

# VISION et POSTURE

Dr Gérard HATESSE,

Février 2019

Ex-attaché C.H. de Nemours et Hôtel-Dieu de Paris  
SOFMMOO et UPEC de Créteil (Médecine Manuelle, Posturologie, Biocinématique)

Enseignant AFMO,

La vision est une des modalités sensorielles les plus performantes chez l'être humain. Son analyse repose sur différents critères : brillance, taille, couleur, forme, mouvement ou distance.

Le stimulus essentiel est la lumière visible, ondes électromagnétiques comprises entre 400 et 700 nm.

Le seuil de sensibilité est de  $10^{-14}$  watt soit la lumière d'une bougie distante de 16 km. La sensibilité varie en fonction de l'intensité lumineuse, de jour on voit mieux vers le rouge alors qu'en lumière faible on voit mieux vers le bleu. De même, le seuil absolu de sensibilité à la lumière ne se situe pas au cœur de la fovéa mais légèrement excentré par rapport à l'axe de l'œil.

Le champ visuel couvre environ  $180^\circ$  horizontalement et  $120^\circ$  verticalement, avec un point aveugle de  $10^\circ$  légèrement excentré par rapport à la fovéa.

La résolution spatiale varie selon la région rétinienne. Ainsi une acuité visuelle de  $10/10^e$  correspond à un pouvoir séparateur de 0,5 minute d'angle soit  $2 \mu$  sur la rétine.

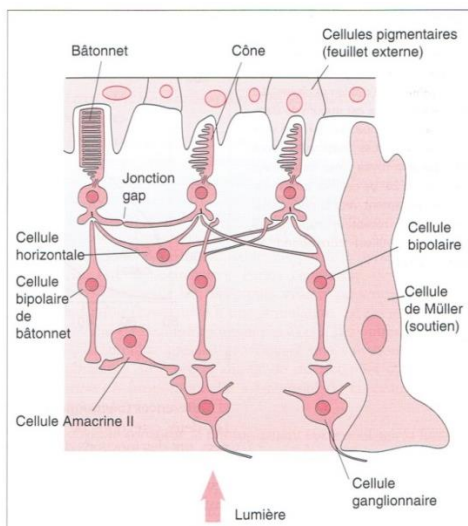
La résolution temporelle est faible et les images ne sont stables que pendant 45 ms, donc il y a une fusion "en film continu" à partir de 22 à 25 images par seconde.

L'œil humain distingue environ 200 couleurs (seuil différentiel 1,5 nm).

La vision binoculaire permet d'apprécier la profondeur (le relief) ou la distance. L'activité stéréoscopique repose sur la disparité des images rétinienne (test avec stéréogrammes).

L'œil est constitué d'un ensemble de milieux optiques transparents (cornée, humeur aqueuse, cristallin, humeur vitrée) qui équivalent à une lentille convergente de 17 mm de focale ; la rétine se situe précisément sur ce plan focal, ainsi l'image d'un objet situé à l'infini se projette-t-il exactement sur la rétine. Si l'objet se rapproche, l'image va se projeter "derrière la rétine", pour mettre au point il faut alors modifier l'accommodation en adaptant la courbure du cristallin. La convergence est minimale en vision de loin et de plus en plus marquée en vision rapprochée.

L'accommodation permet ainsi de focaliser l'image sur la rétine. La quantité de lumière pénétrant dans l'œil est modulée par le diamètre de l'iris (diaphragme).

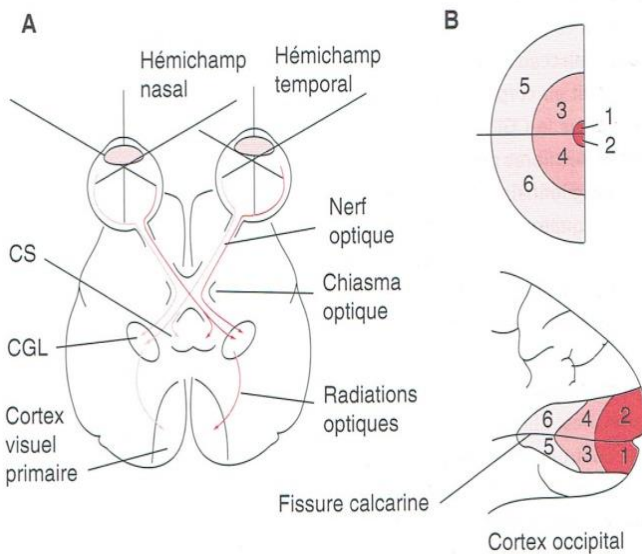


Organisation de la rétine :

Elle est le prolongement du SNC, constituée de plusieurs couches, évagination creuse du diencephale. La lumière traverse les neurones d'intégration avant d'atteindre les deux types de récepteurs ; la densité des neurones et des récepteurs diminue en périphérie. La petite dépression centrale, la fovéa permet une vision plus fine car les neurones se situent sur sa périphérie et de plus elle ne contient que de cônes.

Rétine centrale et périphérique. On voit ici se dessiner les "deux rétines", la centrale à cônes dédiée à la vision fine et la périphérique à bâtonnets plus adaptée à l'analyse de l'environnement avec ses conséquences posturales

Cônes et bâtonnets. En lumière du jour les bâtonnets sont saturés et seuls les cônes analysent l'intensité lumineuse et les couleurs, ils permettent de plus un changement rapide des images rétiniennes (cônes = vision "pointue" !). En revanche en cas de faible luminosité seuls les bâtonnets sont activés (un photon active un bâtonnet mais il en faut 100 pour activer un cône)

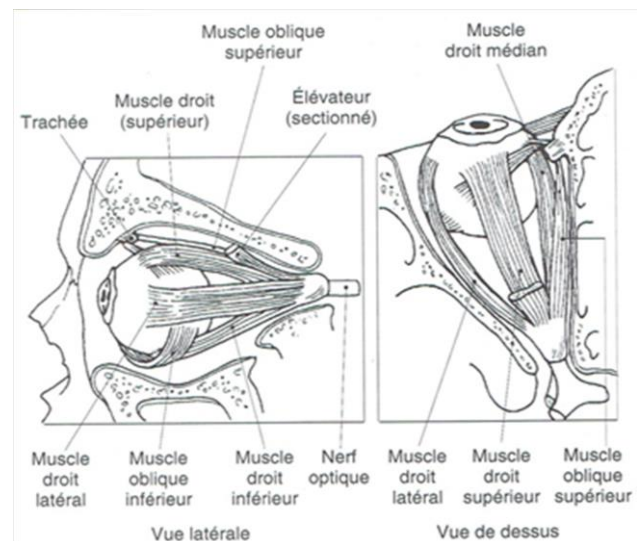
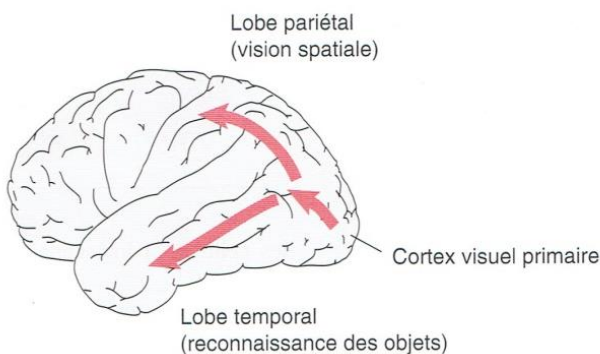


Traitement de l'information rétinienne :

Elle est assurée par cinq types de cellules, cônes et bâtonnets, cellules horizontales, bipolaires, amacrines et ganglionnaires.

Traitement central de l'information visuelle : les informations venant des cellules ganglionnaires sont intégrées dans le SNC, avec une représentation fovéale particulièrement importante. Les voies optiques enchaînent : rétine, nerf optique, chiasma, corps genouillé latéral (thalamus) et colliculus supérieurs, radiations optiques et enfin cortex occipital. La détection des formes et des mouvements est assurée dès les CGL.

Les aires visuelles primaires et secondaires : l'aire primaire est entourée d'aires secondaires ou associatives qui réalisent le cortex péri-strié, ces aires reconnaissent la forme et la couleur mais surtout la localisation dans l'espace environnant et le mouvement.



Les **mouvements oculaires** sont indissociables de la vision l'exploration de notre environnement. La vision est à la vu types de mouvements oculaires, deux pour fixer une cible ... cible visée reste projetée sur la fovéa :

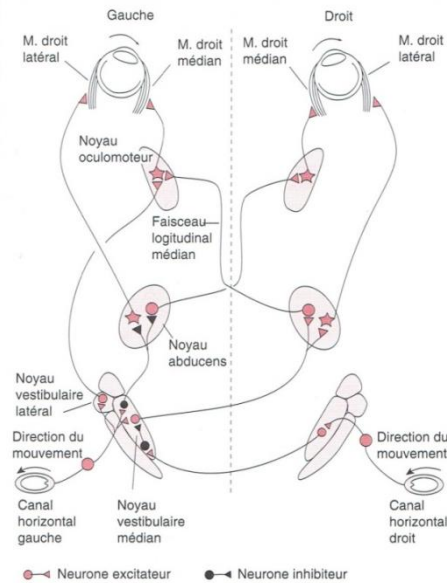
- Les mouvements de **vergence** : ils permettent de fixer son regard sur un objet situé dans la partie latérale du champ visuel afin que l'image de cet objet se projette sur la fovéa. C'est donc un mouvement conjugué des deux yeux. Dans ce regard "décentré" par rapport à l'axe de la tête on conserve des possibilités de convergence ou de divergence si l'objet se rapproche ou s'éloigne.

- Les **saccades** : ce sont des mouvements rapides et synchrones des globes oculaires qui balayent l'environnement pour aller chercher une cible. Leur amplitude peut aller de quelques minutes d'angle à plusieurs degrés. Elles durent de 10 à 80 ms et la vitesse de rotation des globes peut varier de 200° à 900° par seconde. Les saccades se succèdent le plus souvent toutes les 150 à 300 ms.

- Les mouvements de **Poursuite** : ce sont des mouvements lents destinés à garder le contact avec un objet mobile, la rotation des globes est alors inférieure à 120°-150° par seconde.

- les **Nystagmus** : ce sont des successions de mouvements que l'on observe sur un patient qui lit ou regarde un paysage en mouvement. S'enchaînent des mouvements saccadés rapides, un temps de fixation puis des mouvements lents de poursuite. Par convention on qualifie le nystagmus de droit si les saccades se font vers la droite ; par exemple, si la scène visuelle se déplace vers la gauche les saccades se font vers la droite pour "chercher" de nouvelles cibles.

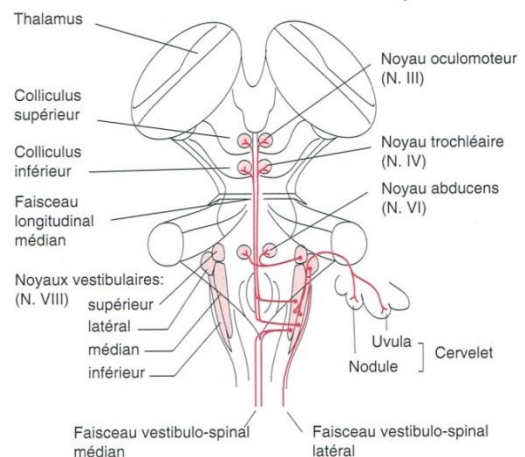
Le **reflexe vestibulo-oculaire**, compense les mouvements rapides de la tête afin de garder une image stable (le VTT). Lors d'un mouvement de la tête, l'information née dans les canaux semi-circulaires et projetée sur les noyaux vestibulaires va mettre en route une compensation de direction opposée mais de même vitesse de la position des globes oculaires. Si les mouvements sont trop amples, ils sont compensés par des saccades très rapides réflexes



Le **reflexe optocinétique** compense les mouvements lents de la tête (la lecture). La stimulation est ici purement visuelle avec une latence plus longue. Ce réflexe s'ajuste à la vitesse du déplacement de l'image sur la rétine et compense les mouvements de la tête.

**Les 12 muscles oculomoteurs** : six de chaque côté, droits inférieur et supérieur, droits médial et latéral, obliques inférieur et supérieur, tendus entre les parois de l'orbite et la sclérotique.

Les **noyaux oculomoteurs** sont commandés par des motoneurones. Le **noyau abducens** commande le droit latéral par le VI (moteur oculaire externe), le **noyau du moteur oculaire** (moteur oculaire commun III) innerve le droit médial, les droits supérieurs et inférieurs et l'oblique inférieur, enfin le **noyau trochléaire** (le IV) commande l'oblique supérieur. Il faut signaler que ces muscles contenant un grand nombre de fuseaux neuromusculaire ne sont pas sensibles à l'étirement

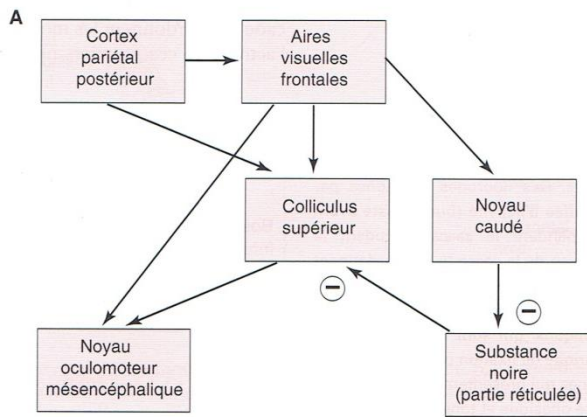


Le contrôle vestibulo-oculaire. Prenons pour exemple ce réflexe dans le plan horizontal, la rotation de la tête à droite active le canal semi-circulaire horizontal droit et inhibe le gauche par le jeu des noyaux vestibulaires qui vont parallèlement informer les muscles droits médiaux et latéraux afin de ramener le regard vers la gauche.

Le contrôle optocinétique, plus simple part de la rétine et aboutit aux noyaux vestibulaires

Le contrôle des saccades et poursuites se fait au niveau de la formation réticulaire pontique pour les composantes horizontales (par les noyaux abducens) et mésencéphalique pour les mouvements verticaux.

Le contrôle cortical des mouvements oculaires :

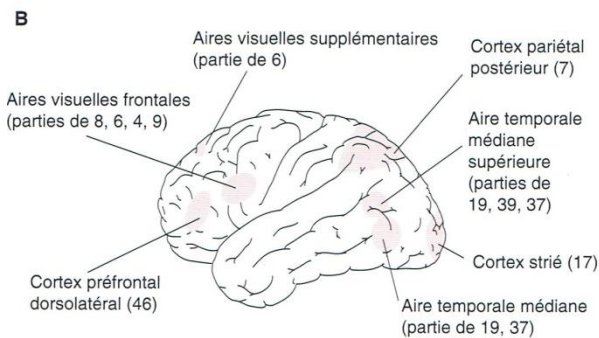


## << Le contrôle cortical des mouvements oculaires :

### Les aires cortico-oculo-céphalogyres

Ces aires sont dédiées aux mouvements conjugués des yeux associés aux mouvements de la tête.

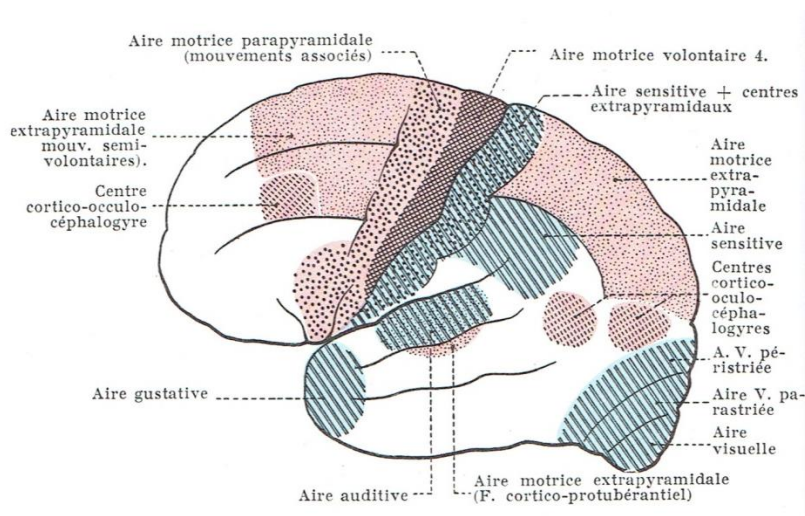
Nous avons déjà survolé les différents noyaux oculomoteurs du tronc cérébral. À ce niveau la synergie de mouvement des yeux est rendue possible par des connexions empruntant la bandelette longitudinale postérieure.



En revanche, les mouvements volontaires des yeux doivent être commandés volontairement, donc au niveau cortical. L'aire dévolue à cette fonction se situe au niveau de la deuxième circonvolution frontale, réalisant un véritable centre fonctionnel de latéralité du regard. Ce centre commande directement le noyau abducens (du VI, MOE) controlatéral qui active le muscle droit latéral du même côté. Parallèlement ce noyau abducens va décharger sur les noyaux du IV et du XI, trochléaire et accessoire, afin de mettre en action le droit médial et le sterno-cléido-mastoïdien.

Au total, le cortex frontal gauche commande une déviation de l'œil droit vers la droite par le VI qui entraîne alors une rotation synchrone de l'œil gauche vers la droite accompagnée d'une rotation homolatérale de la tête.

Le centre cortical gauche est dextrogyre et le centre droit lévogyre.



### Les aires du schéma corporel

Le schéma corporel est une image construite de notre identité physique perçue, ses aires corticales rassemblent différentes informations :

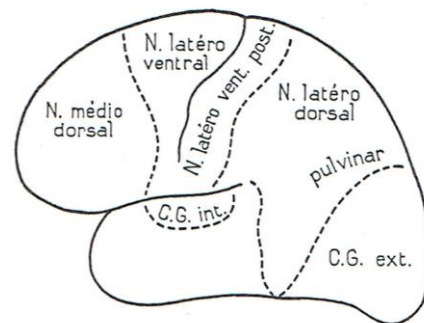
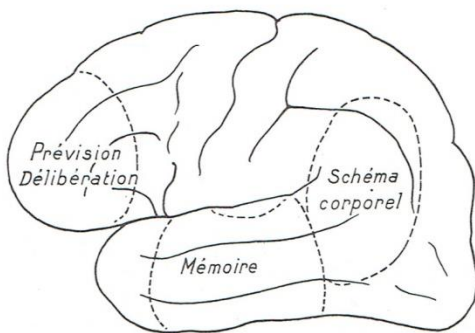
- Le toucher, contact et sens haptique,



- La proprioception qui fournit de données sur son attitude, sa posture et une partie de son environnement,
- La vision qui permet de se voir et de regarder autour de soi,
- L'ouïe qui intègre notre voix, nos bruits corporels et notre environnement sonore

Trois aires reçoivent essentiellement ces messages, aires pariétale pour la peau, temporale pour l'audition et occipitale pour la vision. Nichée entre ces trois régions on retrouve l'aire du schéma corporel. Il faut noter que cette zone corticale reçoit aussi des afférences venues du pulvinar, noyau thalamique véhiculant lui aussi des informations venues des corps genouillés médiaux (audition) et latéraux (vision). Enfin des fibres venant du noyau latéro-ventral postérieur du thalamus apportent elles-aussi des données tactiles, visuelles et auditives.

Signalons pour achever ce survol que des fibres issues des noyaux vestibulaires aboutissent dans la bandelette longitudinale postérieure.

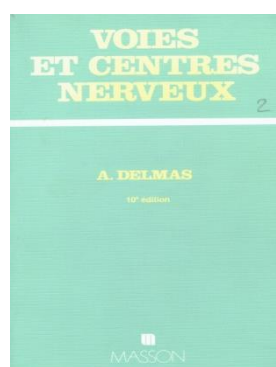
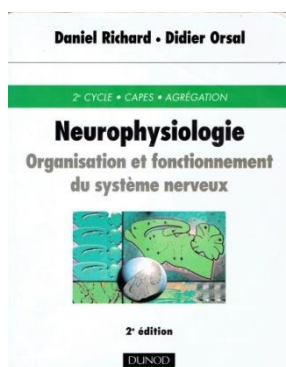


#### Petite révision des nerfs crâniens,

- trois sont sensoriels : I, II et VIII
- trois sont somatiques moteurs : III, IV, VI et XII
- deux sensitifs purs : V<sup>1</sup> et V<sup>2</sup>
- deux sensitivo-moteurs : V<sup>3</sup> et XI
- quatre viscéro-moteurs : III, VII, IX et X
- deux sensitivo-moteurs et viscéro-sensitivo-moteurs : IX et X.

Toutes ces informations (texte et dessins) se retrouvent dans 2 ouvrages de référence :

- NEUROPHYSIOLOGIE, de D. RICHARD et D. ORSAL, Editions DUNOD.
- VOIES ET CENTRES NERVEUX, d'A. DELMAS, Editions MASSON
- et dans l'article de Michel HABIF sur l'accommodation.



## **L'ACCOMMODATION**

Bon nombre de posturologues, lors de leur pratique quotidienne, pensent que dans leur bilan, lorsque l'entrée visuelle est perturbante, il s'agit particulièrement d'une influence oculomotrice.

Le but de cet article est de vous sensibiliser sur un point capital, résultat de nos années d'expérience clinique et de notre collaboration dans la pratique quotidienne de la posturologie :

Le rôle de l'accommodation dans le contrôle du système postural d'aplomb.

La seule action musculaire intraoculaire augmentant la puissance globale du globe par la déformation du cristallin sous l'effet des muscles du procès ciliaire est l'accommodation.

Ce phénomène physiologique, réflexe, permet de focaliser sur la rétine une image d'un objet rapproché.

Elle présente deux voies de régulation neurophysiologique :

Une voie de régulation courte parasympathique accommodatrice et une voie de régulation longue sympathique relâchant l'accommodation dite désaccommodatrice.

L'accommodation est un phénomène réflexe mise en jeu par un stimulus visuel : la correction du flou de l'image que perçoivent les 2 yeux. L'information rétinienne est alors envoyée au cortex occipital dans l'aire visuelle, où elle est interprétée. Elle va ensuite être régulée par le noyau accessoire (Inderger- Westphall) du III qui va stimuler par le nerf ciliaire court la contraction du muscle de Rouget-Muller (appartenant au procès ciliaire) tandis que le muscle de Brücke innervé par la voie sympathique se détend pour déformer le cristallin.

Lors de la désaccommodation, l'information rétinienne est envoyée au cortex occipital dans l'aire visuelle et frontale, où elle est interprétée. Elle va ensuite être régulée par le colliculus supérieur puis permettre à la moelle cervicale de véhiculer une information passant par les ganglions cervicaux inférieurs et supérieurs, le ganglion de Gasser, pour stimuler par le nerf long ciliaire la contraction du muscle de Brücke et un relâchement du muscle de Rouget-Muller pour déformer le cristallin.

## **LA VOIE OCULOMOTRICE**

Lorsque le réflexe d'accommodation est stimulé conjointement est provoqué le réflexe de convergence. Cette action va permettre d'ajuster proportionnellement la focalisation de l'image perçue par les 2 yeux pour voir net. Ce réflexe présente une voie de régulation neurophysiologique courte.

Les informations rétinienne des deux yeux sont envoyées simultanément au cortex des aires visuelles et sont interprétées pour être envoyées au colliculus supérieur et au noyau du III pour stimuler la contraction des droits médiaux de chaque œil par le nerf oculomoteur commun dans le but de converger et de faire fusionner les deux images en une.

La convergence se fait sous l'action des muscles oculomoteurs. D'autre part, dans d'autres conditions de regard, les 6 muscles externes entourant le globe oculaire permettent les mouvements de l'œil dans la direction du regard, aident à la fusion des images rétinienne des deux yeux, ont un rôle proprioceptif et renseignent le vestibule sur la position des yeux et de la tête dans l'espace.

## **CONCLUSION SUR L'ACCOMMODATION**

La régulation accommodation/ convergence est régulée par 3 voies

- une voie accommodatrice parasympathique
- une voie désaccommodatrice sympathique
- une voie oculomotrice réalisant la convergence

Cette voie se termine par le nerf oculomoteur III qui distribue l'action motrice à réguler

A l'action accommodative/désaccommodative sont conjugués les efforts des muscles oculomoteurs mais aussi les muscles de la mandibule et les muscles cervicaux.

En effet, dans la boucle de régulation longue sympathique désaccommodatrice, il existe une influence du ganglion de GASSER (V) sur l'effet réflexe de la régulation de l'accommodation.

ACCOMMODATION = EFFORT MUSCULAIRE DU PROCES CILIAIRE + CONVERGENCE

Mais aussi capacité de tourner la tête et même le corps entier pour accroître l'amplitude de l'exploration visuelle.

## LA BOUCLE OCULO-CEPHALOGYRE

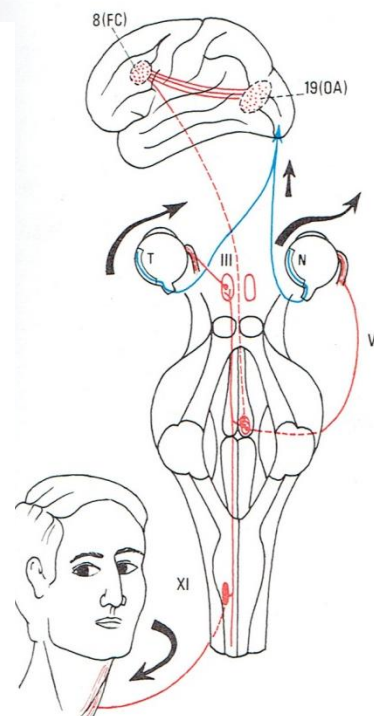
Pour regarder, il faut déplacer son regard. L'activité oculomotrice est prépondérante mais elle est soumise à l'influence de la qualité de l'appareil réfractif, par l'accommodation si celle-ci est mise en jeu. Œil et rachis cervical fonctionnent suivant une activité réflexe via le vestibule pour permettre de garder une stabilité du regard

Lorsque le regard se déplace, les yeux fixent une cible tout en tournant la tête dans le même sens, vers le même point. Pour y arriver des voies sensori-motrices sont conjointement stimulées, notamment les voies oculomotrices des III – IV – VI, les voies vestibulaires du VIII bis, et les voies cervicales du XI.

Il existe une contraction synergique entre les muscles oculomoteurs droits internes – droits externes, faisant une version oculaire et les muscles cervicaux sous-occipitaux, trapèze et, SCM pour faire une rotation cervicale du côté de la version.

Le vestibule coordonne cette synergie de contraction musculaire par un canal semi circulaire correspondant.

En condition d'équilibre debout, en statique, mais aussi pendant la marche, la boucle oculo-céphalogyre influence par le biais du vestibule, la distribution du tonus postural des membres et des ceintures grâce aux voies vestibulo-spinales.



**Les réflexes oculaires dans les douleurs cervicales.** Extrait de l'article de Patrice Piette.

Deux types de réflexes sont étudiés, le réflexe oculo-vestibulaire, et le réflexe oculo-cervical, les deux conjointement permettent la poursuite d'une cible quelques soient les circonstances.

Le premier permet une stabilisation du regard sur une cible lorsque la tête se déplace dans l'espace.

Le second permet la stabilisation du regard cette fois-ci quand le tronc se déplace par rapport à la tête. Il s'appuie sur les informations afférentes issues des muscles profonds et des articulations postérieures zygapophysiales. Il peut être modifié par des déficiences visuelles ou le port d'une contention cervicale. Il est important chez les personnes âgées car il compense les atteintes vestibulaires.

Les deux réflexes sont étudiés par le jeu de chaise mobile et de cible mouvante associée pour le premier, de chaise

mobile et de cible fixe pour le second, le tout pour deux types de personnes, sans ou avec douleur cervicale non traumatique.

Résultat, on retrouve dans le groupe "douleur cervicale non traumatique" une altération du réflexe oculo cervical et l'absence de déficience du réflexe oculo-vestibulaire. Les muscles oculaires sont donc bien perturbés par les douleurs cervicales et entraîne une difficulté de stabilisation du regard dans les mouvements dissociés de la tête et du tronc. La cervicalgie ne perturbe pas que le contrôle moteur cervical, elle a aussi un impact sur les muscles oculaires.

D'un point de vue rééducatif, il serait donc intéressant de tester un entraînement à la fixation du regard sur une cible avec des mouvements du tronc, en complément de la poursuite d'une cible uniquement cervicale.

## **Les réflexes du tronc cérébral :**

### **I / Huit réflexes physiologiques :**

1. Réflexe cilio-spinal : dilatation pupillaire après stimulation sus-claviculaire
2. Réflexe fronto-orbitaire homolatéral : fermeture palpébrale après percussion de la glabella
3. Réflexe oculo-céphalique vertical : mouvement conjugué des yeux dans le sens vertical dans le sens inverse du mouvement imprimé de flexion/extension de la tête
4. Réflexe photomoteur : contraction pupillaire par stimulation lumineuse (II puis III)
5. Réflexe cornéen : fermeture de la paupière par stimulation cornéenne (arc réflexe V, VII et III)
6. Réflexe massétérin : contraction du masséter par percussion mentonnière
7. Réflexe oculo-céphalique horizontal : mouvement conjugué des yeux dans le sens horizontal dans le sens inverse du mouvement imprimé de rotation de la tête
8. Réflexe oculo-cardiaque : ralentissement cardiaque après compression des globes oculaires

### **II/ Deux réflexes pathologiques du tronc cérébral :**

1. Réflexe palmo-mentonnier : contraction de la houpe du menton par stimulation de l'éminence thénar homolatéral
2. Réflexe cornéo-mandibulaire : mouvement de diduction de la mandibule après stimulation de la cornée

## **VISION et LUMIERE BLEUE**

Notre œil est adapté à la lumière émise par le soleil et tente de s'adapter aux lumières artificielles.

La sensibilité photopique est celles des cônes de la rétine.

La sensibilité circadienne est le support de notre synchronisation jour nuit. C'est la zone bleue du spectre solaire (autour de 475nm) qui déclenche par exemple l'arrêt de notre sécrétion de mélatonine, hormone qui régule le sommeil.

La disparition progressive des ampoules à incandescence et leur remplacement par des tubes fluorescents, des ampoules fluo-compactes et enfin des LED accroît l'irradiation rétinienne dans ces fréquences agressives.

Les écrans génèrent aussi une irradiation susceptible de diminuer la sécrétion de mélatonine.

Au niveau de la rétine, les photons "bleus", les plus énergétiques vont provoquer la fabrication de radicaux libres et d'oxydants. Ces substances favorisent la cataracte et la DMLA. De plus cette irradiation a un effet cumulatif. C'est le risque rétinien de la lumière bleue ou Blue Light Hazard ou BLH. On a donc intérêt à choisir des ampoules "chaudes" avec un spectre glissant vers le rouge.



Le fait que certaines lampes apportent une lumière clignotante (les 50Hz du réseau) semble lui aussi pouvoir engendrer une toxicité pour la rétine.

Les cellules rétiniennes contiennent un pigment nommé rhodopsine activé par le changement de conformation d'une molécule particulière : le rétinol (ou rétinolaldéhyde, une des trois formes de la vitamine A). Au contact d'un photon, le 11-cis-rétinal devient un trans-rétinal ce qui permet à la rhodopsine activée, la métarhodopsine II, d'interagir avec une protéine, la transducine. Ce processus entraîne une cascade de réactions chimiques qui transforment le flux électromagnétique de la lumière en signal électrique véhiculé par le nerf optique vers le cerveau construire. Si on irradie le rétinol en lumière bleue, celui-ci détruit les photorécepteurs, les dommages sont irréversibles car les photorécepteurs ne se régénèrent pas !

En pratique

- Choisir des LED lumière chaude ou moduler l'émission en moins bleue.
- Eviter la lecture prolongée d'écran sans logiciel de filtration ou sans lunettes protectrices
- Ne pas regarder d'écrans dans l'obscurité complète
- Intérêt de la vitamine A ?

ooo