



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE CIENTIFIQUE



URNOP - Université d'Alger 2
DEUXIEME DOCTORIALES
DU DOCTORAT D'ORTHOPHONIE

SPECIALITE: NEUROSCIENCES COGNITIVES ET-THERAPY

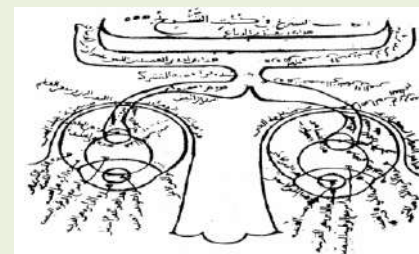
**عسر القراءة يعتبر عاهة ضد التعلم المدرسي عبر التسجيل الكهروضوئي
للأنماط الحركية العينية**

**LA DYSLEXIE SE VALIDE COMME FLÉAU DE
L'APPRENTISSAGE SCOLAIRE VIA L'ENREGISTREMENT
PHOTOELECTRIQUE DES PATTERNS OCULOMOTEURS
SACCADIQUES**

Exploration visuelle de l'Impact de la dyslexie sur la SUR le processus de lecture

D. BENSOLTANA
DR EN NEUROSCIENCES COGNITIVES
ET COMPORTEMENTALES

LBPO ESP USTHB



- **INTRODUCTION**

La dyslexie désigne les retards de lecture qui ne sont imputables

- ni à un retard d'éducation,
- ni à une déficience intellectuelle,
- ni à des problèmes d'attention ou de mauvaise insertion dans le système scolaire.

Des hypothèses controversées essaient de mettre une lumière sur cette anomalie énigme qui affecte la perception cognitive visuelle et la retention mnémonique ; à
dyslexie reste un problème majeur affectant la scolarité .

L'enfant dyslexique réussit mal à coder le lexique et chute dans sa scolarité.

Bien qu'aucune pathologie visuelle n'ait été détectée, une difficulté oculomotrice a cependant été mise en évidence chez les enfants dyslexiques: leurs yeux convergent et divergent plus difficilement que chez les autres enfants, ce qui entraîne une lecture lente et fatigante. Certaines recherches sur les enfants dyslexiques montrent qu'ils présentent des limites ou des retards dans certaines composantes oculomotrices ce qui va demander un effort d'attention soutenu et donc une fatigue supplémentaire.

D'après John Stein (1987) de l'Université d'Oxford 75% des enfants dyslexiques présentent une instabilité de fixation et une capacité réduite de converger les yeux. Des anomalies de divergence tant en vision de près qu'en vision de loin ont été

Problématique

Vu l'impact déficitaire de ce fléau critique

- ❖ sur l'acquisition du langage qui est à la base de la performance de l'apprentissage et la réussite scolaire,***
 - ❖ sur le trouble perceptif cognitif et mnémonique en codage et traitement lexical graphémitique;***
- notre attention s'est axée à mener une enquête expérimentale 'comparative' entre un groupe d'élèves dyslexiques et un groupe normal algériens, afin de valider via l'enregistrement des mouvements des yeux l'influence de la dyslexie sur les tailles oculaires saccadiques dont le processus de lecture est de droite à gauche.***

QUE SAVEZ-VOUS DE LA DYSLEXIE ?

Au sens le plus large du terme, la dyslexie signifie un problème face aux mots:

- **les mots qu'on lit ou qu'on écrit,**
- **les mots qu'on dit,**
- **les mots dont on se souvient sur commande,**
- **les mots qu'on organise,**
- **les mots qu'on mémorise,**
- **les mots qui intègrent des règles complexes.**

La dyslexie méconnue est la cause principale de l'analphabétisme?

CARACTÉRISTIQUES

Les symptômes de la dyslexie varient beaucoup d'un individu à l'autre.

La personne dyslexique peut éprouver, entre autres, des difficultés à :

- former des lettres;
- écrire les lettres de l'alphabet correctement et dans l'ordre;
- nommer les lettres;
- associer le son (phonème) et le symbole (graphème);
- orienter les lettres ou la série de lettres qui forment un mot dans le sens approprié au moment de - - la lecture ou de l'écriture (ex.: b-d, nom-mon);
- lire, épeler, apprendre à écrire;
- chercher un mot dans un dictionnaire;
- exprimer des idées par écrit;
- trouver le « mot juste » en parlant;
- exprimer des idées clairement;
- distinguer la gauche de la droite, l'est de l'ouest;
- dire l'heure, le jour de la semaine, le mois de l'année;
- distinguer des symboles mathématiques;
- se souvenir des tables de multiplication (mémoire séquentielle);
- avoir des difficultés à mémoriser les mots non phonétiques.

LES TROIS TYPES FONDAMENTAUX DE DYSLEXIE

LA DYSNEMKINÉSIE (LE MOTEUR)

Déficit de la capacité à développer des formes motrices (engrammes) pour les symboles écrits.

Ex. : L'élève écrira un **b** au lieu d'un **d**.

L'élève aura de la difficulté à exprimer ses idées par écrit.

LA DYSPHONÉSIE (L'AUDITIF)

Déficit de l'intégration du son-symbole (graphème-phonème) et de la capacité à développer des habiletés d'analyse et de synthèse (l'habileté de syllabation, de prononciation et de mélange de sons lors de la découverte de mots peu familiers).

Ex. : L'élève lira **lampe** au lieu de **lumière**.

L'élève écrira **battue** au lieu de **bateau**.

LA DYSEIDÉSIE (LE VISUEL)

Déficit de la capacité à percevoir des mots entiers (configuration totale) comme des formes visuelles et à faire la relation entre ces mots et les formes auditives correspondantes.

Ex. : L'élève lira **père** au lieu de **tête**.

L'élève écrira **chato** au lieu de **château**.

N.B. : Une combinaison de 2 ou 3 de ces types s'ajoute à ces trois types fondamentaux.

LES MYTHES DE LA DYSLEXIE

- La dyslexie est rare.
- La dyslexie est difficile à diagnostiquer.
- La dyslexie disparaît avec l'âge.
- Reprendre une année scolaire éliminera la dyslexie.
- La dyslexie se limite aux personnes qui inversent les lettres ou les nombres.
- La dyslexie provient du fait que les parents ne lisent pas d'histoires à leurs enfants.
- La dyslexie ne peut être diagnostiquée que lorsqu'un enfant est en 3^{ème} année primaire.
- La dyslexie est une maladie de la volonté.
- La dyslexie est une faiblesse morale, de la paresse.
- La dyslexie est un manque de maturité
(« il est encore jeune, donnons-lui le temps! »).
- La dyslexie se retrouve chez les enfants surprotégés ou trop gâtés.

Protocole opératoire

Méthode

Avec Javal (1878) le fondateur des études des mouvements oculaires; il a été démontré que ces mouvements oculaires lors la lecture, sont horizontaux, discontinus et se font par saccades «sections rythmiques alignées».

La technique d'enregistrement des mouvements oculaires basée sur la réfraction lumineuse (photo-électrique); nous a été très utile pour la démonstration des modalités différentes du balayage oculaire en fonction des diverses applications utilisées lors de la lecture .

En effet elle permet de distinguer les traitements cognitifs initiaux (premières fixations) des opérations ultérieures de contrôle, de vérification ou d'intégration de l'information (relectures).

** Le perfectionnement des techniques s'est succédé pour palier aux artefacts de mesures et problèmes biomécaniques. Le principe photoélectrique est basé sur le "repérage électrique"; il permet de connaître très précisément le décours temporel et spatial du regard du lecteur et en outre des opérations cognitives, tout en conservant des conditions expérimentales très proches des situations naturelles.*

Cette technique nous a été d'un grand recours pour l'étude de l'impact de la dyslexie sur le processus de lecture Via les paramètres oculomoteurs saccadiques et la validation du trouble visuel à l'origine de l'anomalie

Mode opératoire

L'expérience s'est déroulée au CHU de Mustapha pour les dix enfants dyslexiques et en parallèle dans une école primaire pour les dix enfants normaux considérés comme témoins; les sujets dyslexiques après avoir subi un diagnostic profond ortho-ophtalmo-psycho pour éliminer toute autre atteinte ont été soumis à la tâche de lecture via l'enregistrement photoélectrique afin de tester la régularité de leurs mouvements oculaires saccadiques pendant le traitement lexical.

En parallèle : le processus de lecture s'est réalisé pour les dix sujets normaux « qui ont subi eux aussi les tests de normalité de la vision et de latéralité visuelle » via la technique photo-électrique aléatoirement pour chaque sujet.

10 textes ont été retenus en dehors du texte d'entraînement, les textes sont des extraits de contes afin de susciter la curiosité de la lecture, sont normalisés et écourtés à 3 lignes de 9 mots/ligne pour éviter la fatigue des yeux.

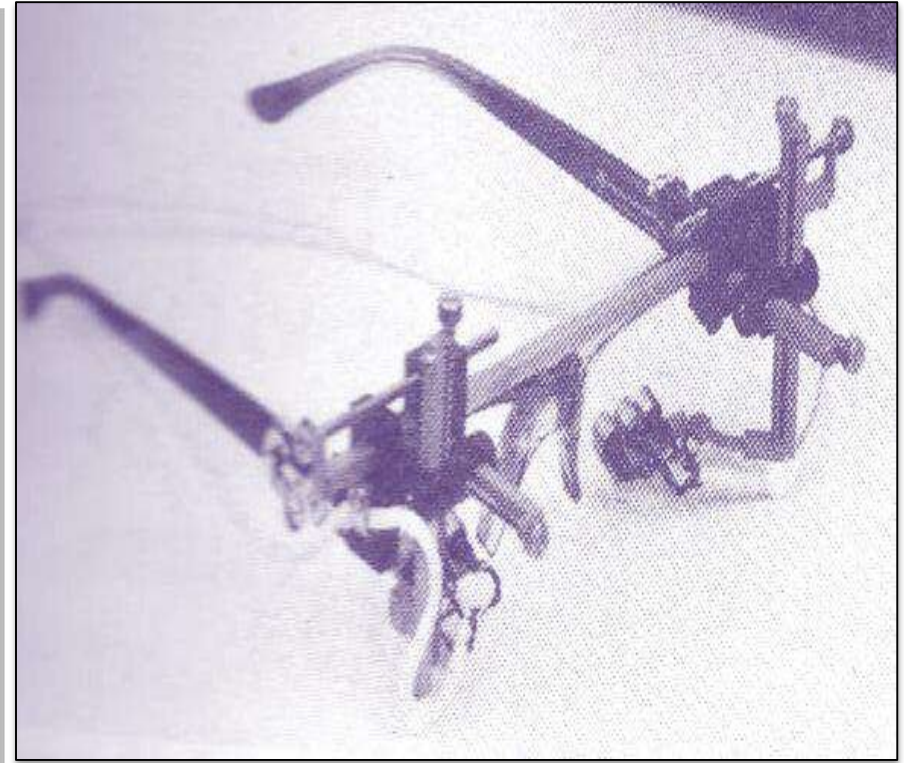
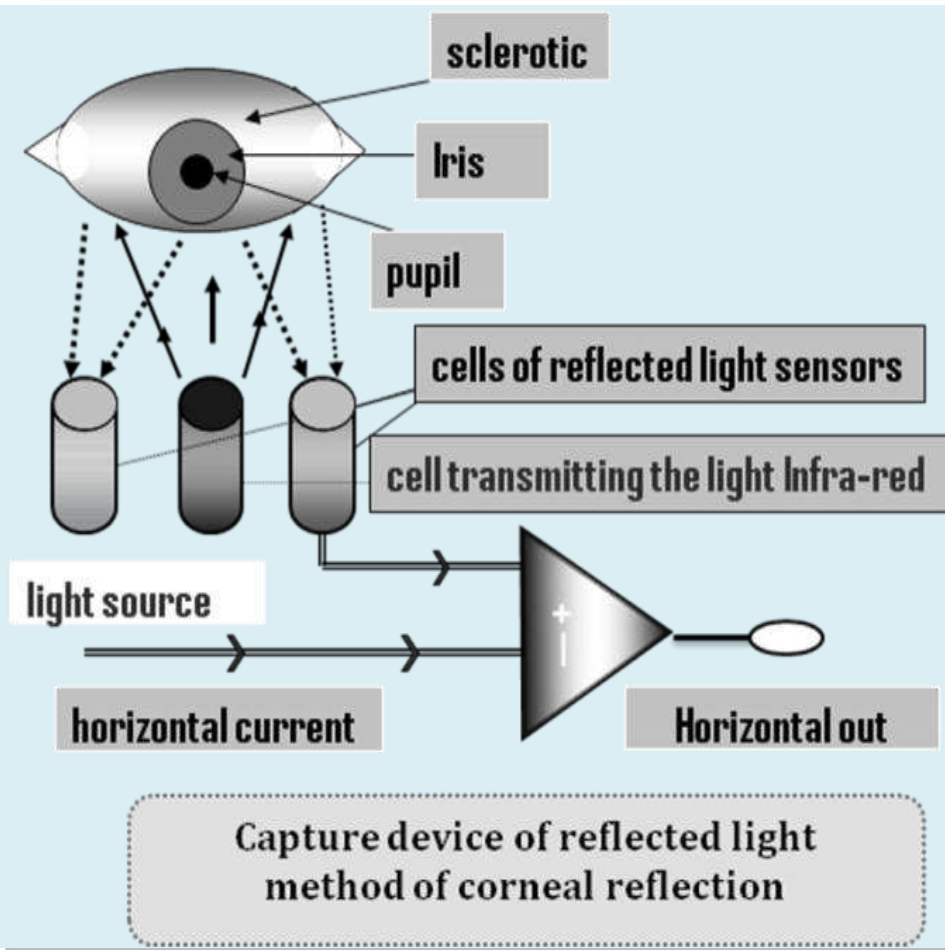
Deux étapes seront traitées:

La comparaison entre les données individuelles et de leurs moyennes chez les lecteurs normaux (NOR) et dyslexiques (DYS),

La comparaison entre les données de l'œil droit (OD) et l'œil gauche (OG) en Arabe,

Le processus de lecture déterminera la qualité de lecture

PRINCIPE DE LA METHODE PHOTOELECTRIQUE



Montage des cellules photoélectriques sur une monture de lunettes en photo

La technique photoélectrique est composée de 3 photodiodes. La cellule infra rouge centrale transmet la lumière et deux photodiodes de part et d'autre captent la lumière réfléchi. une variation d'éclairement peut être recueillie et transmise pour amplification. L'intensité lumineuse réfléchi sera directement proportionnelle à l'angle de rotation de l'œil.*

*جهاز مركب من ثلاث خلايا كهروضوئية الوسطى تبث الضوء تحت الأحمر والجانبيتان تقبضان الأشعة المنعكسة (تعدل بمحاور تستطيع الاتجاه أفقيا وعموديا بحيث تتوافق الخلايا بالتوازي مع حدقة وقزحية العين).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL DE L'ENREGISTREMENT DES MOUVEMENTS DES YEUX

SUJET INSTALLÉ RÉALISANT L'ENREGISTREMENT DE LA LECTURE AVEC LES CELLULES PHOTO-ÉLECTRIQUES

L'expérience se déroule dans une cabine insonorisée; le sujet est assis sur une chaise réglable, la tête est positionnée à l'aide d'une mentonnière et de cales de référence pour les fronts et les tempes. Les planches des textes apparaissent sur un support à glissière inclinée à 10° environ afin de respecter la position moyenne des yeux pendant la lecture. Il est demandé aux enfants de commencer la lecture en silence à un signal donné sans bouger la tête, et quand ils terminent, ils ferment les yeux.

الجهاز التجريبي لتسجيل الحركات العينية

يتألف من عدة آلات تتصل ببعضها عن طريق خيوط كهربية موصلة للإشارة كالتالي
* غرفة مظلمة يتم فيها التسجيل، يسودها السكون، يوجد بها كرسي قابل للتدرج حسب قامة التلميذ ووضع بها مرفأ الضوء الثابت المسلط نحو موضع النص.
* جهاز المعايرة لإعطاء المعيار المطلوب "أي تراك" نمط 200.
* الجهاز الكبير المسجل من نمط باكمات تترجم وتسجل فيه الحركات العينية إلى مخططات بيانية تعكس قفزات وقامات النفضات .

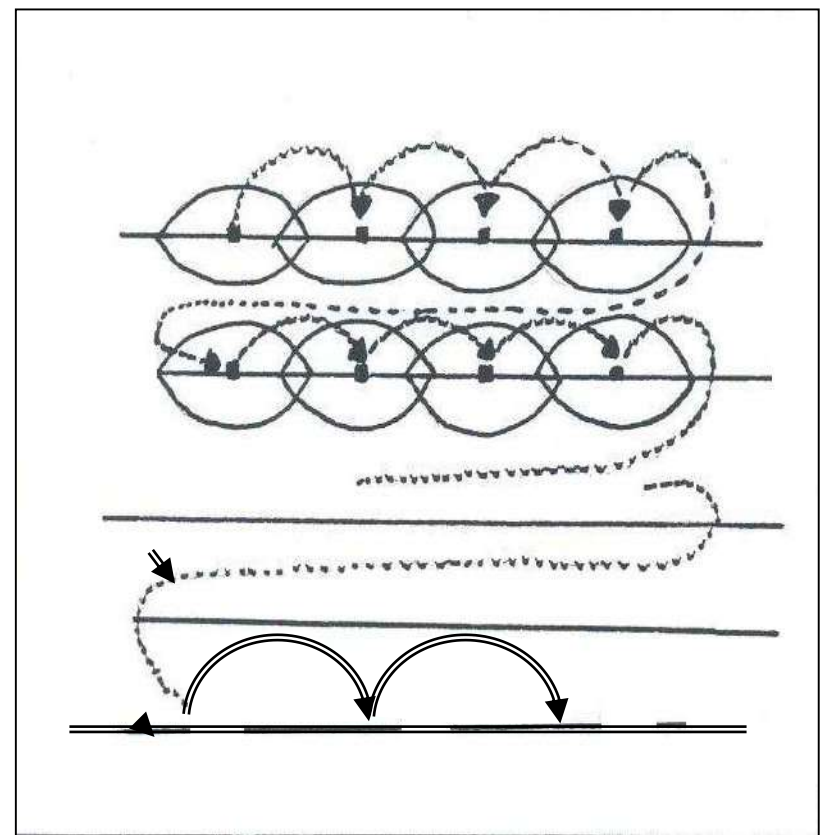
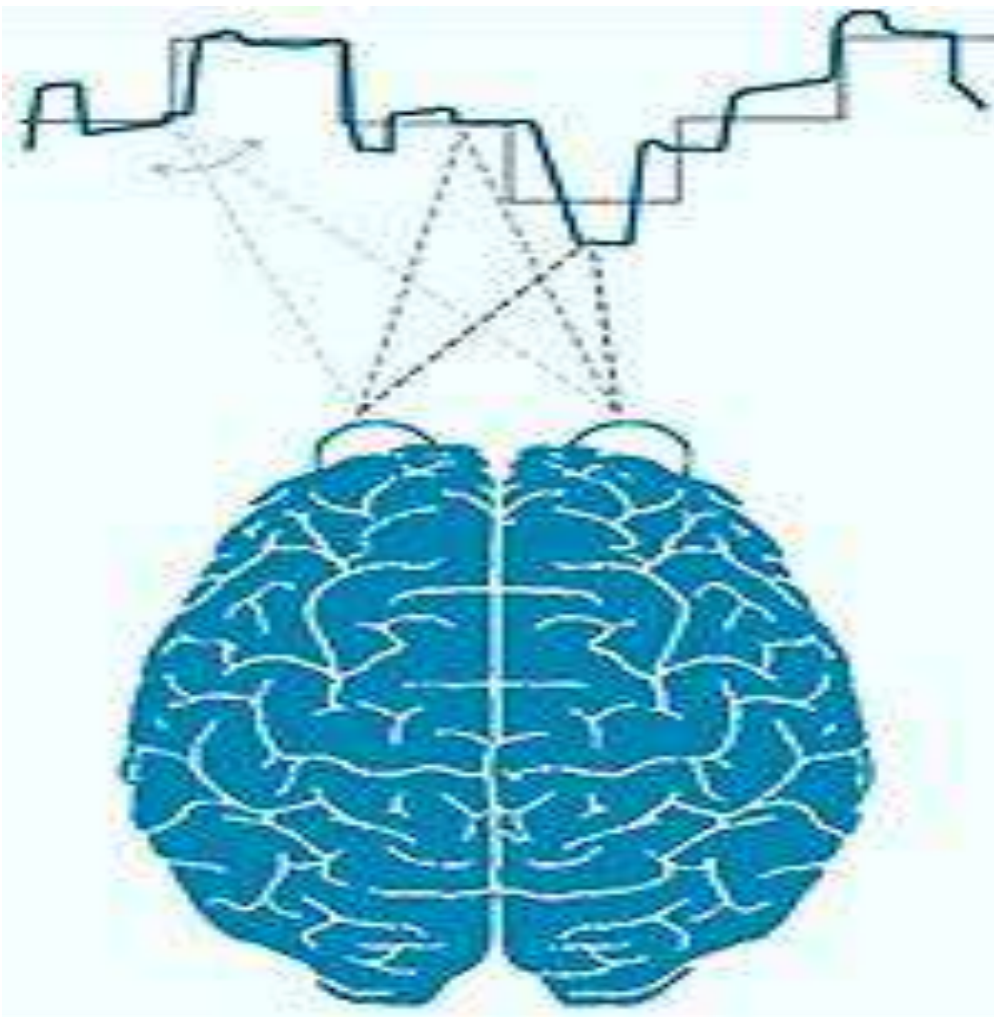


Illustration des mouvements oculaires lors de la lecture:
{fixation sur différents mots}-{passage d'une ligne à une autre}-
{régressions etc...}

Lors de la lecture, notre regard réalise une exploration rapide et efficace tout au long du texte, au fur et à mesure que la lecture progresse. Ceci consiste en un enchaînement de fixations sur chaque ligne, le passage d'une ligne à une autre ne perturbe pas les processus d'interprétation des symboles graphiques et de la compréhension de leur sens. C'est là, une très haute performance proprioceptive-motrice, puisqu'elle se compose d'une appréhension sensorielle, doublée d'une proprioception immédiate, suivie d'ajustements moteurs instantanés **{le tout pour former la saccade}**



Tracé oculo moteur troublé méthode eye Brain

TRAITEMENT ET EXPLOITATION DES RESULTATS

RESULTATS:

Les calculs des données interindividuelles (inter)/par sujet et en moyennes générales (MG), en comparaison entre les normaux (NOR) et dyslexiques (DYS);

- et en fonction de la latéralité «entre les deux yeux:

œil droit (OD)/œil gauche (OG) sont illustrés graphiquement

Les paramètre oculaires calculés suivants sont relatés

DL (durée de lecture),

DF (durée de fixation),

NF (nombre de de fixation)= PR+RE (progression/régression)

مقارنة نتائج تأثير الديسلكسيا (عسر القراءة) على قيم النفقات
العينية الحركية بقيم النفقات العادية أثناء القراءة لمجموعتين
تتكون كل منهما من (10) تلميذ الموضحة بالتمثيل البياني
كما قارنا كذلك القراءة بين اتجاهي العينين (اليمنى واليسرى)

DL/SEC

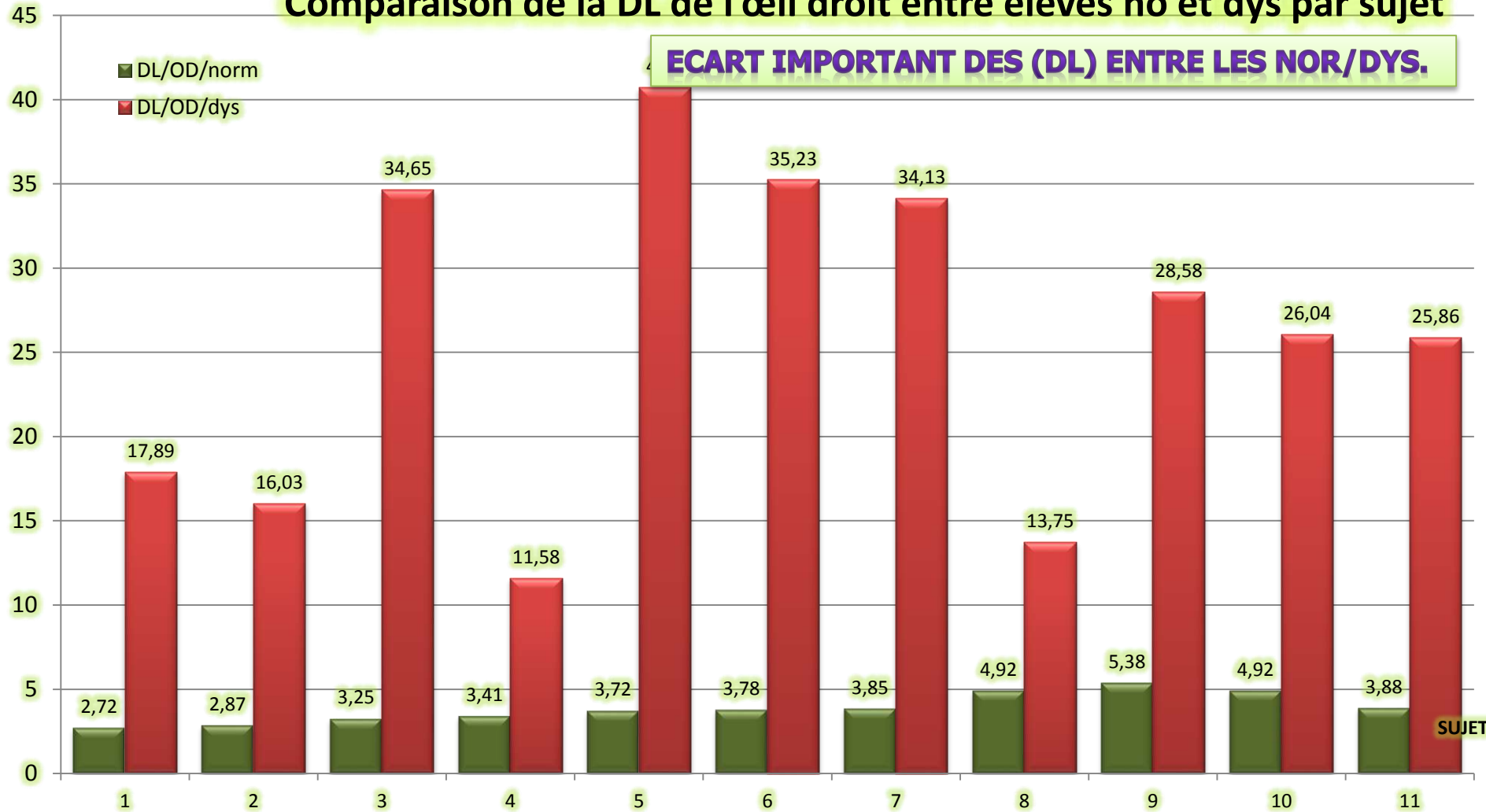
مقارنة مدة القراءة للعين اليمنى لعشرة تلاميذ سليمين مع عشرة تلاميذ مصابين

Comparaison de la DL de l'œil droit entre élèves no et dys par sujet

ECART IMPORTANT DES (DL) ENTRE LES NOR/DYS.

DL/OD/norm

DL/OD/dys



SUJET

مقارنة مدة القراءة بين الفوجين لكل تلميذ تظهر فارق شاسع بين نمطي القراءة حيث تكون القراءة مختلفة عند المصابين

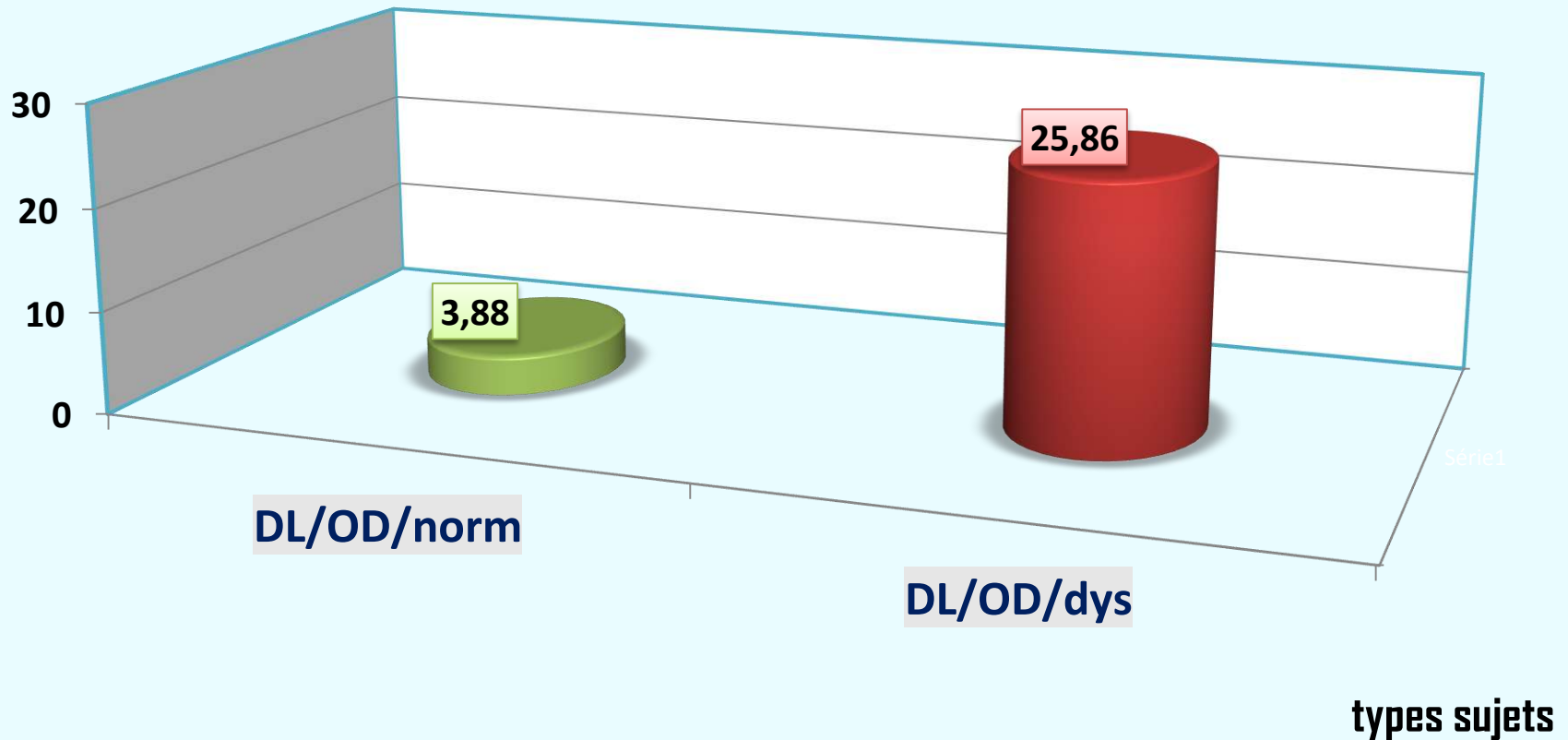
Les DL démontre l'importance *d'une ambiguïté en lecture chez les dys*

«dû certainement au nombre élevé des régressions».

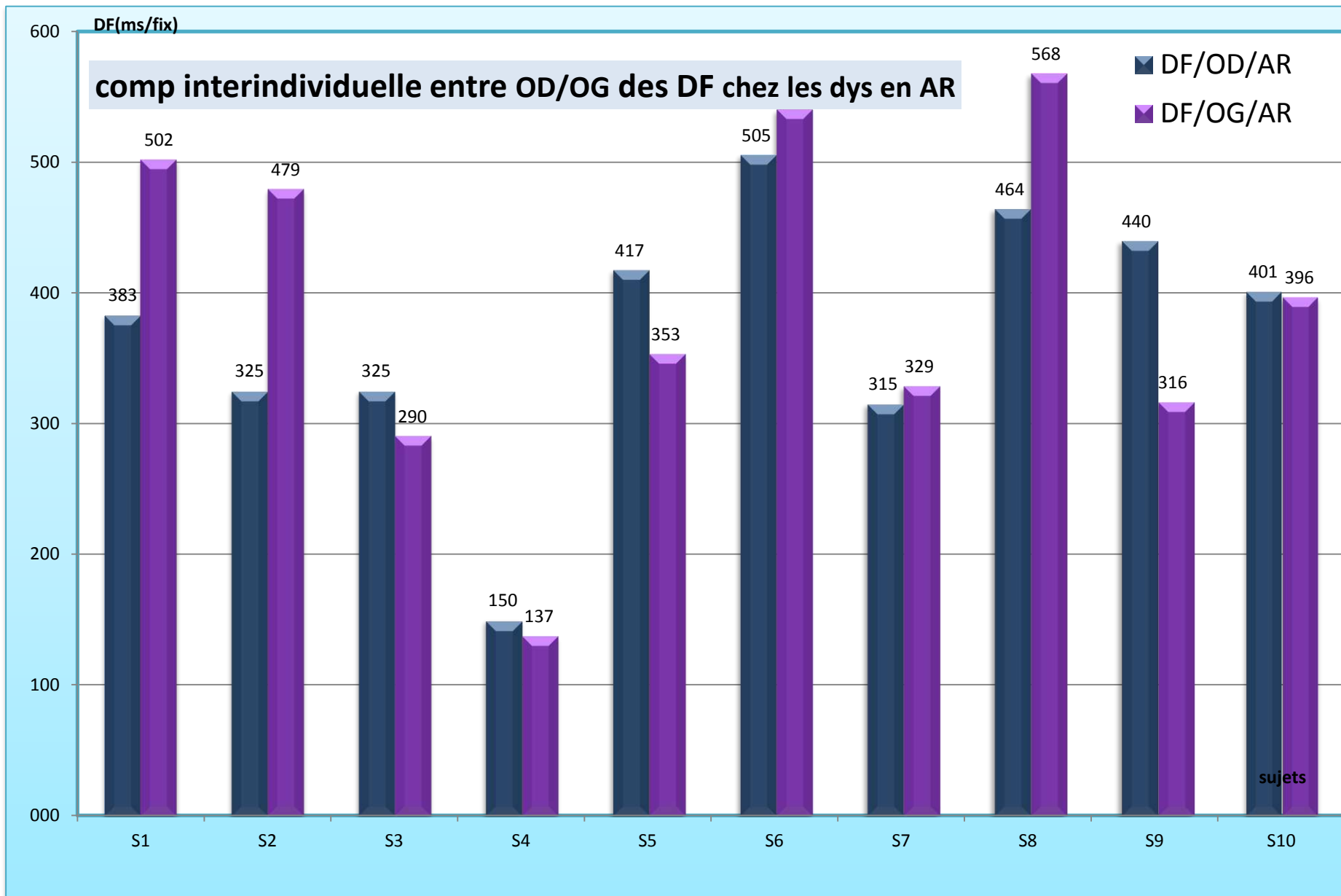
DL/SEC

Comparaison des MG de la DL entre NO et dys de l'OD

مقارنة معدلي كل شريحة يظهر الفرق الكبير بين القراءة السليمة والمصابة



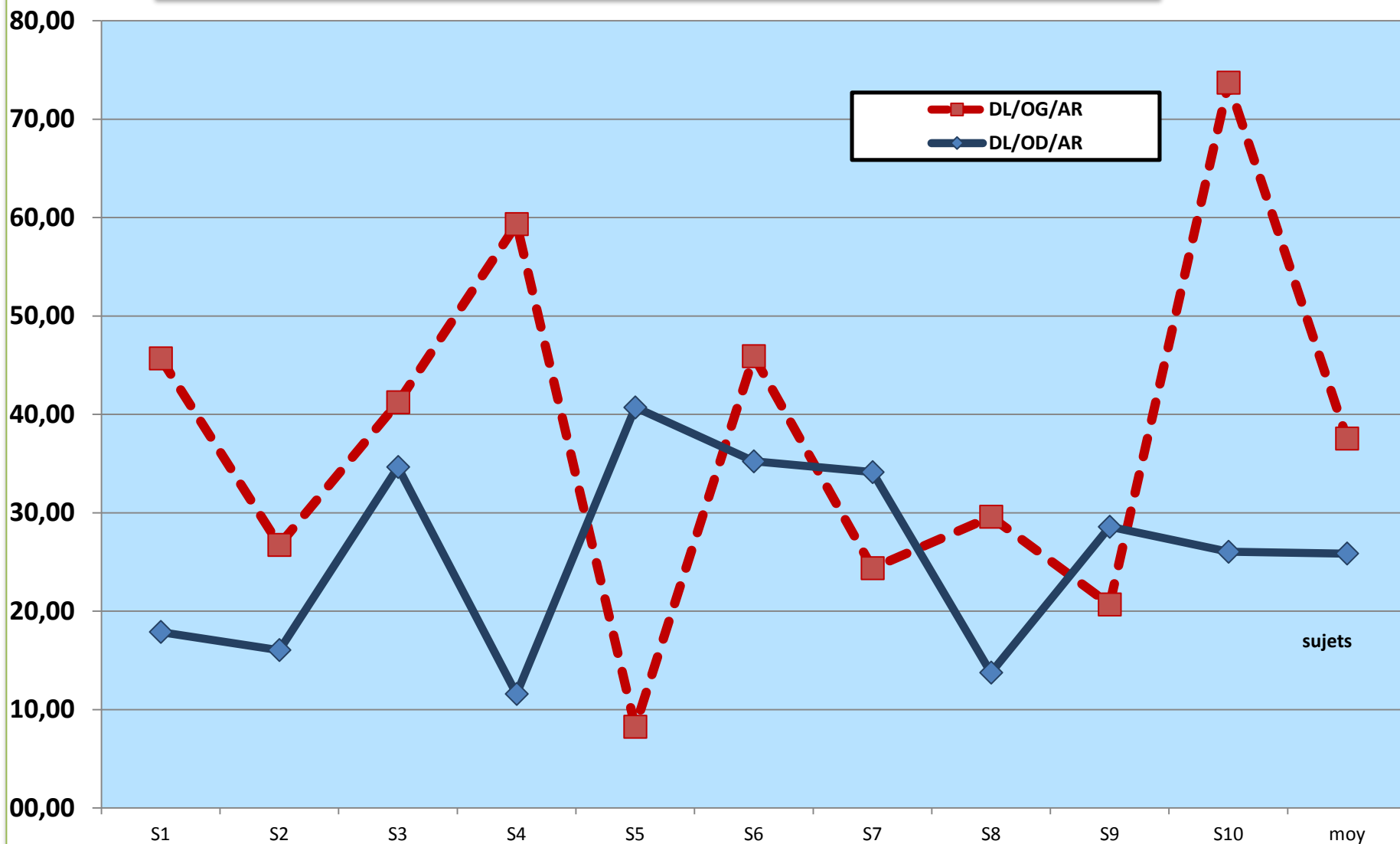
La comparaison entre les MG de DL de l'OD chez les deux tranches (par méthode photoélectrique révèle un grand écart: DL(DYS)>DL (NOR)



COMPARAISON INTERINDIVIDUELLE DE LA DF ENTRE LES DEUX YEUX DES DYSLEXIQUES AFIN DE TESTER LA DOMINANCE OCULAIRE PENDANT LA LECTURE : DOMINANCE ŒIL DROITE

sec/l

DL entre (OD+OG) chez les enfants dyslexiques en arabe par sujet
La DL /OG se superpose > à DL/OD chez la majorité

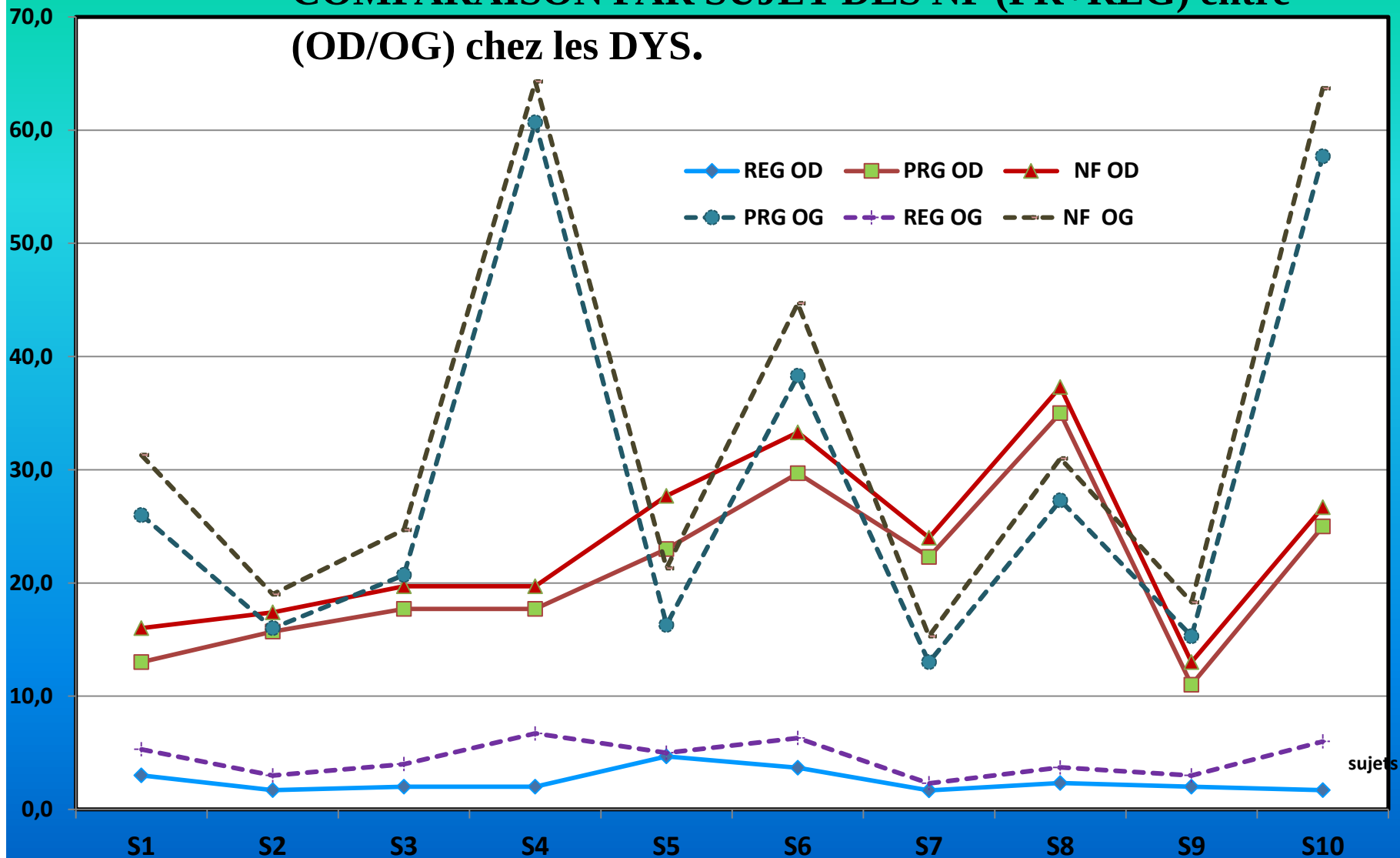


sujets

Comparaison interindividuelle des DL entre les yeux suivant la latéralité de l'œil chez les dyslexiques.
La vitesse de lecture est plus rapide en OD donc l'OG est plus troublée

NF(PRG+REG)

COMPARAISON PAR SUJET DES NF (PR+REG) entre (OD/OG) chez les DYS.

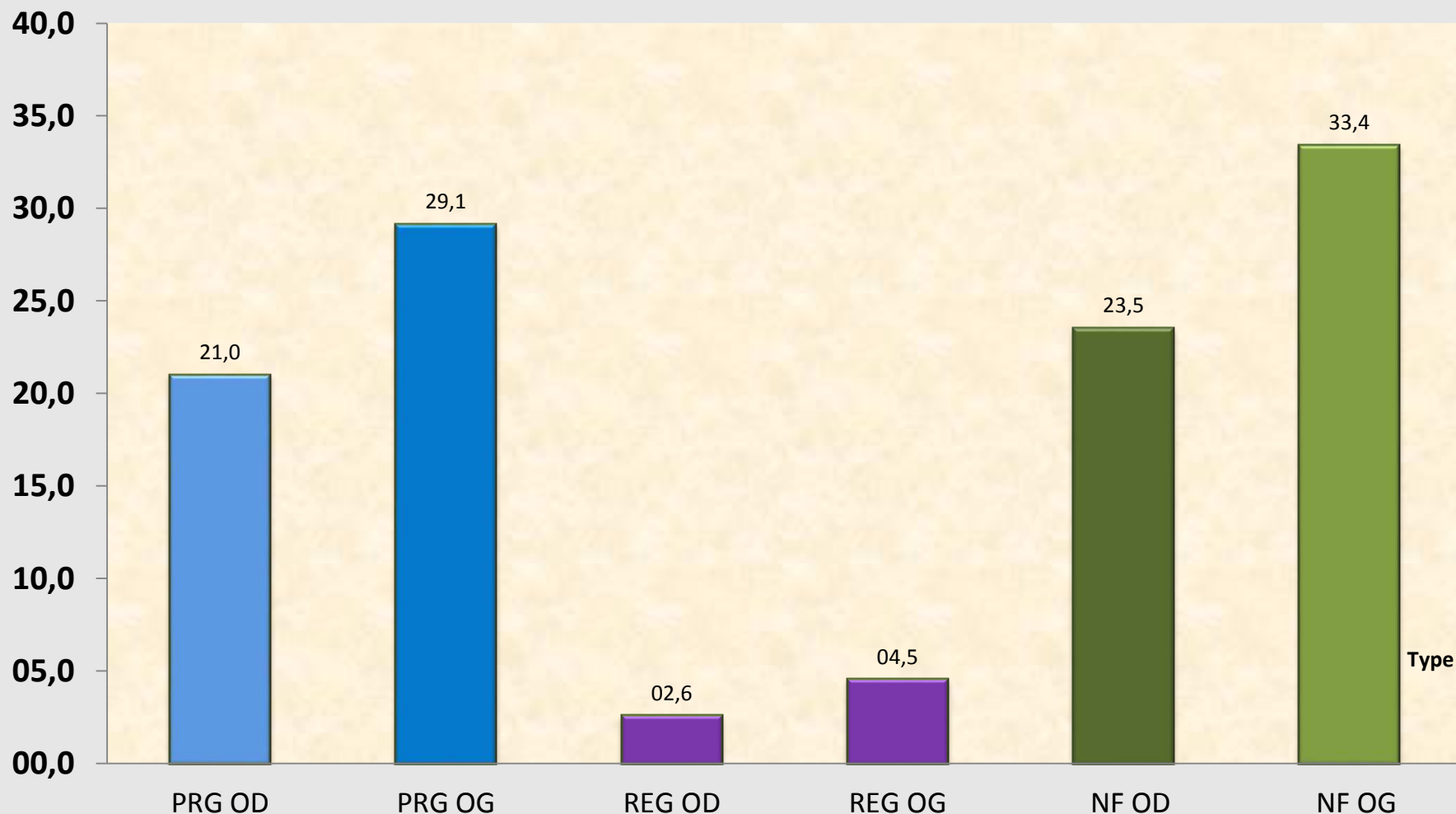


sujets

**COMPARAISON DES NOMBRES DE FIXATIONS (PR + REG) ENTRE L'OEIL (D / G)
CHEZ LES ENFANTS DYSLEXIQUES EN PRIMAIRE. REVELE**

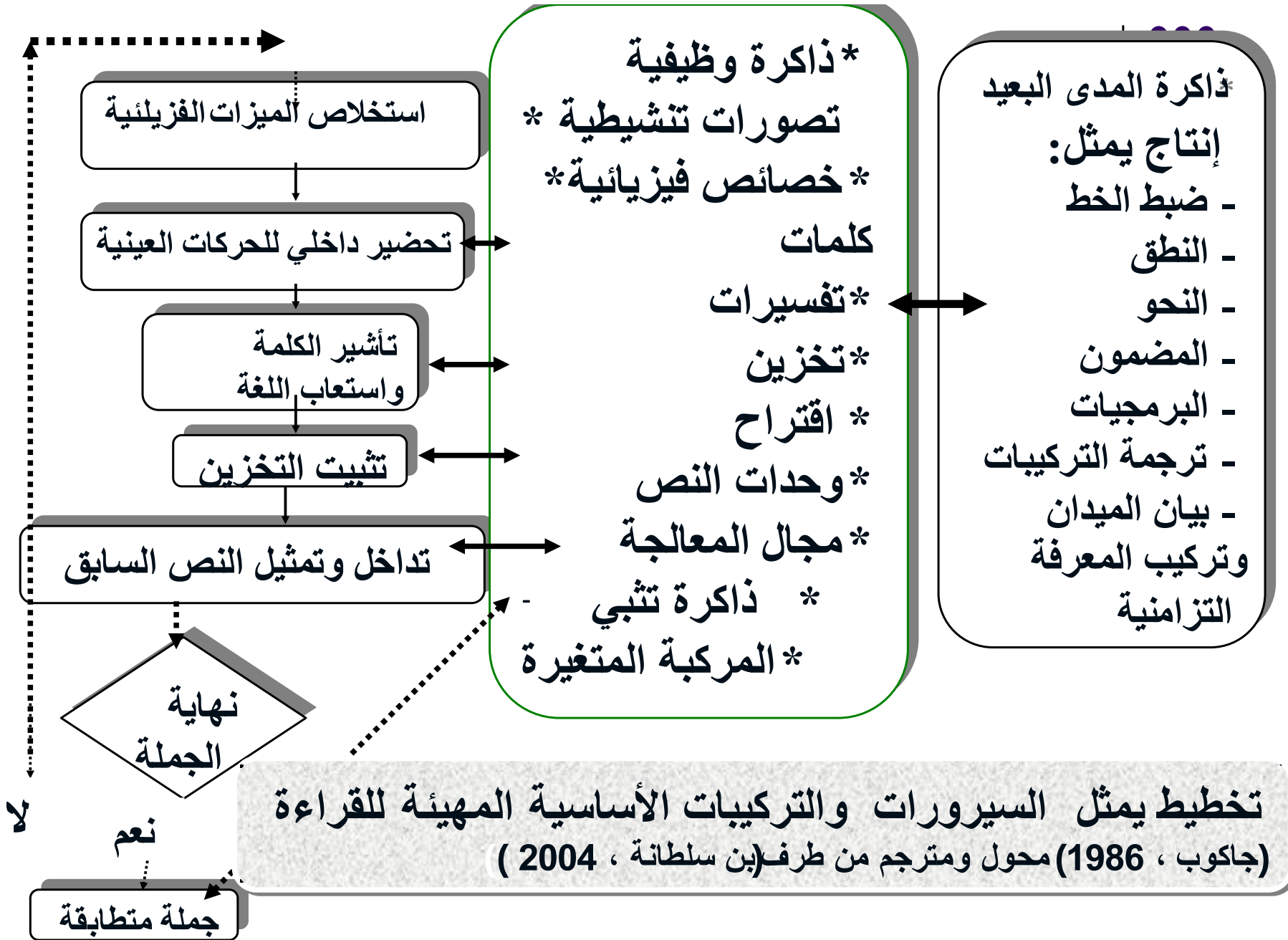
Nombre

Comparaison entre OD / OG' des MG des NF (PR+REG) des dys



NF (nombre de fixation) = (PR (progression) + REG (regression))

**DÉMONSTRATION DES ÉCARTS ENTRE OD/OG EN FONCTION DES 3 INDICES OCULAIRES.
LATERALITE VISUELLE DIFFERE/(LA DOMINANCE DE L'OD EST NETTEMENT MISE EN RELIEF DANS
L'ENSEMBLE LES DIGRAMMES, CE QUI CONFIRME LES TRAVAUX OCCIDENTAUX.**



Première étape: comparaison entre sujets NOR et DYS:

L'évaluation des paramètres oculaires a révélé un déphasage grave de la DL entre les deux tranches; soit au niveau des MG ou les données par sujet, ce qui indique que les tailles oculaires saccadiques sont très troublées (altérées).

De même pour l'ensemble des indices oculaires démontrés chez les dyslexiques; nous remarquons similairement la fluctuation importante et parallèle au niveau de tous les diagrammes des paramètres (DF, NF (PR+GR); dû au grand nombre de RE (retour au mot) pendant la lecture; soit au niveau de la MG ou par sujet, L'enregistrement ne s'est déroulé qu'avec l'OD qui était déjà la dominante au test de latéralité avant l'enregistrement.

La deuxième étape : la comparaison entre (OD – OG) chez les DYS:

À ce niveau aussi dans l'ensemble des résultats les paramètres de l'OG sont plus élevés d'un écart hyper-élevé que l'OD ce qui indique que la dominance en traitement lexical est plus performante qu'en OG mais aussi ce qui détecte que le circuit adjacent de l'OG est incohérent. Le trouble du processus de lecture via la vision est déterminée par la méthode photoélectrique, ce qui suspecte une incapacité réfractrice, dys-vergente, ou organisationnelle ou carrément un déficit fonctionnel au niveau du circuit saccadique oculomoteur qui a été validé statistiquement dans notre recherche d'où le F_c observé $>$ F_c théorique.

Donc l'accès au lexique chez les dyslexiques se révèle être un déficit visuel

المناقشة والخلاصة والأفلاق

Notre étude à démontrer à l'aide de l'enregistrement des réponses visuelles l'influence de la dyslexie sur les tailles oculaires saccadiques pendant la lecture en arabe dont le sens du regard est de (D à G) Et a validé l'impact du rôle de la stratégie visuelle sur la rétention mnémonique via la difficulté du traitement linguistique étroitement lié à l'apprentissage.

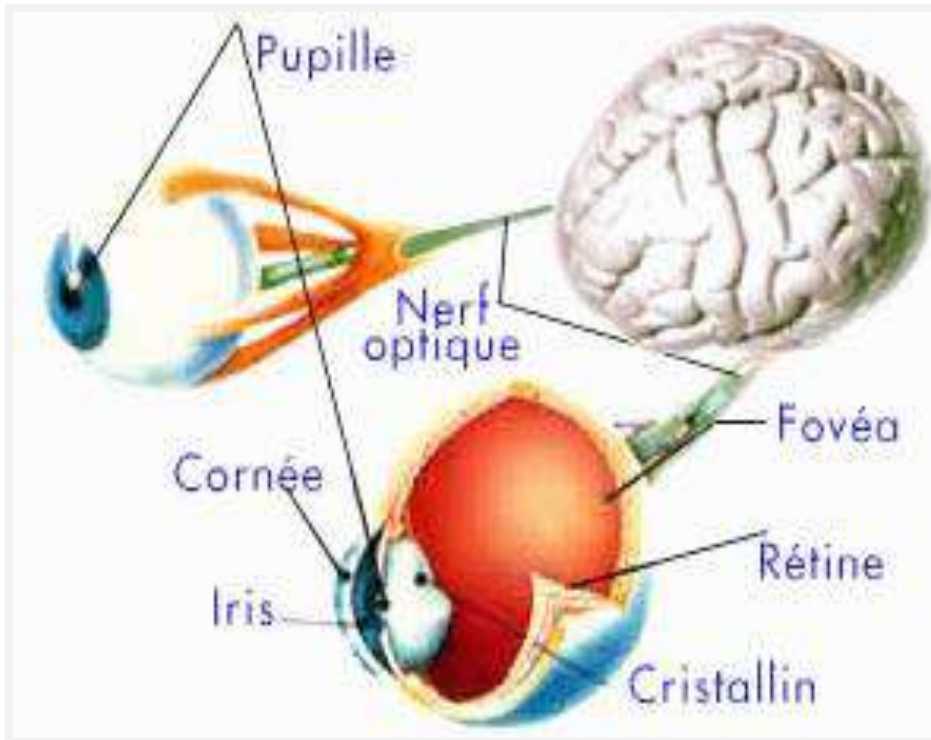
A notre connaissance notre étude est originale et que pour la première fois elle se réalise en corrélation de l'enregistrement des mouvements oculaires pendant la lecture arabe.

*Nos résultats consolident les résultats d'autres travaux sur l'organisation visuelle et nous postulons que la dyslexie doit se définir un syndrome pathologique affectant la scolarité
L'anomalie est confirmée visuelle, c'est validé par les troubles oculomoteurs qui seront des marqueurs; d'ou la suggestion de la rééducation du mouvement visuel ou gymnastique visuel
Cet anomalie doit être pris en charge au sérieux par le coté orto-socio-pedago-académique, au lieu que l'élève soit sanctionné par les punitions incessantes, redoublements et ainsi le rejet scolaire.*

- il faut suspecter si la dyslexie ne masque:**
- * **pas un problème de convergence/divergence**
 - * **d'apraxie oculaire ou d'agnosie visuelle**
 - * **si le problème n'est pas au niveau des axes optiques
mouvement horizontal – vertical – oblique**

**qui exercent un effet de masquage sur la
perception des script syntaxiques qui se
relient sur les saccades oculaires**

**SI CE N'EST PAS AUSSI AU NIVEAU DE L'EQUILIBRAGE, DES OSCILLATIONS DES
MOUVEMENTS OCULAIRES, PARALLELISME OCULO MOTEUR, ACCOMODATION
VISUELLE, OU CERVICALE QUI INFLUE SUR LA PERCEPTION COGNITIVE VISUELLE**

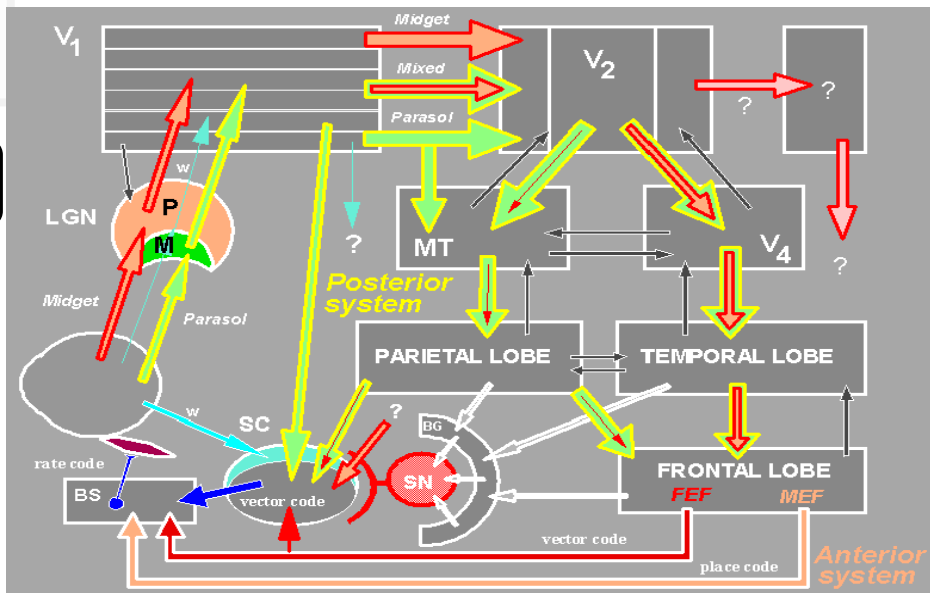
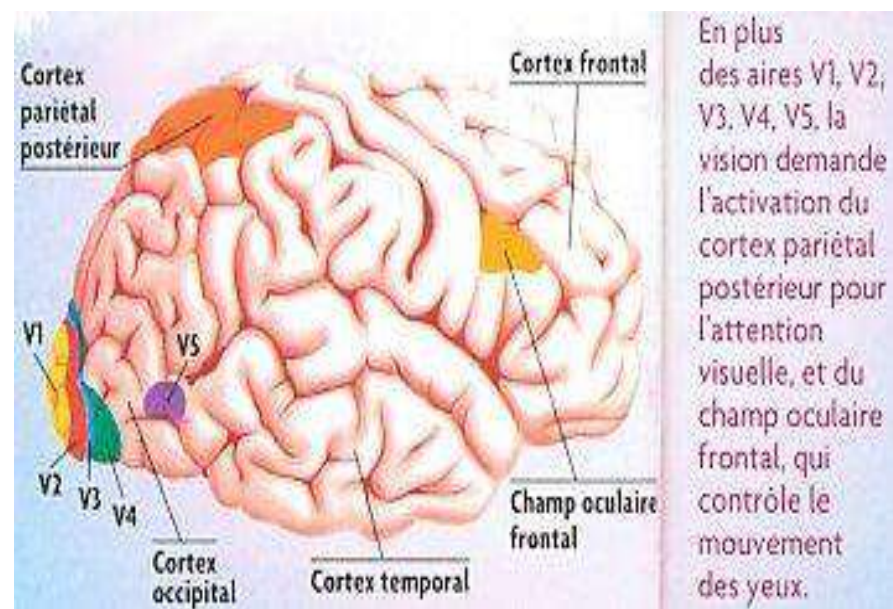


Contrôle cérébral sur les muscles oculomoteurs

Les mouvements des yeux jouent un rôle important dans la façon dont notre **cerveau interprète et analyse** ce que nous voyons; ils sont continuellement présents et autonomes et reçoivent incessamment des flux d'informations.

Ils suivent deux modes de fonctionnement :

- **discontinu**: dans le cas de lecture.
- **continu** dans le cas d'une poursuite oculaire d'une cible.
- Les recherches sur les mouvements des yeux ont permis aux scientifiques de comprendre
- «la commande du mouvement oculaire et la capacité du cerveau à traiter les perceptions sensorielles».
- L'étude des mouvements oculaires a des applications dans différents domaines: médicales et non médicales



Les réseaux locaux de neurones qui contrôlent les saccades oculaires sont connus et les recherches sont sur le point d'élucider les mécanismes par lesquels sont produites des saccades faites vers des cibles mémorisées.

La convergence des deux yeux est accompagnée du phénomène d'accommodation du cristallin qui permet la mise au point sur l'objet et de la constriction pupillaire qui augmente la profondeur de champ et améliore la netteté de l'image rétinienne

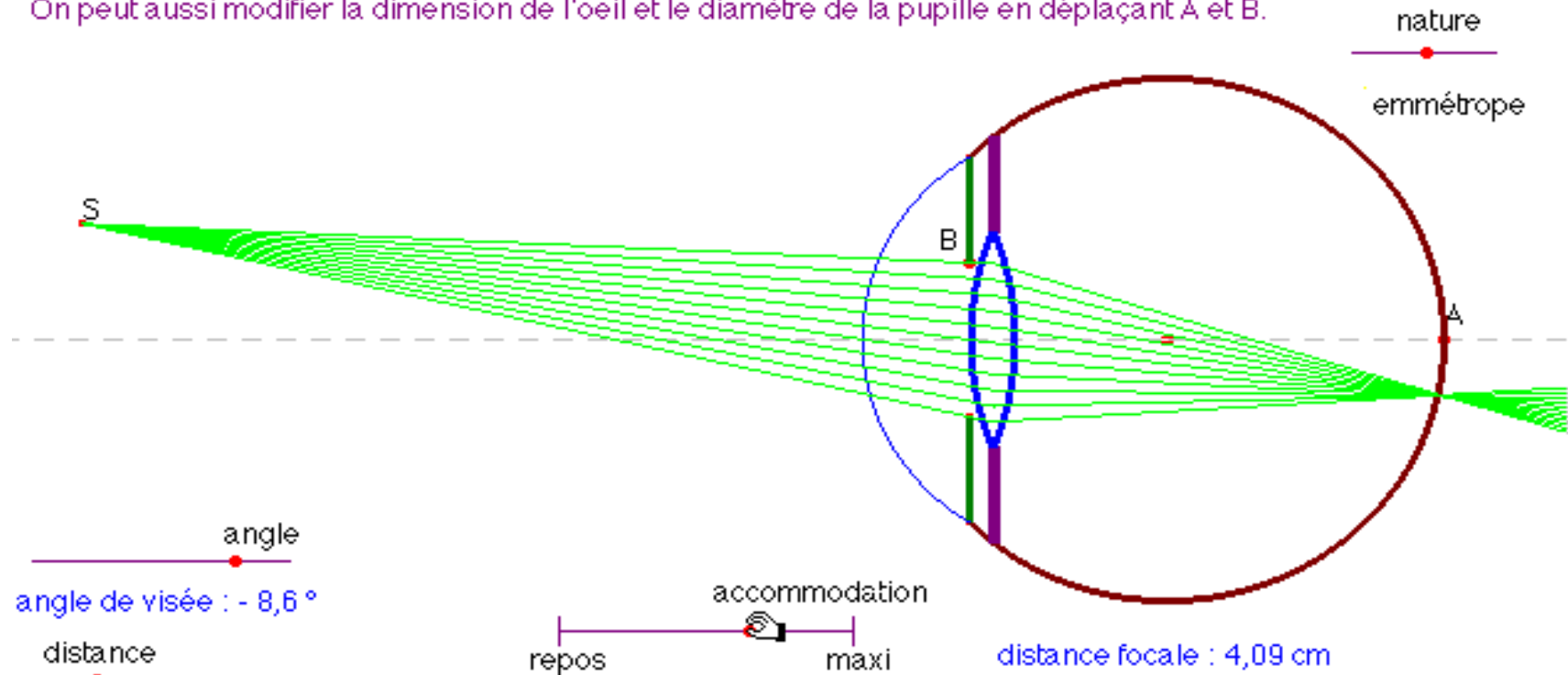
Accommodation de l'oeil

On peut choisir la nature de l'oeil (emmétrope, myope ou hypermétrope).

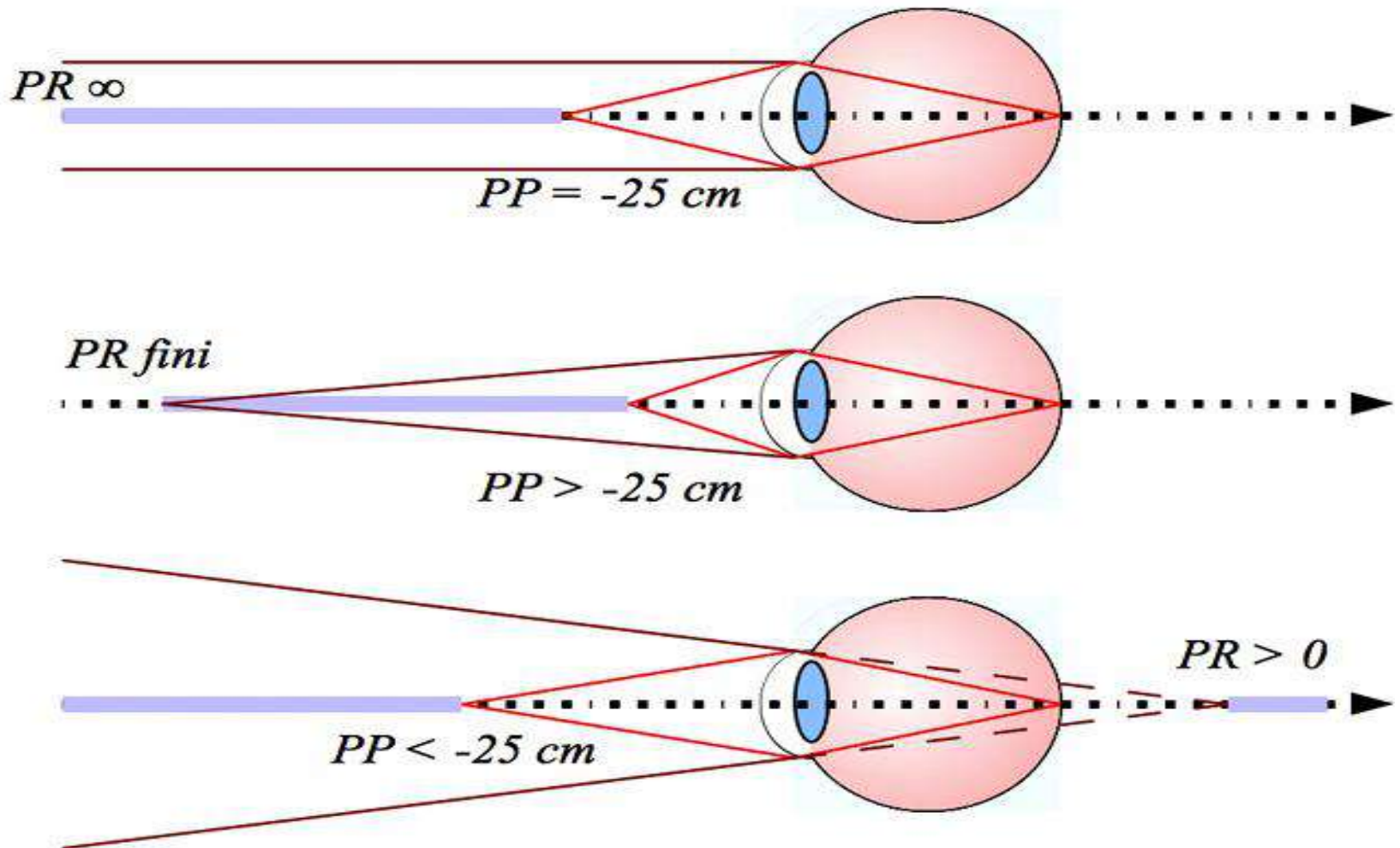
Après avoir placé la source ponctuelle S (distance et angle), réaliser l'accommodation du cristallin afin de faire l'image de S sur la rétine (si possible). On pourra placer initialement S à très grande distance (quasi infini).

On s'intéressera au punctum remotum de l'oeil myope et au punctum proximum de l'oeil normal (emmétrope).

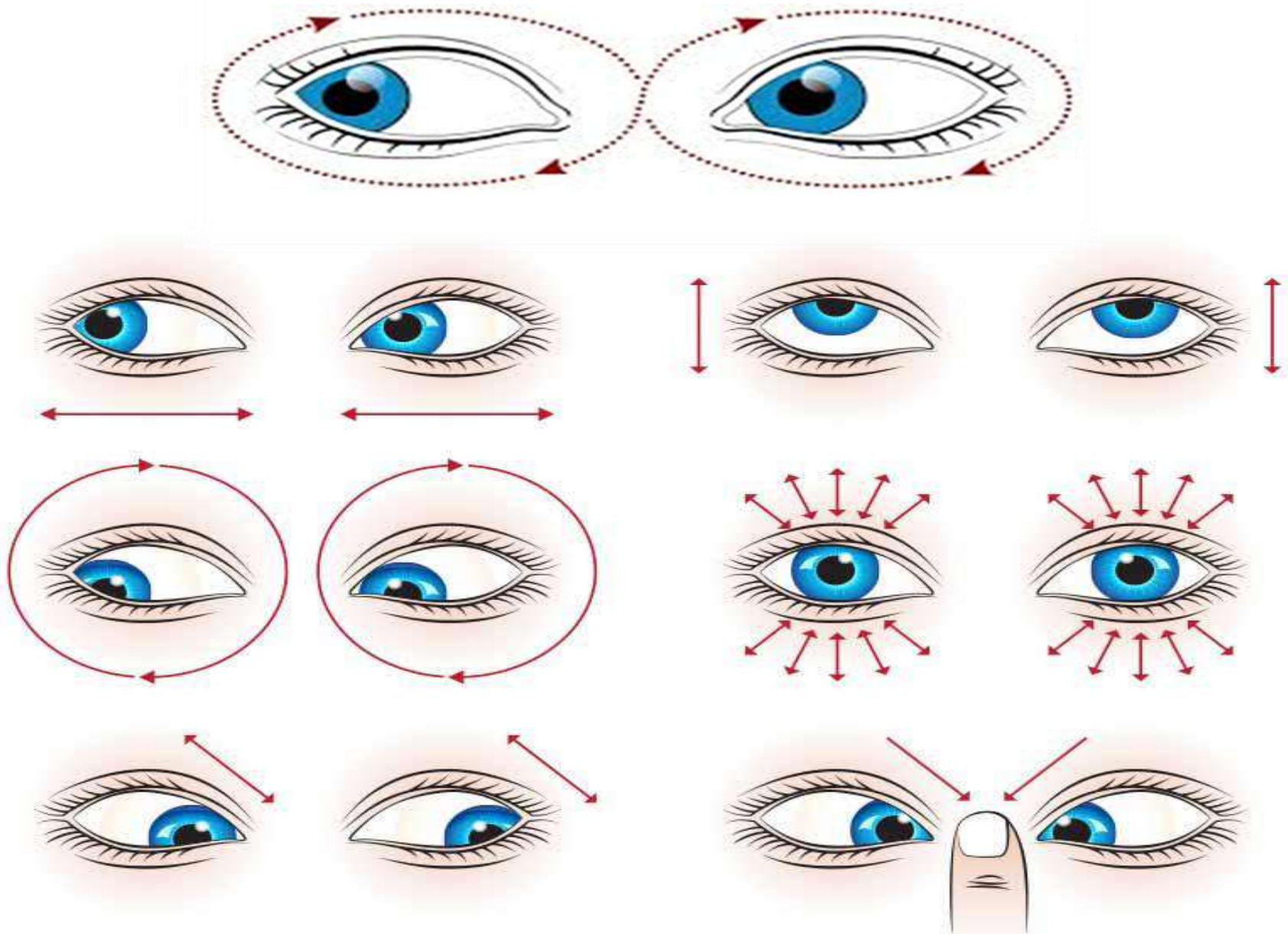
On peut aussi modifier la dimension de l'oeil et le diamètre de la pupille en déplaçant A et B.



Le problème réside t'il au niveau de l'accommodation: il faut s'en assurer



Chez l'adulte des troubles de la vergence sont à l'origine d'une correspondance rétinienne anormale c'est à dire qu'un objet fixé par la macula d'un œil sera fixé par une autre zone extra-maculaire de l'autre œil,
ET FORT POSSIBLE TROUBLE OCULOMOTEUR



Peut il résider au niveau de la rotation du globe de l'œil ou l'orientation du regard

Perspectives: TECHNIQUES RECENTES PERFORMANTES

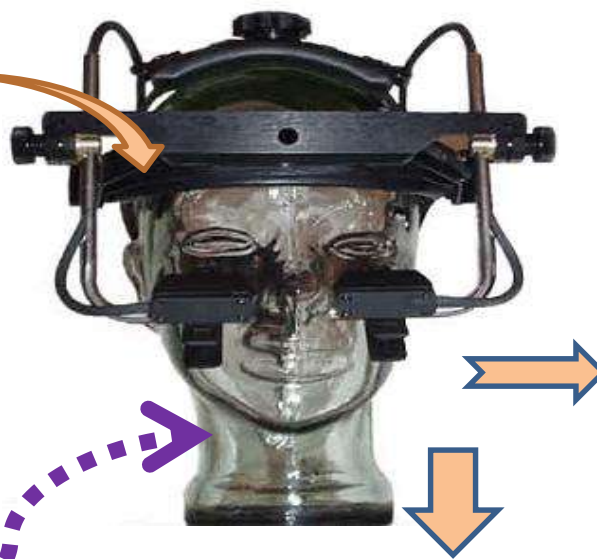
L'évolution des techniques d'enregistrement du reflet cornéen progressent de plus en plus vers le numérique; mais leurs couts est très élevé, les patterns oculomoteurs sont des indices rigoureux fiables.

Ce sont de bons marqueurs au stade précoce de la maladie et de son évolution, Les chercheurs ou les cliniciens dans le domaine des neurosciences utilisent «**eye tracking**» développée de la technique photoélectrique pour aider à analyser la façon dont nous traitons l'information visuelle, et de développer de nouvelles et de meilleures méthodes **de diagnostic dans le domaine:**

- **DEFICITS NEUROVISUELS, TROUBLES OCULOMOTEURS**
- **DES MALADIES NEURO-DÉGÉNÉRATIVES.**
- **EN ÉTUDE DE PSYCHOLOGIE, DE LA PSYCHIATRIE ET DE LA PSYCHOLINGUISTIQUE.**
- **EN DEDUCTION LES MOUVEENTS OCULAIRES SACCADIQUES SONT DES INDICATEURS MERVEILLEUX**
- **EN DIAGNOSTIQUE DU PROCESSUS DE LECTURE ET DU BALAYAGE OCULAIRE DANS LES DIFFERENTES MODALITES NEUROLINGUISTIQUES OU PERCEPTIVES GOGNITIVES,**

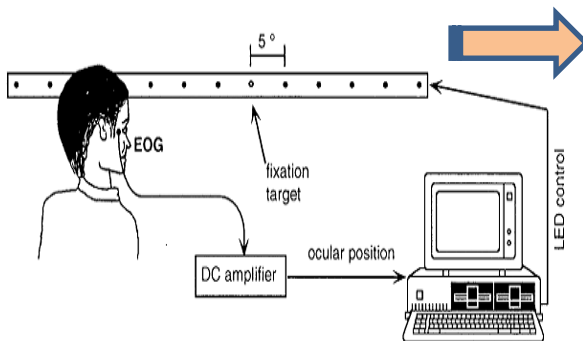


L'ENREGISTREMENT DE LA LECTURE AVEC LA TECHNIQUE DU REFLET CORNÉEN



3D VOG Video-Oculography

vidéo-oculographie: sur ce système, la lumière infrarouge illuminant l'œil amplifie la brillance de la pupille ce qui facilite son repérage par la caméra.



• MonCv3: est équipé d'un oculomètre qui peut être utilisé pour enregistrer les mouvements oculaires et les réponses pupillaires.

**APPLICATIONS MÉDICALES ET NON MÉDICALES
DES TECHNIQUES ÉLABORÉES PAR L'ÉQUIPE
«INSTRUMENT SENSORI MOTEUR (SMI)»**

• La technique électro-oculographique (EOG): elle permet de mesurer les différences de potentiels électriques induits par la rotation des yeux.

Mais ce trouble n'a rien à voir avec le degré d'intelligence d'une personne?

CE QUE D'INGÉNIEUSES CÉLÉBRITÉS DYSLEXIQUES ONT LÉGUÉ À L'HUMANITÉ

Albert Einstein, Scientifique renommé: père de la théorie de la relativité, a marqué fortement la science moderne.

John Lennon, Chanteur des Beatles qui a su créer des chansons d'amour inoubliables.

Rodin Sculpteur, considéré comme l'un des maîtres de la sculpture de tous les temps,

Walt Disney, Pionnier du dessin animé qui a légué durant des heures l'enchantement et le divertissement familial,

Thomas Edison, Inventeur ingénieux à qui l'on doit le télégraphe, le phonographe et le micro-téléphone.

Alexander Graham Bell, Inventeur du téléphone « une invention dont on ne pourrait plus se passer ».

Steven Spielberg Cinéaste, et réalisateur qui nous a entraînés dans des films futuristes grandioses.

Hans Christian Anderson, Auteur de contes qui ont fait plusieurs fois le tour de la terre.

Whoopie Goldberg, Actrice contemporaine de grand talent.

***Merci pour votre attention et excusez nous des efforts
SACCADIQUES qu'on vous a imposé pour SUIVRE
NOTRE PROJECTION***

