pour la vision de près.

3.3 L'iris

Il s'agit d'un diaphragme circulaire vertical, percé en son centre par un orifice, **la pupille**. Il est inséré en périphérie au corps ciliaire.

L'iris présente :

- Une **face antérieure**, convexe vers l'avant, qui porte un stroma conjonctif lâche plus ou moins chargé de pigments, ce qui détermine sa couleur, variable selon les individus
- Une **face postérieure**, qui répond en arrière au cristallin et aux procès ciliaire. Elle est tapissée par la portion iridienne de la rétine, aveugle
- Un **bord périphérique**, circonférentiel, qui délimite la base de l'angle iridocornéen
- Un **bord libre**, circonférentiel, qui délimite la pupille

L'iris baigne dans l'humeur aqueuse et divise l'espace qui le contient en une **chambre antérieure** et une **chambre postérieure**.

Deux systèmes musculaires régissent la motilité irienne, et donc le calibre de la pupille :

- Le **muscle sphincter de la pupille** : il est situé près de la pupille. Innervé par le système parasympathique, sa contraction provoque un myosis (rétrécissement du calibre pupillaire).
- Le **muscle dilateur de la pupille** : il est en périphérie du sphincter de la pupille. Innervé par le système sympathique, sa contraction provoque une mydriase (dilatation de la pupille).

La vascularisation irienne est assurée par les artères ciliaires antérieures et postérieures, qui forment le grand cercle et le petit cercle artériel de l'iris.

L'innervation irienne est assurée par :

- Les nerfs ciliaires courts, issus du ganglion ciliaire
- Les nerfs ciliaires longs, branches du rameau nasal du V1

4. Tunique nerveuse : la rétine

4.1 Définition

La rétine correspond à l'enveloppe interne de l'œil. Elle a pour fonction de capter l'information visuelle et de transformer le signal lumineux en un signal nerveux pour le cerveau.

4.2 Description

Elle est formée de 2 segments, limités par l'Ora Serrata :

- La **rétine cilio iridienne** : elle tapisse la face postérieure de l'iris et des procès ciliaire. Très fine, elle est dépourvue de cellules visuelles et forme donc la portion aveugle de la rétine.
- La **rétine optique** : elle tapisse le fond du globe oculaire depuis l'Ora Serrata. Epaisse, elle seule capte l'information visuelle. Elle présente à sa surface :
 - La **papille du nerf optique**, qui forme un disque ovalaire à grand axe vertical, de 1,5 mm de diamètre. Elle se situe à 3 mm en dedans et légèrement en dessous du pôle postérieur de l'œil. Elle correspond au point de sortie du globe oculaire des fibres optiques, mais également au point d'entrée des vaisseaux rétiniens (artère et veine centrale de la rétine). Cette zone est optiquement aveugle.
 - La **macula**. Il s'agit d'une zone elliptique de 3 mm de diamètre, située exactement au pôle postérieur de l'œil. Elle présente une légère dépression en son centre, la fovéa centralis, où n'existe que des cônes, ce qui en fait la région rétinienne où la fonction visuelle est à son maximum.

4.3 Histologie

La rétine est constituée **sur le plan histologique** de **10 couches cellulaires**.

D'un point de vue **fonctionnel**, cette division peut se simplifier en **2 couches** :

- **L'épithélium pigmentaire**. Il s'agit de la couche la plus externe. Elle est plaquée contre la choroïde dont elle est séparée par la membrane de Bruch. Des grains de mélanine donnent à cet épithélium son caractère pigmenté. Leur concentration varie en fonction des zones rétinienne (plus importante au centre) et avec les ethnies. Il s'agit d'une d'interface avec la choroïde pour la nutrition des couches profondes de la rétine, il et assure un rôle important dans le métabolisme de la vitamine A (éléments essentiel au bon fonctionnement des photorécepteurs)
- **Le neuro épithélium**. Il s'agit de la couche interne. Elle comporte à sa périphérie les photorécepteurs, formés par :

- **Les cônes** : au nombre de 7 millions, ils sont spécialisés dans la vision des formes et des couleurs. Ils sont de disposition centrale
- **Les bâtonnets** : au nombre de 130 millions, ils sont spécialisés dans la vision crépusculaire. Ils sont de disposition périphérique.

Différentes couches cellulaires s'empilent ensuite de dehors en dedans, jusqu'à aboutir à la couche la plus interne du neuro épithélium qui est la **couche des fibres optiques**. Il s'agit des axones non myélinisés des cellules ganglionnaires rétiniennes qui convergent vers la papille. Les vaisseaux rétiniens superficiels (issus de l'artère et de la veine centrale de la rétine) sont inclus dans cette couche.

Physiologie rétinienne (source : COUF)

La fonction principale de la rétine, la phototransduction, est assurée par les photorécepteurs en synergie avec l'épithélium pigmentaire. Les photorécepteurs, entourés par les villosités de l'épithélium pigmentaire, renferment des disques contenant le pigment visuel, la rhodopsine. Celle-ci est composée d'une protéine, l'opsine, et de vitamine A (ou rétinol). La rhodopsine est «blanchie» par la lumière (réaction chimique entraînant une rupture entre l'opsine et le rétinol), ce qui entraîne une chaîne de réactions aboutissant à la libération d'un messager qui modifie la polarisation de la membrane plasmique : ainsi naît l'influx nerveux qui va cheminer le long des voies optiques jusqu'au cortex occipital.

La rhodopsine est ensuite resynthétisée au cours du «cycle visuel».

L'épithélium pigmentaire assure quant à lui le renouvellement des disques par un mécanisme de phagocytose.

4.4 Vascularisation

- L'épithélium pigmentaire et les photorécepteurs sont tributaires des vaisseaux choroïdiens
- Le neuro épithélium (en dehors des photorécepteurs) est vascularisée par l'artère centrale de la rétine, branche de l'artère ophtalmique. Elle émerge au niveau de la papille et se divise en :
 - Artère temporale supérieure
 - Artère temporale inférieure
 - Artère nasale supérieure
 - Artère nasale inférieure

Le système veineux est calqué sur le système artériel. Il se jette dans la veine centrale de la rétine.

ECNi – Item 79, Altération de la fonction visuelle

ECNi - Item 80, Anomalies de la vision d'apparition brutale

La rétine est le siège de nombreuses pathologies :

- **Le décollement de rétine** : il s'agit d'une perte de contact entre l'épithélium pigmentaire et l'épithélium neurosensoriel. Les signes cliniques le révélant sont des phosphènes (éclairs dans le champ visuel), des myodesopsies (sensation de mouches volantes), une amputation du champ visuel périphérique (si la rétine décollée est en périphérie) ou une baisse d'acuité visuelle unilatérale et indolore (si la rétine maculaire est soulevée). Il s'agit d'une urgence ophtalmologique. Le traitement est chirurgical.
- **L'occlusion de l'artère centrale de la rétine (OACR)** : elle est révélée par une baisse d'acuité visuelle brutale, unilatérale et isolée, sur œil blanc indolore, avec une mydriase aréflexique unilatérale. Le fond d'œil met en évidence une rétine œdématiée et très pâle dans le territoire ischémié, avec par contraste une macula prenant une teinte « rouge cerise ». En effet, la vascularisation de la macula dépend du réseau choroïdien, et non de l'artère centrale de la rétine. Les principales étiologies à évoquer sont l'artériosclérose, les cardiopathies emboligènes et la maladie de Horton.
- **L'occlusion de la veine centrale de la rétine (OVCR)** : elle est révélée par une baisse d'acuité visuelle brutale, variable, sur œil blanc indolore. Le fond d'œil met en évidence un œdème de la papille, des hémorragies rétiniennes superficielles, des veines tortueuses et dilatées et des nodules cotonneux. Les principales étiologies sont l'artériosclérose, les troubles de la coagulation et l'hypertonie oculaire sur glaucome chronique.

5. Milieux transparents de l'œil

Sont décrit d'avant en arrière :

5.1 La chambre antérieure

La chambre antérieure est un espace situé entre :

- En avant : la cornée et le limbe.
- En arrière : l'iris
- En périphérie : l'angle iridocornéen.

Profonde, elle est remplie par l'humeur aqueuse.

5.2 Le cristallin

Le cristallin est une **lentille biconvexe** élastique et transparente.

Il est situé entre l'iris en avant et le vitré en arrière. Sa face postérieure est plus bombée que sa face antérieure.

Il forme le dioptré variable de l'œil, avec une puissance réfractive de **20 dioptries** en moyenne. La transparence du cristallin et surtout de ses fibres est liée à leur déshydratation.

Histologiquement, le cristallin est formé de 3 éléments :

- Une **capsule** (syn : cristalloïde), qui enveloppe l'ensemble du cristallin
- Un **épithélium** unistratifié
- Un **stroma** (avec un cortex, un noyau et des fibres cristalliniennes)

Le cristallin est maintenu dans le globe par la **zonule** ciliaire. Cette dernière transmet les contractions du muscle ciliaire, ce qui modifie les courbures cristalliniennes et fait varier la focalisation des rayons lumineux sur la rétine : c'est l'**accommodation**.

ECNi - Item 127, Déficit neurosensoriel chez le sujet âgé (cataracte)

La cataracte est l'opacification de tout ou partie du cristallin. Il s'agit d'une pathologie très fréquente. Ses signes cliniques sont marqués par une baisse d'acuité visuelle en vision de loin, une photophobie, un jaunissement des couleurs, et une myopisation d'indice.

Le traitement est chirurgical, et consiste en une phacoémulsification extra capsulaire (le cristallin est disséqué aux ultrasons puis aspiré, tout en laissant sa capsule en place), puis un implant est posé dans la capsule ainsi vidée.

5.3 La chambre postérieure

La chambre postérieure est un espace situé entre :

- En avant : l'iris et en partie le corps ciliaire
- En arrière : le cristallin

Etroite, elle est remplie d'humeur aqueuse et communique avec la chambre antérieure via la pupille.

5.4 Le vitré (syn : corps vitré)

Le vitré occupe les 2/3 postérieurs du globe, qu'il met en tension. Il est limité par :

- En avant : la face postérieure du cristallin et le corps ciliaire
- En arrière : la rétine

Le corps vitré est formé par :

- Un **stroma** (syn : humeur vitrée), sorte de gel visqueux et transparent
- Une membrane périphérique, la **membrane vitrée (syn : membrane hyaloïdienne)**
- Un canal central, le **canal hyaloïde** (syn : canal de Cloquet), tendu entre le pôle postérieur du cristallin (au niveau de la fossette patellaire) et la tête du nerf Optique. Celui-ci est le vestige d'un méso vasculaire embryonnaire

ECNi – Item 79, Altération de la fonction visuelle

ECNi - Item 80, Anomalies de la vision d'apparition brutale

Au cours des affections du vitré, des dépôts de particules peuvent sédimenter et gêner la vision. En résultera des myodesopsies, c'est-à-dire une impression de mouches volantes ou de corps flottants dans le champ visuel. Ce phénomène peut survenir au cours :

- D'inflammation du vitrée, au cours d'uvéïte postérieure.
- D'hémorragie intravitréenne, par rupture d'un néovaisseau aberrant, par hémorragie traumatique...

6. Physiologie de l'humeur aqueuse

6.1 Définition

L'humeur aqueuse un liquide limpide, composé à majoritairement d'eau et dans une moindre mesure d'électrolytes et d'enzymes.

Elle assure :

- La **mise en tension du globe oculaire** (avec le vitré), en maintenant une pression intra oculaire comprise entre 10 mmHg et 21 mmHg.
- La **nutrition** des structures oculaires avasculaires, comme le cristallin et la cornée.
- **L'évacuation des déchets** produits par le métabolisme de ces structures.

6.2 Circulation

L'humeur aqueuse est secrétée en permanence par les cellules épithéliales des procès ciliaires. Elle remplit la chambre postérieure. Elle s'écoule ensuite entre le cristallin et l'iris, gagne la chambre antérieure et se dirige vers l'angle iridocornéen pour être éliminée au travers du trabéculum. Le liquide ainsi excrété emprunte le canal de Schlemm puis se jette dans les veines épisclérales pour enfin rejoindre le réseau veineux systémique.

ECNi – Item 79, Altération de la fonction visuelle

ECNi - Item 80, Anomalies de la vision d'apparition brutale

ECNi - Item 81, Œil rouge et/ou douloureux

ECNi - Item 82, Glaucome chronique

ECNi – Item 98, Céphalée aiguë et chronique de l'adulte et de l'enfant

- **La crise aigüe de fermeture de l'angle (CAFA)** : La CAFA est d'ue initialement à un blocage de la pupille en mydriase, entraînant un accollement circonférentiel de la face antérieure du cristallin à la face postérieure de l'iris. L'humeur aqueuse sécrétée ne peut en conséquence pas s'écouler vers la chambre antérieure. La pression intraoculaire (PIO) augmente (au-dessus de 50 mmHg !), entraînant une fermeture de l'angle irido cornéen, ce qui entretient la gêne l'écoulement de l'humeur aqueuse... etc. Il s'agit d'une urgence ophtalmologique.
Le traitement consiste en la prise de collyres hypotonisants, de collyres myotiques et en la réalisation d'une iridotomie périphérique sur les 2 yeux (prévention du CAFA controlatéral) au laser YAG.
- **Le glaucome chronique à angle ouvert** : Il s'agit de la 2^{ème} cause de cécité dans les pays développés. Il s'agit d'une neuropathie optique progressive, chronique et asymptomatique, avec altération tardive du champ visuel, atrophie du nerf optique et hypertonie oculaire (non systématique !). Il résulte d'une dégénérescence du trabéculum, qui ne permet plus l'écoulement normal de l'humeur aqueuse. Deux conséquences :
 - La tête du nerf optique est comprimée sous l'effet de l'hypertonie (théorie mécanique).
 - Les capillaires sanguins de la tête du nerf optique dégénèrent, d'où une hypoperfusion et une insuffisance circulatoire (théorie ischémique).Le traitement du glaucome chronique repose sur la prise de collyres hypotonisants (parfois en quadrithérapie), des séances de laser (trabéculoplastie) et la chirurgie (trabéculectomie, sclérotomie).

7. Vascularisation de l'œil

7.1 Artérielle

Le globe oculaire et ses annexes sont vascularisés par **l'artère ophtalmique et ses branches** :

Artère ophtalmique

- Origine : **Artère carotide interne**
- Trajet : Elle se déporte en avant et en dehors, et pénètre dans la cavité orbitaire avec le nerf optique par le canal optique. Elle contourne ensuite ce dernier par sa face externe puis supérieure
- Collatérales notables :
 - **Artère centrale de la rétine**
 - **Artères ciliaires antérieures**
 - **Artères ciliaires courtes postérieure et longues postérieures**
 - **Artère lacrymale**
 - **Artères musculaires (pour les muscles oculomoteurs)**
 - **Artères ethmoïdales**
 - **Artères palpébrales**
- Terminaison : Au niveau de l'angle interne de l'œil en s'anastomosant avec **l'artère faciale** (issue de la carotide externe)

Artère centrale de la rétine :

- Origine : Artère ophtalmique, naît au niveau du croisement avec la face latérale du nerf optique
- Trajet : Pénètre dans le nerf Optique à 10 mm du pôle postérieur de l'œil. Entre dans le globe oculaire par la papille
- Terminaison : Elle se divise en 4 branches (cf. Rétine), qui assurent la **vascularisation du 1/3 superficiel de la rétine**

Artères ciliaires longues postérieures :

- Origine : Artère ophtalmique. Elles sont au nombre de 2 (médiale et latérale)
- Trajet : Elles pénètrent dans le globe oculaire à distance du nerf optique, puis cheminent vers l'avant à la face externe de la choroïde jusqu'au niveau de l'iris où elles forment le **grand cercle artériel de l'iris**
- Terminaison : Le grand cercle artériel de l'iris émet :
 - Des branches iriennes, qui convergent vers le bord libre de l'iris pour former le **petit cercle artériel de l'iris**
 - Des branches ciliaires, qui sont destinées aux procès ciliaires.
 - Des branches choroïdiennes

Artères ciliaires courtes postérieures :

- Origine : Artère ophtalmique
- Trajet : Au nombre de 2 à 3, elles restent solidaires de la gaine du nerf optique, pénètrent la sclère et se divise en une vingtaine de branches
- Terminaison : Elles s'épanouissent dans la choroïde jusqu'à l'Ora Serrata

7.2 Veineuse

La veine centrale de la rétine :

Elle draine les veines rétinienne puis se jette dans la veine ophtalmique.

Les veines vorticeuses :

Au nombre de 4, elles drainent les veines choroïdiennes puis se jette dans la veine ophtalmique.

La veine ophtalmique :

Elle naît à la confluence des veines vorticeuses et de la veine centrale de la rétine, chemine en arrière, pénètre dans le crâne et se jette dans le sinus caverneux homolatéral.

8. Innervation du globe oculaire

8.1 Innervation sensitive

Elle est tributaire de la branche nasale du nerf ophtalmique (V1), lui-même branche du nerf Trijumeau (V).

Le nerf nasal émet ainsi :

- Une branche sensitive qui va former avec le plexus carotidien sympathique et la portion motrice du III le **ganglion ophtalmique (syn : ganglion ciliaire)**, d'où partent ensuite les nerfs ciliaires courts.
- Les nerfs ciliaires longs, au nombre de 2 à 3, qui vont directement dans le globe oculaire.

Nerfs ciliaires courts et longs vont assurer **l'innervation sensitive de la sclère et de la cornée.**

8.2 Innervation intrinsèque

Cf. Iridomotricité

CONJONCTIVE

1. Définition

La conjonctive est une muqueuse tapissant la face postérieure des paupières et la sclère du globe oculaire. Elle appartient aux éléments protecteurs de l'œil, avec les paupières et l'appareil lacrymal.

2. Description

La conjonctive se décrit en deux portions, en culs de sac et espaces de réflexion :

- La conjonctive palpébrale,
- La conjonctive bulbaire. Elle recouvre uniquement la sclère et est en continuité de l'épithélium antérieur de la cornée.
- Le fornix conjonctival. Il s'agit de la zone de jonction des deux conjonctives.
- Les culs de sac supérieur, inférieur, externe et interne. A noter qu'un niveau du cul de sac interne, la conjonctive se relève en une petite saillie : la caroncule.

3. Vascularisation

Artères conjonctivales antérieures et postérieures

4. Innervation

- Conjonctive bulbaire et palpébrale supérieure : nerf Ophtalmique (V1)
- Conjonctive palpébrale inférieure : nerf Maxillaire (V2)

ECNi - Item 81, Œil rouge et/ou douloureux

La conjonctivite est une inflammation de la conjonctive. Elle se manifeste par une rougeur oculaire et des douleurs modérées uni/bilatérales. Il n'y a pas de baisse d'acuité visuelle. Elle peut être :

- Bactérienne : le plus souvent à CGP ou Haemophilus. A noter le cas de la conjonctivite à Chlamydia s'intégrant dans le cadre d'un syndrome oculo-urétral-synovial. Non traité, il constitue le trachome, qui cause des cécités irréversibles par atteinte cornéenne (2^{ème} cause de cécité dans le monde)
- Virale.
- Allergique.

PAUPIÈRES

1. Définition

Les paupières supérieures et inférieures sont 2 replis cutanéo-membraneux mobiles.

Elles assurent :

- la protection du globe oculaire contre les agressions extérieures,
- l'étalement des larmes sur le globe.

2. Description

Chaque paupière se décrit en :

- Une face antérieure
- Une face postérieure
- Un bord libre, qui délimite avec l'autre paupière la fente palpébrale. Il présente :
 - En avant le limbe antérieur, où s'implantent les cils
 - En arrière le limbe postérieur, où s'ouvrent les glandes palpébrales
- Les commissures palpébrales médiales et latérales, qui délimitent les canthus interne et externe de l'œil.

3. Structures

Chaque paupière comprend :

3.1 Un plan antérieur cutanéomusculaire, avec :

- Une couche de peau fine
- En partie le muscle orbiculaire de l'œil
- Le muscle élévateur de la paupière supérieure.

3.2 Un plan postérieur tarso-conjonctival, avec :

- les torses supérieurs et inférieurs : ce sont des fibrocartilages, très denses et de forme semi lunaire. Ils assurent la rigidité des paupières, en particulier pour la paupière supérieure. Les torses s'unissent entre eux à leurs extrémités et sont fixés au bord interne de l'orbite par le ligament palpébral médial et au bord externe de l'orbite par le ligament palpébral latéral. Enfin, chaque tarse est unit au rebord orbitaire par le septum orbitaire.
- Les glandes palpébrales, qui se répartissent en :
 - Glandes tarsales (syn : glande de Meibomius), développées dans le tarse,
 - Glandes ciliaires (syn : glande de Moll),
 - Glandes sébacées (syn : glande de Zeiss).

Les canaux excréteurs de ces glandes s'ouvrent au niveau du bord libre de la paupière.

- La conjonctive palpébrale.

4. Muscles palpébraux

Quatre musculaires interviennent dans la mécanique palpébrale :

4.1 Le muscle releveur de la paupière supérieur

- Origine : il s'insère au fond de l'orbite, au-dessus du canal optique.
- Trajet : il chemine vers l'avant, entre le toit de l'orbite en haut et la face supérieure du muscle droit supérieur en bas.
- Terminaison : il s'épanouit en plusieurs ensembles de fibres s'insérant sous la peau de la paupière supérieure, au niveau du bord supérieur du tarse supérieur et sur les bords médiaux et latéraux de l'orbite.
- Innervation : par le III et par des rameaux du sympathique.
- Action : il élève la paupière supérieure.

4.2 Le muscle tarsal supérieur (syn : muscle de Müller)

- Origine : il s'agit d'une expansion du muscle releveur de la paupière supérieure
- Trajet : il chemine vers l'avant et le bas.
- Terminaison : il s'insère au niveau du bord supérieur du tarse supérieur.
- Innervation : par des rameaux du sympathique.
- Action : sa contraction élargit la fente palpébrale.

4.3 Les muscles rétracteurs de la paupière inférieure

- Origine : expansions des gaines fusionnées du muscle droit inférieur et de l'oblique inférieur
- Trajet : vers l'avant et le haut
- Terminaison : dans le tissu cellulaire de la paupière inférieure
- Innervation : par des rameaux du sympathique
- Action : leur contraction élargit la fente palpébrale

4.4 Le muscle orbiculaire de l'œil

Cf. chapitre tête et cou

Pathologies des paupières

ECNi – Item 84, Pathologies des paupières

ECNi – Item 96, Myasthénie

ECNi - Item 299, Tumeurs cutanées, épithéliales et mélaniques

Les pathologies palpébrales s'articulent autour de différents cadres nosologiques :

- Infectieuse :
 - L'**orgelet**, qui est un furoncle à staphylocoque du bord libre, centré sur un follicule pilo-sébacé (glandes de Moll et de Zeiss). Il est traité par pommade antibiotique.
 - Le **chalazion**, qui est un granulome inflammatoire développé au dépend d'une glande de Meibomius dont l'écoulement est gêné. Le traitement consiste en l'application d'une pommade anti-inflammatoire, puis en cas d'échec à la chirurgie.

- Tumorale : les paupières peuvent être le siège de cancers cutanés (carcinome épidermoïde, carcinome basocellulaire, mélanome), vasculaire (angiome)...

- Traumatique : toute plaie d'une paupière est une plaie du globe oculaire jusqu'à preuve du contraire !

- Malpositionnement :
 - L'**entropion**, qui correspond à une inversion du bord libre de la paupière. Il peut être congénital, cicatriciel ou sénile. Sa complication est le trichiasis, qui induit une irritation cornéenne par frottement des cils sur celle-ci.
 - L'**ectropion**, qui correspond à une éversion du bord libre de la paupière. Il peut être congénital, cicatriciel, sénile ou encore paralytique (par exemple lors d'une paralysie faciale). Sa complication est l'épiphora, qui est un écoulement anormal et abondant des larmes sur la joue par mauvais drainage dans les voies lacrymales.
 - Le **ptosis**, qui correspond à une chute du bord libre de la paupière supérieure sur le globe oculaire. Trois entités neurologiques sont à traquer devant tout ptosis :
 - Une paralysie complète du III (ptosis + mydriase), par anévrisme carotidien intracrânien.
 - Une paralysie du sympathique cervical (syndrome de Claude Bernard Horner : ptosis, myosis et enophtalmie), par anévrisme carotidien, dissection carotidienne, Pancost Tobias ou encore au cours du syndrome de Wallenberg.
 - Une atteinte myogène, au cours d'une myasthénie auto-immune.
 - La **lagophthalmie**, qui correspond à une inoclusion palpébrale.



Ptosis



Ectropion



Entropion

APPAREIL LACRYMAL

1. Définition

L'appareil lacrymal comprend l'ensemble des structures impliquées dans la sécrétion et l'écoulement des larmes.

Les larmes sont principalement constituées d'eau à laquelle s'ajoute du chlorure de sodium, du glucose et des protéines enzymatiques. Elles assurent les fonctions suivantes :

- Nutrition de l'épithélium cornéen,
- Elimination des déchets de l'activité épithéliale,
- Nettoyage de la cornée,
- Obtention d'un lissage du dioptré cornéen, ce qui lui donne une bonne qualité optique,
- Défense de la cornée contre les infections.

2. Glandes lacrymales

2.1 Glande lacrymale principale

- **Localisation** : Elle repose sur la partie supéro externe du globe oculaire, dans la loge lacrymale.
- **Description** : ovoïde, elle se scinde en 2 portions, orbitaire et palpébrale, séparées par le tendon du muscle élévateur de la paupière. Elle émet plusieurs conduits excréteurs qui se portent vers le bas et l'avant.
- **Mensurations** :
 - Poids : 1 gramme
 - Longueur : 20 mm
 - Largeur : 10 mm
 - Epaisseur : 5 mm
- **Innervation** : elle est tributaire du système parasympathique, véhiculé par le nerf lacrymal

2.2 Glandes lacrymales accessoires

Elles sont disséminées dans l'épaisseur des paupières.

3. Voies lacrymales

3.1 Canalicules lacrymaux

Ils sont au nombre de 2, un canalicule lacrymal supérieur et un canalicule lacrymal inférieur.

Ils naissent au niveau du point lacrymal, qui se situe à environ 6 mm de la commissure palpébrale médiale, sur le bord libre de la paupière, et se prolonge en dedans sur 10 mm, avant de se jeter dans le sac lacrymal.

3.2 Sac lacrymal

Il s'agit d'une cavité cylindrique, de 15 mm de hauteur et 5 mm de largeur, plaquée contre la racine osseuse du nez.

3.3 Canal lacrymo-nasal

Il prolonge le sac lacrymal à son extrémité inférieure jusqu'au méat inférieur, sous le cornet nasal inférieur. Il chemine sur 15 mm au sein d'un canal osseux creusé dans l'os maxillaire, et est orienté en bas en arrière et en dedans.

Il présente au niveau de son abouchement dans les fosses nasales un repli, le pli lacrymal, qui joue un rôle de valve anti reflux.

Pathologies de l'appareil lacrymal

ECNi – Item 329, Traumatismes oculaires

ECNi - Item 188, Pathologies auto-immunes : aspects épidémiologiques, diagnostiques et principe de traitement

ECNi - Item 80, Œil rouge et/ou douloureux

Les pathologies de l'appareil lacrymal s'articulent autour de différents cadres nosologiques :

- **Infectieuse** : L'infection des voies lacrymales est la dacryocystite. Elle est le plus souvent la conséquence d'un obstacle à l'écoulement des larmes, suite à une sténose du canal lacrymonasal, un traumatisme des voies de drainage, une imperforation dans les fosses nasales... Les larmes s'accumulent, sédimentent et s'infectent. Les signes cliniques sont marqués par une inflammation (douleur, chaleur, rougeur et œdème), ainsi que par l'écoulement de pus par les points lacrymaux lors de la pression du sac lacrymal. Le traitement consiste en une antibiothérapie et un cathétérisme des voies lacrymales, de façon à lever l'obstacle.

- **Inflammatoire / Immun** : La glande lacrymale peut être atteinte dans le cadre du syndrome de Gougerot Sjögren, qui appartient aux exocrinopathies auto-immunes. Au cours de cette maladie, se développe un infiltrat inflammatoire lymphocytaire ainsi qu'une atrophie de l'épithélium glandulaire. La perte de sécrétion lacrymale en résultant donnera comme signe cliniques :
 - Une xérophtalmie : sensation de sécheresse oculaire, de sable dans les yeux, de brûlure, avec photophobie.
 - Une diminution objectivable de la sécrétion lacrymale, mesurable via le test de Schirmer, le Break Up Time test et le test au Rose Bengale.La complication majeure de la perte de sécrétion lacrymale est l'inflammation cornéenne (kératite), qui peut évoluer vers une ulcération, voire une perforation cornéenne.

- **Traumatique**

- **Tumoral**

MUSCLES OCULOMOTEURS

1. Définition

Les muscles oculomoteurs sont les structures de mouvement extrinsèques du globe oculaire.

Au nombre de 6, ils comprennent :

- Les 4 muscles droits de l'œil, qui sont :
 - le muscle droit supérieur
 - le muscle droit inférieur
 - le muscle droit interne
 - le muscle droit externe

- Les 2 muscles obliques de l'œil, qui sont :
 - le muscle oblique supérieur (syn : muscle grand oblique)
 - le muscle oblique inférieur (syn : muscle petit oblique)

2. Les muscles droits

2.1 Origine

Elle est commune, au niveau de l'anneau tendineux commun (syn : anneau de Zinn). Il s'agit d'une lame fibreuse s'insérant à la partie interne de la fente sphénoïdale. Il se déporte vers l'avant en formant 4 languettes tendineuses où s'insèrent les muscles droits.

Les muscles droits forment ainsi le cône musculaire de l'orbite.

2.2 Trajet

Les muscles droits sont plats et cheminent dans l'orbite sur environ 40 mm :

- Le **muscle droit externe** longe la paroi externe de l'orbite. Il est en rapport avec la glande lacrymale principale.
- Le **muscle droit interne** longe la paroi interne de l'orbite en dessous du muscle grand oblique.
- Le **muscle droit supérieur** est séparé du toit de l'orbite par la face inférieure du muscle releveur de la paupière supérieure.
- Le **muscle droit inférieur** répond en bas au plancher de l'orbite, dont il est séparé à sa partie antérieure par le tendon du muscle petit oblique.

2.3 Terminaison

Les muscles droits s'insèrent sur la sclère à une distance croissante de la cornée dans le sens horaire, du droit médial au droit supérieur :

- Muscle droit médial : 5 mm
- Muscle droit inférieur : 6 mm
- Muscle droit latéral : 7 mm
- Muscle droit supérieur : 8 mm

2.4 Innervation

- Nerf Oculomoteur (III) : muscle droit supérieur, muscle droit interne et muscle droit inférieur.
- Nerf Abducens (VI) : muscle droit externe.

3. Les muscles obliques

3.1 Origine

- **Muscle oblique supérieur** : il s'insère près du bord supéromédial du canal optique, juste au-dessus de l'anneau tendineux commun.
- **Muscle oblique inférieur** : il s'insère en arrière et en dehors de l'orifice supérieur du canal lacrymonasal, sur la face orbitaire de l'os maxillaire.

3.2 Trajet

- **Muscle oblique supérieur** : il a pour particularité, outre d'être digastrique, d'être le plus long et le plus grêle des muscles oculomoteurs. Il longe l'angle supéromédial de l'orbite, au-dessus du muscle droit médial puis forme à sa partie la plus antérieure un tendon qui emprunte une poulie de réflexion, la trochlée.

La trochlée est une formation tubulaire fibro-cartilagineuse fixée sur une petite encoche osseuse, sur l'apophyse orbitaire interne de l'os frontal. Le muscle oblique supérieur se dirige ensuite en dehors et en arrière via son second chef musculaire, cheminant entre le bulbe et la face inférieure du muscle droit supérieur.

- **Muscle oblique inférieur** : il s'agit du plus court des muscles oculomoteurs. Il se dirige en arrière et en dehors, entre le plancher de l'orbite et la face supérieure du muscle droit inférieur.

3.3 Terminaison

- **Muscle oblique supérieur** : il s'insère en éventail au niveau du quadrant postéro supéro externe du globe.
- **Muscle oblique inférieur** : il s'insère en éventail au niveau du quadrant postéro inféro externe du globe.

3.4 Innervation

- **Muscle oblique supérieur** : Nerf Trochléaire (IV).
- **Muscle oblique inférieur** : Nerf Oculomoteur (III).

4. Oculomotricité

4.1 Généralités

Les mouvements oculaires, même les plus simples, impliquent une activité réciproque et coordonnée de tous les muscles oculomoteurs. Les déplacements du globe peuvent s'effectuer dans 2 plans et autour d'un axe :

- Plan horizontal : Adduction et Abduction
- Plan vertical : élévation et abaissement
- Axe antéropostérieur : incyclotorsion (ex : pour l'œil droit, mouvement dans un sens horaire) et excyclotorsion (ex : pour l'œil droit, mouvement dans un sens antihoraire).

4.2 Action et champs d'action des muscles oculomoteurs

Les actions des muscles oculomoteurs sont décrites au travers de 2 notions :

- **l'action du muscle**, qui est le produit de la contraction du muscle,

Muscle oculomoteur	Action Principale	Action Secondaire	Action Tertiaire
Droit médial	Adducteur	-	-
Droit latéral	Abducteur	-	-
Droit supérieur	Elévateur	Incyclotorteur	Adducteur
Droit inférieur	Abaisseur	Excyclotorteur	Adducteur
Oblique supérieur	Incyclotorteur	Abaisseur	Abducteur
Oblique inférieur	Excyclotorteur	Elévateur	Abducteur

- **le champ d'action du muscle**, qui est la position où l'action du muscle est maximale et où l'étude clinique est la plus caractéristique.

Muscle oculomoteur	Champ d'action
Droit médial	En dedans
Droit latéral	En dehors
Droit supérieur	En haut et en dehors
Droit inférieur	En bas et en dehors
Oblique supérieur	En bas et en dedans
Oblique inférieur	En haut et en dedans



Champ d'action des muscles oculomoteurs

4.3 Lois de Hering et de Sherrington (d'après le COUF) :

La vision binoculaire est assurée grâce à la synergie d'action entre muscles oculomoteurs : chaque muscle possède ainsi un antagoniste homolatéral et un synergiste (agoniste) controlatéral ; ainsi, par exemple, le droit latéral droit a comme antagoniste le droit médial droit et comme agoniste le droit médial gauche.

Cette synergie est réglée par les lois de Hering et de Sherrington :

- La **loi de Hering** est propre à l'oculo-motricité : lors de mouvements binoculaires, l'influx nerveux est envoyé en quantité égale aux muscles agonistes des deux yeux ; ainsi, dans le regard à droite, droit latéral droit et droit médial gauche reçoivent en même temps la même quantité d'influx nerveux, mécanisme assurant le parallélisme des deux yeux dans les différentes directions du regard.
- Selon la **loi de Sherrington**, de plus, quand les muscles synergistes se contractent, les muscles antagonistes se relâchent : par exemple, le regard à droite fait intervenir la contraction du droit latéral droit et du droit médial gauche, et parallèlement selon la loi de Sherrington le relâchement du droit médial droit (antagoniste du droit latéral droit) et du droit latéral gauche (antagoniste du droit médial gauche).

Un cas particulier est celui des vergences, terme désignant des mouvements oculaires de sens opposé des deux yeux ; il s'agit essentiellement de la convergence permettant la vision de près.

Sémiologie de l'Oculomotricité

ECNi - Item 98, Céphalée aiguë et chronique chez l'adulte et l'enfant

ECNi - Item 100, Diplopie

ECNi – Item 330, Orientation diagnostique et conduite à tenir devant un traumatisme cranio-facial

Les paralysies oculomotrices se manifestent par une diplopie, qui correspond à une vision dédoublée des objets. Cette diplopie est qualifiée de binoculaire puisqu'elle disparaît à la fermeture d'un œil, à la différence des diplopies monoculaires qui persistent à l'occlusion et signent plutôt une atteinte du globe oculaire (plaie de cornée...).

L'examen d'une ophtalmoplégie repose sur :

- L'interrogatoire, en faisant préciser dans quelle direction du regard le patient voit double, si les deux objets qu'il perçoit sont côte à côte (diplopie horizontale : atteinte du VI) ou l'un au-dessus de l'autre (diplopie verticale ou oblique : atteinte du III ou du IV, typiquement dans le regard vers le bas pour le IV).
- L'inspection : présence ou non d'une déviation oculaire (strabisme).
- Cover test.
- Testing moteur : recherche d'une limitation de sa course lors de la commande volontaire ou de la poursuite automatique du doigt de l'examineur
- Paraclinique : réalisation du test de Lancaster, du test au verre rouge.

ECNi - Item 50, Strabisme de l'enfant

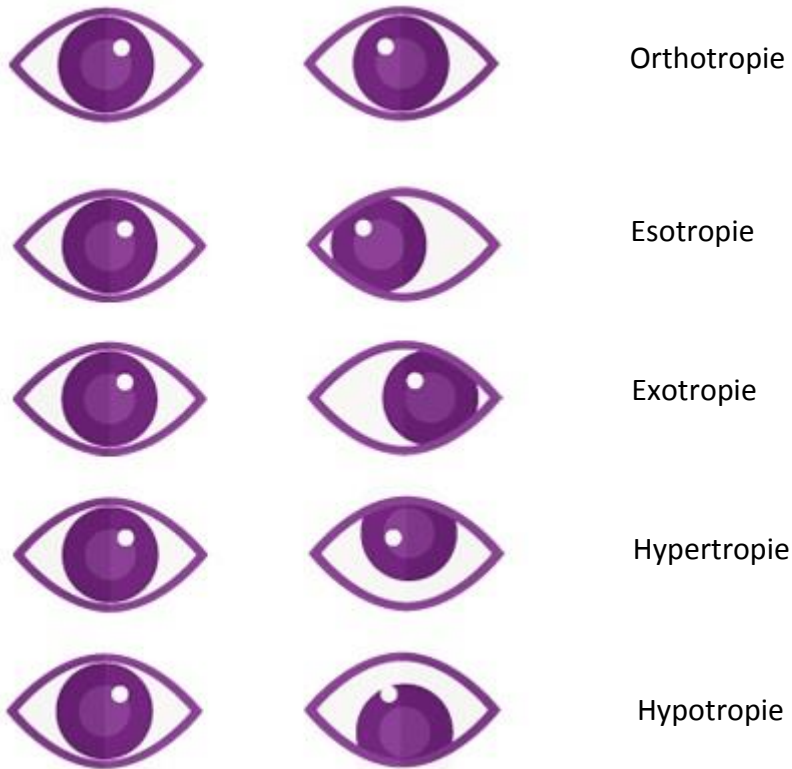
Le strabisme correspond à une perte de parallélisme des deux yeux, par convergence le plus souvent, ou par divergence.

Au cours d'un strabisme, les yeux ne fixent pas le même point. Par conséquent, le cerveau reçoit une image différente pour chaque œil. Selon l'ancienneté du strabisme (aigu vs chronique), la réaction du cerveau sera différente :

- En cas de survenue brutale du strabisme (diplopie binoculaire au cours d'une fracture de l'orbite, d'une atteinte d'un nerf ou d'un muscle oculomoteur...), le patient voit double.
- En cas de strabisme chronique, le cerveau ignore complètement l'image envoyée par l'œil dévié : c'est la suppression corticale. Les conséquences sont désastreuses puisque, au-delà de 6 ans (âge de maturation définitive de la rétine), le patient perd l'usage de son œil : on parle d'amblyopie fonctionnelle. Le traitement le plus précoce possible d'un strabisme de l'enfant est donc fondamental pour éviter la survenue de cette complication

Le traitement d'un strabisme comprend, schématiquement, 3 volets :

- Une correction optique totale
- Une prévention de l'amblyopie, en réalisant l'occlusion de l'œil sain pour supprimer la neutralisation exercée sur l'œil dévié.
- Un traitement de la déviation, par injection intramusculaire de toxine botulique ou par correction chirurgicale.



VOIES VISUELLES

1. Généralités

Les voies visuelles comprennent l'ensemble des structures permettant de transmettre le stimulus visuel de la rétine au cortex occipital. Ces informations transitent via une chaîne de 3 neurones :

- Le **1^{er} neurone** (protoneurone) est intra rétinien uniquement. Il unit les récepteurs sensoriels rétiniens (cônes et bâtonnets) au 2nd neurone
- Le **2nd neurone** (deutoneurone) est à point de départ rétinien, sort de l'œil par la papille, emprunte ensuite le nerf optique, le chiasma puis la bandelette optique. Il fait synapse avec le 3^{ème} neurone au niveau du corps géniculé latéral du thalamus
- Le **3^{ème} neurone** (tritoneurone) unit le thalamus au cortex occipital via les radiations optiques (de Gratiolet)

2. Nerf optique

Le nerf optique (II) transmet les informations visuelles captées et transformées en signal électrique par la rétine au chiasma optique. Il s'agit d'un nerf formé d'environ 1,2 millions d'axone, dont la longueur varie de 35 à 55 mm. Il est constitué de **4 portions** successives :

2.1 Segment intra oculaire

La portion intra oculaire est aussi appelée **tête du nerf optique** ou **papille**. Elle est constituée de l'union des axones rétiniens qui se coudent à angle droit pour pénétrer dans le canal scléral. Le nerf optique quitte ensuite le globe en traversant la sclère par la **lame criblée**.

2.2 Segment intra orbitaire

Ce segment mesure 20 à 30 mm, et s'étend du pôle postérieur du globe oculaire à l'apex orbitaire.

Son trajet n'est pas strictement rectiligne mais décrit des **sinuosités**, ce qui permet les mouvements de l'œil sans traction sur le nerf.

Le nerf optique est dans cet espace inclus dans une **gaine** en continuité avec la sclère en avant et la **dure mère** au niveau du canal optique en arrière. Cette gaine entoure une extension des méninges intra crânienne (**pie mère, arachnoïde**). L'espace entre la pie mère et l'arachnoïde est en continuité avec l'espace intra crânien et contient du **liquide cérébro spinal**.

Son rapport principal dans cet espace se fait avec l'artère ophtalmique, qui le contourne par le dehors puis le haut.

2.3 Segment intra canaliculaire

Il s'agit du segment pénétrant dans le crâne.

Le nerf optique chemine alors sur 5 mm au sein du **canal optique**, creusé dans la **petite aile du sphénoïde**. Il y suit un trajet orienté en dedans, en arrière et en haut.

Ce segment est entouré des gaines méningées, et est accompagné par l'artère ophtalmique.

2.4 Segment intra crânien

Ce segment mesure en moyenne 10 mm. Le nerf optique s'aplatit de haut en bas, avant de s'unir avec son homologue controlatéral pour former le **chiasma optique**.

Il baigne à ce niveau dans le liquide cérébro spinal du confluent péri chiasmatique, et est en rapport avec :

- La terminaison de l'artère carotide interne en dehors, avec l'origine de l'artère ophtalmique
- L'artère cérébrale antérieure et l'artère communicante antérieure en haut
- Le diaphragme de la selle turcique et l'hypophyse en bas

3. Chiasma optique

3.1 Description

Le chiasma optique est une lame nerveuse transversale, aplatie et en forme de « X ». Il est formé en avant par l'union des 2 nerfs optiques et se poursuit en arrière par les 2 bandelettes optiques.

3.2 Systématisation

Le chiasma optique constitue la zone de décussation d'une partie des axones de la voie visuelle :

- Les **axones issus de la rétine temporale** traversent le chiasma sans croiser la ligne médiane pour rejoindre la bandelette optique homolatérale
- Les **axones issus de la rétine nasale** croisent la ligne médiane (décussent) pour rejoindre la bandelette optique controlatérale

3.3 Rapports

Les rapports essentiels du chiasma optiques sont :

- En bas avec l'hypophyse
- En dehors avec la terminaison des artères carotides internes

4. Bandelettes optiques

Les **bandelettes (syn : tractus) optiques** sont formées par l'union des axones issus de la rétine temporale homolatérale et ceux issus de la rétine nasale controlatérale.

Elle chemine vers l'arrière en contournant le mésencéphale, et s'achève au niveau du **corps géniculé latéral**, portion du **thalamus**.

5. Radiations optiques

A partir du corps géniculé latéral, les informations visuelles empruntent les **radiations optiques (de Gratiolet)**, jusqu'au cortex occipital.

Les radiations optiques se scindent en 2 contingents :

- Les **radiations temporales**, de topographie inférieure, traversent le lobe temporal et se terminent au niveau de la lèvre inférieure de la scissure calcarine (cf. Cortex visuel).
- Les **radiations pariétales**, de topographie supérieure, traversent le lobe pariétal et se terminent au niveau de la lèvre supérieure de la scissure calcarine.

6. Cortex visuel

Les informations visuelles issues de la rétine sont intégrées au sein du **cortex visuel primaire** et des **aires visuelles secondaires**, appartenant principalement au **lobe occipital**.

Les lobes occipitaux sont tributaires des **artères cérébrales postérieures**.

6.1 Cortex visuel primaire (syn : aire visuelle primaire)

Egalement appelé **aire V1**, elle correspond à **l'aire 17** selon la classification de Brodmann. Elle est située au niveau de la **face médiale du lobe occipital**, de part et d'autre de la **scissure calcarine**, et s'étend jusqu'au pôle occipital.

Le cortex visuel primaire permet de réaliser une première analyse brute des données issues de la rétine. Il existe à ce niveau un **phénomène de magnification de la vision centrale** : plus de la moitié de la surface du cortex visuel primaire est dédié à l'analyse des influx provenant de la partie centrale de la macula.

6.2 Aires visuelles secondaires

Les aires visuelles secondaires réalisent des traitements progressivement plus complexes des signaux sensoriels. Leur rôle fonctionnel dans le traitement de l'information visuelle est capital, car il s'agit **d'aspects de plus en plus élaborés, et donc cognitifs, de la vision**.

Ces aires sont situées en avant de l'aire visuelle primaire dans les lobes occipitaux, puis débordent sur les lobes temporaux et pariétaux.

Elles correspondent aux **aires 18 et 19** de la classification de Broadman.

GÉNÉRALITÉS SUR LES NERFS CRÂNIENS

1. Définition

Les nerfs crâniens désignent 12 paires de nerfs ayant pour la plupart leur origine au niveau du tronc cérébral, traversant le crâne par des foramens et fissures et se distribuant essentiellement à la face, à la tête et au cou.

Ils appartiennent au système nerveux périphérique.

Les nerfs crâniens peuvent être, selon leurs fonctions, moteurs, sensitifs/sensoriels, et mixtes. A certains s'ajoutent des fibres neurovégétatives.

2. Nomenclature

I : Nerf olfactif

Sensoriel, il transmet l'influx olfactif. Il emprunte les foramens de la lame criblée de l'ethmoïde.

II : Nerf optique

Sensoriel, il transmet l'influx visuel. Il emprunte le canal optique.

III : Nerf oculomoteur

Moteur, il innervé les muscles droit supérieur, droit médial, droit inférieur et oblique inférieur de l'œil. Il traverse les sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure. Il possède un contingent de neurofibres autonomes parasympathiques.

IV : Nerf trochléaire (syn : pathétique, trochléaire)

Moteur, il innervé le muscle oblique supérieur de l'œil. Il traverse les sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure.

V : Nerf trijumeau

Mixte, il est sensitif pour la face et innervé les muscles masticateurs. Il est décrit en 3 contingents :

- V1 : Nerf ophtalmique (syn : Nerf ophtalmique de Willis). Il traverse les sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure.
- V2 : Nerf maxillaire (syn : Nerf maxillaire supérieur, Nerf dentaire supérieur). Il emprunte le foramen rond.
- V3 : Nerf mandibulaire (syn : Nerf maxillaire inférieur, Nerf dentaire inférieur). Il emprunte le foramen ovale.

VI : Nerf Abducens (syn : Nerf moteur oculaire externe)

Moteur, il innervé le muscle droit latéral de l'œil. Il traverse les sinus caverneux puis emprunte la fissure orbitaire supérieure.

VII : Nerf facial, et VII bis : nerf intermédiaire de Wrisberg

Mixte, il innervé les muscles de la face, est sensitif pour le méat acoustique externe, sensoriel pour les deux tiers antérieurs de l'hémilangue et intervient dans la sécrétion des glandes muco-lacrymo-nasales, via contingent de neurofibres autonomes parasympathiques. Ils empruntent le méat acoustique interne.

VIII : Nerf cochléo-vestibulaire (syn : Nerf auditif ou stato-acoustique)

Sensoriel, il est formé de 2 contingents :

- le Nerf cochléaire, qui transmet les informations relatives à l'audition.

- le Nerf vestibulaire, qui transmet les informations relatives à l'équilibre,

Il emprunte le méat acoustique interne.

IX : Nerf glosso-pharyngien

Mixte, il innerve la musculature du pharynx, est sensoriel pour le tiers postérieur de l'hémilangue et intervient dans la sécrétion parotidienne via un contingent de neurofibres autonomes parasympathiques. Il emprunte le foramen jugulaire (syn : trou déchiré postérieur).

X : Nerf vague

Celui-ci devient le nerf pneumogastrique après son passage par l'orifice supérieur du thorax. Mixte, il innerve la musculature de pharynx, du larynx, est sensitif pour la muqueuse pharyngolaryngée et le méat acoustique externe, et innerve par sa portion végétative parasympathique le cœur, l'arbre trachéobronchique, le tractus digestif et les gonades. Il emprunte le foramen jugulaire.

XI : Nerf spinal (syn : nerf accessoire)

Moteur, il innerve le pharynx, le larynx, le trapèze et le sterno-cléido-mastoïdien. Il emprunte le foramen jugulaire.

XII : Nerf hypoglosse (syn : nerf grand hypoglosse)

Moteur, il innerve tous les muscles de la langue, sauf le muscle palato-glosse. Il emprunte le canal de l'hypoglosse.

3. Anatomie descriptive

3.1 Origine

Pour chaque nerf crânien on peut décrire deux origines :

- Une origine réelle : il s'agit des noyaux à l'origine du nerf au niveau du tronc cérébral (pédonculaires, pontiques ou bulbaires).
- Une origine apparente : il s'agit de l'emplacement où le nerf sort du tronc cérébral. A noter que les nerfs crâniens ont tous leur origine apparente en avant du tronc cérébral à l'exception du IV qui naît en arrière.

3.2 Trajet

- Intracrânien : Les nerfs cheminent en partie à l'intérieur du crâne, au sein des citernes de l'espace sous arachnoïdien. Ils sont tapissés par la pie-mère.
- Crânien : Les Nerfs sortent du crâne et de la face via les orifices de la base du crâne (cf. supra).
- Extracrânien

3.3 Ganglions crâniens

Les noyaux sensitifs ne sont que des noyaux relais, contrairement aux noyaux moteurs dont les corps cellulaires se trouvent dans le tronc cérébral. Les nerfs crâniens sensitifs et sensoriels voient le corps de leurs neurones siéger en dehors du tronc cérébral, au sein d'un ganglion intracrânien.

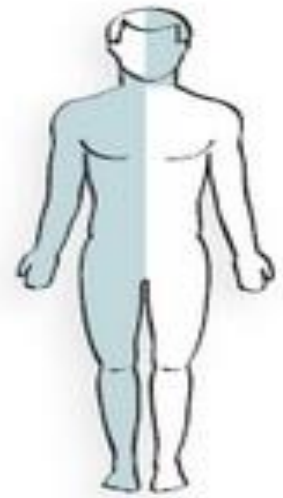
Généralités sur la sémiologie des nerfs crâniens

Un nerf crânien peut être atteint par un processus pathologique vasculaire, inflammatoire, infectieux, tumoral, traumatique... selon deux modalités distinctes :

- *Une atteinte centrale : elle se localise au niveau du faisceau cortico-géniculé. Les manifestations cliniques sont controlatérales à la lésion.*
- *Une atteinte périphérique : elle se localise au niveau du noyau tronculaire du nerf (ce n'est pas une atteinte centrale !) ou de son tronc nerveux, le long de son trajet intracrânien, crânien ou extracrânien. Les manifestations cliniques sont homolatérales à la lésion.*

Les atteintes associées des voies longues du tronc cérébral se traduisent par des syndromes alternes.

Un syndrome alterne se définit par la présence, du côté de la lésion, des signes d'atteinte d'un ou plusieurs nerfs crâniens, et de l'autre côté de la lésion par des signes d'atteinte d'une voie longue, pyramidale, sensitive ou cérébelleuse (Collège des Enseignants en Neurologie).



**Syndrome alterne :
tronc cérébral**

NERF OCULOMOTEUR (III)

1. Définition

Le nerf oculomoteur (syn : nerf moteur oculaire commun), le plus volumineux des 3 nerfs destiné à la motricité oculaire, est un nerf mixte.

Il assure

- L'oculomotricité extrinsèque via son contingent moteur, en innervant le muscle droit supérieur, droit interne, droit inférieur, petit oblique et releveur de la paupière supérieure.
- L'oculomotricité intrinsèque via son contingent neurovégétatif, en innervant la musculature pupillaire et les muscles ciliaires, permettant ainsi les réflexes photomoteurs et d'accommodation.

2. Description

2.1 Origine

- **Réelle** : Le III ne prend pas origine dans un seul noyau. En effet, sont décrits :
 - un noyau moteur, lui-même subdivisé en 5 contingents (un contingent pour chaque muscle). Celui-ci se situe dans la calotte pédonculaire, à hauteur du colliculus supérieur, et en avant et en dehors de l'aqueduc de Sylvius.
 - un noyau neurovégétatif (syn : noyau oculomoteur accessoire, noyau pupillaire, noyau d'Edinger-Westphal) juste en dedans du noyau moteur. Celui-ci assure l'innervation parasymphatique de la musculature intrinsèque de l'œil.
- **Apparente** : Les faisceaux de fibres issues des deux noyaux émergent en un seul nerf à l'étage mésencéphalique, au niveau interpédonculaire, de part et d'autre de l'espace perforé postérieur, au-dessus de la protubérance et sous les corps mamillaires.
Il est en rapport avec :
 - En dedans, le tronc basilaire
 - Au-dessus, l'artère cérébrale postérieure
 - En dessous, l'artère cérébelleuse supérieure

2.2 Trajet

- **Intracrânien** : Le III chemine dans la citerne interpédonculaire, latéralement et vers l'avant. Il passe en dehors de l'apophyse clinoïde postérieure, surcroise la tente du cervelet à son insertion antérieure et pénètre dans le sinus caverneux par son toit (voir section tête et cou pour les sinus caverneux).
Dans le sinus caverneux, le III se déporte latéralement contre la paroi externe, se dirige en bas et en avant et se divise en une branche supérieure et une branche inférieure.
- **Crânien** : Le III sort du crâne par la fissure orbitaire supérieure.
- **Extracrânien** : Les deux branches du III empruntent immédiatement l'anneau tendineux commun (syn : anneau de Zinn), et se retrouvent dans l'orbite.

- **La branche supérieure** est plaquée à la face inférieure du muscle droit supérieur qu'elle innerve, puis gagne le muscle releveur de la paupière supérieure.
- **La branche inférieure** se rend au muscle droit médial, droit inférieur et oblique inférieur. Elle donne également un rameau portant le contingent neurovégétatif du III, qui forme le ganglion ophtalmique (syn : ganglion ciliaire).

Le ganglion ciliaire est situé contre la face externe du II. Il reçoit des afférences du plexus carotidien sympathique, du nerf naso ciliaire (branche du V), et du III moteur. Le ganglion ciliaire assure la fonction d'accommodation et le réflexe photomoteur via les nerfs ciliaires courts.

Sémiologie du nerf Oculomoteur

L'atteinte du noyau ou du tronc du III se manifeste par :

- Un strabisme externe, c'est-à-dire une déviation du globe oculaire en abduction (par perte du tonus musculaire du droit interne).
- Une limitation, voire l'impossibilité, à réaliser des mouvements oculaires en adduction (muscle droit interne), vers le haut (muscle droit supérieur) et vers le bas (muscle droit inférieur),
- Un ptosis, c'est-à-dire une chute de la paupière supérieure (par perte du tonus du muscle élévateur de la paupière supérieure).
- Une mydriase, c'est-à-dire une dilatation de la pupille. Comme le III, qui véhicule l'information parasympathique responsable d'un myosis (rétrécissement pupillaire), est atteint, le contingent sympathique adjacent devient majoritaire dans l'innervation de la musculature pupillaire, d'où une dilatation de la pupille.

L'atteinte du III peut être

- Complète : tous les signes suscités sont présents,
- Incomplète : c'est-à-dire dissociée, seulement extrinsèque ou seulement intrinsèque.

Le III peut être touché lors d'un anévrisme de l'artère communicante postérieure, qui va venir le comprimer. Le patient, typiquement un homme jeune sans facteurs de risques cardiovasculaires, présentera une paralysie complète du III associée à des céphalées homolatérales.

Le III est également atteint au cours du syndrome de Tolosa-Hunt. Il s'agit d'un syndrome d'ophtalmoplégie douloureuse, atteignant tous les groupes d'âge, et caractérisé par :

- Des crises aiguës (quelques jours à quelques semaines) de douleurs périorbitaires,
- Une paralysie du nerf oculomoteur homolatéral,
- Un ptosis,
- Des mouvements désordonnés des yeux,
- Une vision floue.

Le syndrome de Tolosa Hunt est secondaire à un processus inflammatoire non spécifique du sinus caverneux ou de la fissure orbitaire supérieure. D'évolution imprévisible, son traitement consiste en une corticothérapie.

NERF TROCHLÉAIRE (IV)

1. Définition

Le nerf trochléaire est un nerf moteur, qui innerve le muscle oblique supérieur de l'œil. C'est le plus grêle des nerfs crâniens.

2. Description

2.1 Origine

- **Réelle** : Le noyau du IV est situé au niveau de la partie inférieure de la calotte pédonculaire, en avant et en dehors de l'aqueduc de Sylvius, juste en dessous du noyau du III, et à hauteur du tubercule quadrijumeau postérieur (ou colliculus inférieur).
Les fibres issues des noyaux contournent l'aqueduc de Sylvius, puis s'entrecroisent avec celles controlatérales
- **Apparente** : Le IV émerge à la face postérieure du tronc cérébral, de part et d'autre du frein du voile médullaire supérieur (syn : valvule de Vieussens). A noter que le IV est le seul nerf crânien à émerger dorsalement et à décusser.

2.2 Trajet

- **Intracrânien** : au niveau de l'étage postérieur, le IV chemine dans la citerne interpédonculaire. Il contourne le pédoncule cérébral puis se dirige en avant, vers les sinus caverneux. Il chemine ensuite au sein de la paroi latérale du sinus caverneux.
- **Crânien** : Le IV emprunte médialement la fissure orbitaire supérieure (syn : fente sphénoïdale), latéralement et au-dessus de l'anneau de Zinn.
- **Extracrânien** : Le IV chemine enfin dans l'orbite. Il est situé en dehors du cône musculo-tendineux, passe au-dessus du muscle releveur de la paupière supérieure et atteint le muscle oblique supérieur.

Sémiologie du nerf Trochléaire

L'atteinte du noyau ou du tronc du IV, beaucoup plus rare, se manifeste par :

- Une limitation des mouvements oculaires vers le bas lorsque l'œil est en adduction,
- Une inclinaison compensatoire de la tête vers l'épaule du côté sain, parfois douloureuse (regard pathétique).

NERF ABDUCENS (VI)

1. Définition

Le nerf Abducens est un nerf moteur, qui innerve le muscle droit latéral de l'œil.

2. Description

2.1 Origine

- **Réelle** : Son noyau est situé dans le plancher du 4ème ventricule, au niveau de l'Eminentia Teres (qui est formée par les fibres du VII).
- **Apparente** : le VI émerge au niveau du sillon bulbo-protubérantiel entre :
 - Le tronc basilaire en dedans.
 - Le VII, le VII bis et le VIII en dehors.

2.2 Trajet

- **Intracrânien** : Dans l'étage postérieur, le VI se dirige vers le haut et vers l'avant, dans les espaces arachnoïdiens de la citerne ponto-cérébelleuse, passant au-dessus de l'artère cérébelleuse moyenne. Il plonge ensuite dans le sinus caverneux par la partie inférieure de sa paroi postérieure, puis s'insinue entre les veines du plexus caverneux, longe la portion horizontale de l'artère carotide interne.
- **Crânien** : Le VI sort du crâne en empruntant la fissure orbitaire supérieure.
- **Extracrânien** : Le VI atteint la partie latérale de l'anneau de Zinn puis chemine le long de la face bulbaire du muscle droit latéral qu'il innerve.

Sémiologie du nerf Abducens

L'atteinte du noyau ou du tronc du VI se manifeste par :

- Un strabisme interne, c'est-à-dire une déviation de l'œil en adduction
- Une limitation, voire l'impossibilité, à réaliser des mouvements oculaires en abduction.

L'atteinte du VI peut se voir typiquement au cours de sclérose en plaque, ou alors lors des syndromes d'hypertension intracrânienne. Dans ce cas, la paralysie du VI est bilatérale et n'a aucune valeur localisatrice. Le syndrome un et demi de Fischer correspond à l'association d'une ophtalmoplégie internucléaire à une paralysie du VI homolatéral.

IRIDOMOTRICITÉ

1. Généralités

La pupille est l'orifice central au centre de l'iris. Son calibre est contrôlé par le système nerveux autonome, via :

- Le **système nerveux sympathique**, qui innerve le muscle dilatateur de l'iris et entraîne une dilatation pupillaire (mydriase)
- Le **système nerveux parasympathique**, qui innerve le muscle constricteur (syn : sphincter) de l'iris et entraîne une constriction pupillaire (myosis)

2. Voie parasympathique

2.1 Généralités

La voie parasympathique du reflexe pupillaire chemine le long de 2 voies :

- Une **voie afférente**, formée de 2 neurones, et tendue de la rétine au système nerveux central
- Une **voie efférente**, formée de 2 neurones, et tendue du système nerveux central à l'iris

2.2 Voie afférente

Elle naît dans le tissu rétinien, au niveau des **cellules photoreceptrices** (cônes et bâtonnets) et également au niveau des **cellules ganglionnaires à mélanopsine**.

Les axones de cette voie suivent ensuite le **nerf optique**, arrivent au **chiasma optique** où ils décussent vers les **bandelettes optiques** homo et controlatérales.

Ces fibres atteignent ensuite le **corps géniculé latéral** (du thalamus), n'y font pas de relais contrairement aux cellules des voies visuelles, puis gagnent enfin le **noyau prétectal** homolatéral, situé à la face postérieure du mésencéphale, où elles font synapse.

Enfin, le noyau prétectal envoie des axones vers les **noyaux d'Edinger Westphall** (sous noyau situé en cranial et en médial du complexe nucléaire du III) homo et controlatéraux, par une nouvelle décussation.

2.3 Voie efférente

Elle naît au niveau du **noyau d'Edinger Westphall**.

Les fibres parasympathiques suivent le trajet du III jusque dans l'orbite (voir Nerf Oculomoteur / Trajet). Elles empruntent ensuite la **branche inférieure du III**, puis s'individualisent pour gagner le **ganglion ciliaire**, apposé contre la face latérale du nerf optique, et où s'effectue un relais synaptique.

Du ganglion ciliaire sont émis les **nerfs ciliaires courts**, qui vont gagner directement l'iris en perforant la sclère. Ceux-ci se répartissent :

- A 3% vers le **muscle sphincter de l'iris** (action : myosis)
- A 97% vers le **muscle ciliaire** (action : accommodation)

3. Voie sympathique

3.1 Généralités

La voie sympathique du réflexe pupillaire est une voie comportant 3 neurones, qui restent strictement homolatéraux à l'œil innervé.

3.2 Protoneurone

- **Corps cellulaire** : Il est situé dans la portion postéro latérale de l'hypothalamus, et reçoit des afférences du noyau prétectal et du colliculus supérieur homolatéraux
- **Trajet** : Il chemine caudalement dans le tronc cérébral
- **Terminaison** : Il effectue sa synapse dans la moelle épinière, au niveau du centre ciliospinal de Budge Waller. Celui-ci est situé entre C7 et D2, dans la substance grise de la corne latérale de la moelle épinière

3.3 Deutoneurone (pré ganglionnaire)

- **Corps cellulaire** : centre ciliospinal de Budge Waller
- **Trajet** : les axones du second neurone sortent de la moelle épinière en regard de D1 - D2, le long de la portion ventrale des racines rachidiennes, et gagnent la chaîne sympathique paravertébrale via :
 - Le **ganglion cervical inférieur** (syn : ganglion stellaire), situé sur le versant postérieur du dôme pleural (fossette sus et rétro pleural de Sébilleau). Les fibres sympathiques gagnent ensuite le ganglion cervical moyen par 2 contingents :
 - Un contingent le rejoint directement
 - Un contingent effectue une boucle (anse de Vieussens) en cravatant l'artère sous clavière
 - Le **ganglion cervical moyen**, où se rejoignent les 2 contingents sus cités, et enfin
 - Le **ganglion cervical supérieur**, à proximité du bulbe carotidien, où les fibres sympathiques font synapses avec le troisième neurone

3.4 Tritoneurone (post ganglionnaire)

- **Corps cellulaire** : ganglion cervical supérieur
- **Trajet** : les axones du troisième neurone à destinée oculaire suivent les parois de l'artère carotide interne. A noter que qu'un petit contingent de fibres sympathiques sudorales et vasomotrices destiné à la face se détache à ce niveau pour suivre les parois de l'artère carotide externe (plexus sympathique péri carotidien).
Le contingent oculaire sympathique gagne ensuite le sinus caverneux, puis l'orbite et se ramifie en nerfs ciliaires longs
- **Terminaison** : les nerfs ciliaires longs vont innerver :
 - Le muscle dilatateur de l'iris
 - Le muscle tarsal supérieur (muscle de Müller)
 - Le muscle tarsal inférieur (muscle rétracteur de la paupière inférieure)

Syndrome de Claude Bernard Horner

Définition : Le syndrome de Claude Bernard Horner résulte de l'atteinte de la voie sympathique de reflexe pupillaire. Il comprend 3 signes :

- Un **myosis**, par dénervation sympathique irienne. Le système parasympathique prend alors l'ascendant et la pupille se présente en mydriase
- Un **ptosis**, par dénervation sympathique du muscle releveur de la paupière supérieure
- Une **pseudo énoptalmie**, par dénervation sympathique du muscle rétracteur de la paupière inférieure, ce qui donne une fente palpébrale plus étroite que du côté sain, et une impression d'énoptalmie



Syndrome de Claude Bernard Horner Droit

Topographie de l'atteinte : Elle peut se faire sur le trajet des 3 neurones véhiculant le réflexe sympathique pupillaire :

- **Protoneurone (de l'hypothalamus à la moelle épinière)**
 - Atteinte hypothalamique (ischémique, tumorale)
 - Atteinte du tronc cérébral (ischémique, sclérose en plaque, tumorale)
 - Atteinte de la moelle épinière cervicale (ischémique, tumorale, syringomyélie, traumatique)
- **Deutoneurone (de la moelle épinière au ganglion cervical supérieur)**
 - Atteinte vertébrale (traumatisme, bloc interscalénique, tumeur paravertébrale, schwannome)
 - Atteinte du plexus brachial (Traumatisme, Paralysie obstétricale)
 - Atteinte de l'apex pulmonaire (Tumeur de l'apex du poumon, fracture de côte, cathéter sous clavier, drain thoracique, pneumo médiastin, anévrisme de l'artère sous clavière)
 - Atteinte cervicale antérieure (tumeur)
- **Tritoneurone (du ganglion cervical supérieur à l'iris)**
 - Atteinte du ganglion cervical supérieur (traumatique, tumoral (paragangliome))
 - Atteinte carotidienne interne (dissection, anévrisme, thrombose, Horton, tumeur)
 - Atteinte de la base du crâne (traumatique, tumorale)
 - Atteinte du sinus caverneux (adénome hypophysaire, craniopharyngiome, thrombose, inflammation, fistule carotido caverneuse, anévrisme)
 - Atteinte orbitaire (tumorale, infectieuse, inflammatoire, traumatique)

Bibliographie

- WALIGORA J et PERLEMUTER L. Anatomie. Enseignement des centres hospitalo universitaires. Tome 3 : Nerfs crâniens et organes des sens. Edition Masson, Paris, 1975
- KAMINA P. Anatomie Clinique, Tome 5, Neuroanatomie. Edition Maloine, Paris, 2011
- BAQUÉ P. Manuel Pratique d'Anatomie. Edition Ellipse, 2008
- Neuro ophtalmologie (2^{ème} édition), C. Vignal Clermont, C. Tilikete, D. Miléa. Edition Elsevier Masson, 2016
- Jacob Lebas M, Vignal Clermont C. Pathologie pupillaire. EMC (Elsevier Masson, SAS, Paris), Ophtalmologie, 21-510-A-10, Neurologie 17-016-A-70, 2011.
- Collège des Enseignants de Neurologie. Neurologie (4^{ème} édition). Edition Elsevier Masson, Collection les Référentiels des Collèges. 2016
- Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France. Ophtalmologie (4^{ème} édition). Edition Elsevier Masson, Collection les Référentiels des Collèges. 2017