



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -  
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

**INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA RÉADAPTATION**

---

**Directeur Professeur Jacques LUAUTE**

---

**Echec de rééducation de l'insuffisance de convergence**

MÉMOIRE présenté pour l'obtention du

**CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPTISTE**

par

**Marine CUBIZOLLE et Axelle DEZERIAUD**

Autorisation de reproduction

LYON, le 21 juin 2022

**Professeur Ph. DENIS**

**N° 2022-12**

Responsable de l'Enseignement

**Mme E. LAGEDAMONT**

Directrice des Études



Université Claude Bernard



Lyon 1

Président  
**Pr Frédéric FLEURY**

Vice-président CFVU  
**M. CHEVALIER Philippe**

Vice-président CA  
**M. REVEL Didier**

Vice-président CS  
**M. VALLEE Fabrice**

Directeur Général des Services  
**M. ROLLAND Pierre**

## Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est  
Directeur  
**Pr. RODE Gilles**

U.F.R d'Odontologie  
Directeur  
**Pr. SEUX Dominique**

U.F.R de Médecine Lyon-Sud  
Charles Mérieux  
Directrice  
**Pr BURILLON Carole**

Institut des Sciences Pharmaceutiques  
et Biologiques  
Directrice  
**Pr VINCIGUERRA Christine**

Département de Formation et  
Centre de Recherche en Biologie  
Humaine  
Directeur  
**Pr SCHOTT Anne-Marie**

Institut des Sciences et Techniques de  
Réadaptation  
Directeur  
**Pr Jacques LUAUTE**

Comité de Coordination des  
Etudes Médicales (CCEM)  
**Pr COCHAT Pierre**



Université Claude Bernard



Lyon 1

---

## Secteur Sciences et Technologies

U.F.R. Des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (S.T.A.P.S.)

Directeur

**M. VANPOULLE Yannick**

Institut des Sciences Financières et d'Assurance (I.S.F.A.)

Directeur

**M. LEBOISNE Nicolas**

Institut National Supérieur du Professorat et de l'éducation (INSPé)

Directeur

**M. CHAREYRON Pierre**

UFR de Sciences et Technologies

Directeur

**M. ANDRIOLETTI Bruno**

POLYTECH LYON

Directeur

**Pr PERRIN Emmanuel**

IUT LYON 1

Directeur

**M. VITON Christophe**

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique de Lyon (ESCPE)

Directeur

**M. PIGNAULT Gérard**

Observatoire astronomique de Lyon

Directeur

**Mme DANIEL Isabelle**

## REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Monsieur le Professeur Denis, chef du service d'ophtalmologie de l'hôpital de la Croix Rousse et directeur de l'enseignement de l'école d'orthoptie de Lyon.

Nous souhaitons remercier notre maître de mémoire, Océane BERTRAND, pour le temps accordé à notre étude clinique et les conseils avisés qu'elle nous a apportés durant la réalisation de notre mémoire. Son expérience en tant que professionnelle nous a été précieuse.

Nous adressons nos remerciements au corps enseignant du département d'orthoptie de Lyon, notamment Madame LAGEDAMONT, Monsieur GOUTAGNY, Madame CHAMBARD et Madame PONTON pour la formation des étudiants en orthoptie tant dans la théorie que la pratique.

Enfin, nous remercions les orthoptistes et médecins des services d'ophtalmologie des Hospices Civils de Lyon pour les connaissances qu'ils nous ont apportées durant nos années d'apprentissage.

## **TABLE DES MATIÈRES**

<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PARTIE THÉORIQUE</b>	<b>3</b>

<b>LA CONVERGENCE : RAPPELS ANATOMIQUES ET FONCTIONNELS</b>	3
Organes impliqués dans la convergence	3
Le nerf III (dit oculomoteur)	4
Le nerf IV (dit trochléaire)	5
Le nerf VI (dit abducens)	5
Les muscles oculomoteurs	5
Les différents types de convergence et rôle de la convergence	7
Caractéristiques de la convergence	7
Les différents types de convergence	7
Rôle de la convergence	8
Le mécanisme de fusion	9
<b>L'INSUFFISANCE DE CONVERGENCE</b>	10
Généralités	10
Insuffisance de convergence : définition et incidence	10
Hétérophories : définition et lien avec l'IDC	10
Normes d'amplitude fusionnelle	11
Les signes fonctionnels	11
Etiologies	12
Traitements	13
<b>PRISE EN CHARGE DE L'INSUFFISANCE DE CONVERGENCE</b>	13
Bilan orthoptique	13
Anamnèse	13
Acuité visuelle/réfraction	14
Examen de la vision binoculaire et du déséquilibre oculomoteur	14
Conclusion de l'examen	18
Rééducation orthoptique d'une IDC	18
Indications et contre-indications à la rééducation d'IDC	18
Déroulement d'une séance de rééducation d'IDC	20
De nouvelles technologies pour la rééducation d'IDC	24
Efficacité de la rééducation et pronostics	25
Causes d'inefficacités de la rééducation d'IDC	25
La disparité de fixation	25
Les troubles posturaux	27
Troubles des apprentissages et IDC	27
Vertiges	28
IDC ou "déséquilibre binoculaire"	28
<b>CHAPITRE 2 : PARTIE SCIENTIFIQUE</b>	29
<b>MATERIEL ET METHODE</b>	29
Objectifs	29

Population	29
Questionnaires	29
<b>RÉSULTATS</b>	30
Résultats du questionnaire destiné aux orthoptistes libéraux	30
Résultats du questionnaire destiné aux patients	33
Epidémiologie de l'IDC	33
Efficacité de la rééducation orthoptique du patient	33
Santé générale du patient	34
Hygiène de vie	35
Conditions visuelles	36
Motivation du patient	36
Orientation du patient si échec rééducation	36
<b>DISCUSSION</b>	37
<b>CONCLUSION</b>	40
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	41
<b>ANNEXES</b>	45

# INTRODUCTION

La rééducation de l'insuffisance de convergence est au cœur de l'exercice libéral de l'orthoptiste et représente la majeure partie de son activité. En effet, l'insuffisance de convergence est largement répandue dans la population générale puisqu'elle concernerait environ 0,1 à 0,2% des individus, enfants comme adultes, ces derniers étant majoritairement concernés (3).

La convergence est un mouvement simultané des yeux qui doit être soutenu par la fusion des deux images distinctes issues de chaque œil. La vision d'un objet rapproché implique naturellement cette convergence des yeux, afin de maintenir les axes visuels en direction de cet objet. Ainsi, lorsque l'amplitude de fusion est naturellement restreinte chez un individu, les efforts visuels à fournir peuvent devenir trop importants et engendrer des signes fonctionnels : maux de tête en fin de journée, fatigue à la lecture, sensation de lignes qui se mélangent, vision floue... Il s'agit alors d'insuffisance de convergence (communément abrégé IDC).

Bien que n'étant pas un trouble sévère de la vision binoculaire, les insuffisances de convergence sont d'autant plus problématiques que nos modes de vies évoluent de plus en plus vers des activités faisant appel à la vision rapprochée, et ce, de manière prolongée : augmentation de l'informatisation en milieu professionnel, attrait pour les études longues, utilisation accrue des smartphones... Par conséquent, de nombreuses personnes sont gênées dans leur quotidien, et les consultations chez l'orthoptiste se multiplient. Le rôle de l'orthoptiste est alors de proposer un schéma rééducatif comprenant en général une dizaine de séances, afin de supprimer les plaintes fonctionnelles du patient.

Si, la plupart du temps, l'efficacité du traitement est de bon pronostic, dans certains cas les symptômes persistent ou refont surface après plusieurs mois ou années. La remise en question du rééducateur peut l'amener à chercher des causes visuelles passées jusque-là inaperçues, ou des raisons extérieures pouvant expliquer cette inefficacité. Face à la proportion que représentent les rééducations d'IDC dans la pratique libérale, il nous semble alors intéressant d'étudier ces cas particuliers afin de mieux les comprendre et enrichir nos connaissances pour notre future pratique.

L'objectif de notre étude est donc de déterminer les causes et fréquences d'inefficacité de rééducation d'IDC afin de pouvoir apporter une prise en charge plus adaptée à chaque patient, éviter l'acharnement rééducatif et proposer des alternatives de traitement.

Pour cela, plusieurs orthoptistes exerçant en libéral ont été contactés sous forme de questionnaire afin de recueillir leurs expériences en matière de rééducation d'IDC, sur des patients âgés de 18 à 55 ans. Ceci nous a permis d'estimer la fréquence d'échec des rééducations d'IDC dans leur pratique, les causes d'inefficacité retrouvées pour certaines d'entre elles, et les stratégies mises en place pour y faire face. Plusieurs personnes ayant réalisé au moins une rééducation d'IDC au cours de leur vie ont aussi été interrogées anonymement afin de recueillir leur témoignage et quelques données personnelles.



Pour répondre à notre problématique, notre travail se compose d'une première partie théorique et d'une seconde partie pratique. Dans un premier temps, nous rappellerons les éléments anatomiques et fonctionnels impliqués dans l'IDC ainsi que sa prise en charge. Puis, dans un second temps, afin d'étudier les limites de cette prise en charge, nous exposerons notre modèle d'étude ainsi que ses résultats concernant les causes retrouvées. Enfin, nous discuterons de ces résultats afin de déterminer s'ils ont répondu à notre objectif.

# CHAPITRE I : PARTIE THÉORIQUE

## I. LA CONVERGENCE : RAPPELS ANATOMIQUES ET FONCTIONNELS

### 1. Organes impliqués dans la convergence

D'origine cérébrale, le système de vergence prend racine dans le tronc cérébral. Situé entre le cerveau et la moelle épinière, le tronc cérébral est une voie de passage des nerfs quittant et arrivant dans le cerveau (appelée voie supranucléaire). Le tronc cérébral est aussi à l'initiative de fonctions telles que la régulation du rythme cardiaque, le contrôle de la respiration, l'intégration d'éléments extérieurs (audition, goût) (5).

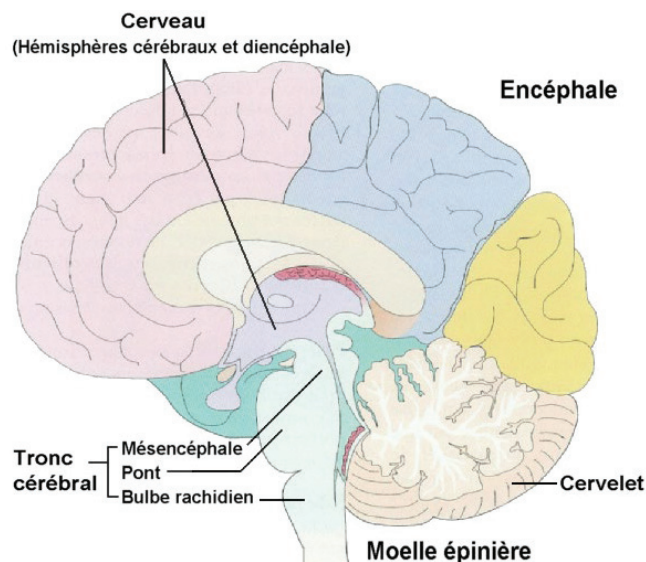


Figure 1 : Schéma de l'encéphale (44)

Dans le domaine visuel, le tronc cérébral est le générateur des mouvements oculaires. Constitué d'une formation réticulée pontine paramédiane (FRPP), ce centre nerveux engendre la création de mouvements conjugués horizontaux.

Au sein même du tronc cérébral se trouve le mésencéphale. Cet élément, situé au niveau supérieur du tronc cérébral, possède le noyau du III (noyau oculomoteur) (6).

A l'intérieur du noyau du III, se trouve le noyau de Perlia. Ce noyau de Perlia serait considéré comme le centre de convergence du système oculaire (4).

En ce qui concerne le centre de la divergence, plusieurs théories sont discutées (4). L'origine de ce centre demeure encore méconnue.

Le mécanisme de vergence est un système essentiel dans la vision binoculaire. En effet, le déplacement des axes visuels en directions opposées permet la perception d'une image nette

quand celle-ci se rapproche ou s'écarte de notre visage. Deux sortes de vergences sont dissociées dans le système visuel : la convergence et la divergence (6).

- La **convergence** correspond à la rencontre des axes visuels en un point avec une rotation des yeux en nasal.
- La **divergence** correspond à l'écartement des axes visuels en partant d'un point commun, avec une rotation des yeux en temporal.

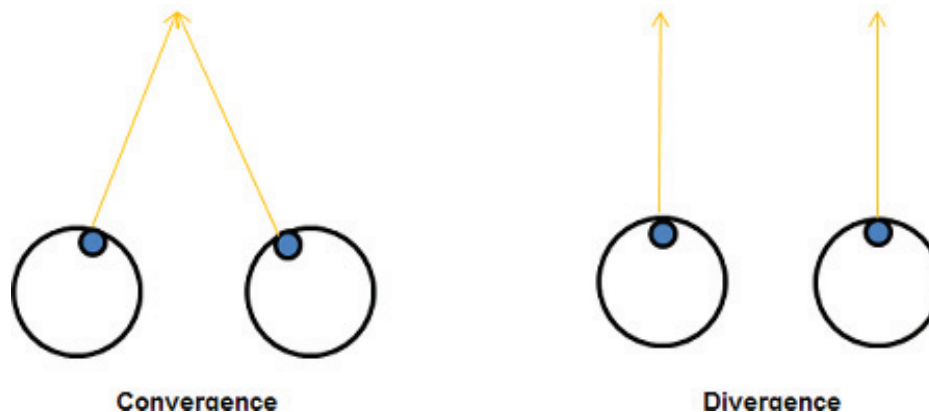


Figure 2 : schéma illustrant la convergence et la divergence oculaire (45)

La naissance de ces mouvements de vergence proviennent d'un mécanisme cérébral connu. En effet, le globe oculaire est régi par plusieurs nerfs et muscles oculomoteurs. La synergie de tous ces muscles est à l'origine des mouvements de divergence et de convergence oculaires.

#### a. [Le nerf III \(dit oculomoteur\)](#)

Prenant son origine dans le noyau III et situé au sein du mésencéphale, ce nerf est à l'initiative d'une grande partie de la motricité du globe oculaire.

Le nerf oculomoteur a une trajectoire postéro-antérieure, selon une coupe sagittale de l'encéphale. Ce dernier pénètre le sinus caverneux et se dissocie en 2 branches bien distinctes : la branche supérieure et la branche inférieure.

Ces deux branches intègrent ensuite l'orbite à travers la fissure orbitaire supérieure, et prennent fin au niveau de l'anneau de Zinn. La fonction de chaque branche se définit alors : la branche inférieure innerve le muscle droit inférieur, le muscle droit médial et le muscle oblique inférieur ; tandis que la branche supérieure innerve le muscle droit supérieur et le muscle releveur de la paupière supérieure.

Le nerf III possède également une fonction dite "végétative". En effet, situé sur le passage de la voie parasympathique du réflexe photomoteur (RPM), le nerf III innerve le muscle sphincter irien ainsi que les muscles ciliaires, intervenant dans le mécanisme accommodatif. Il présente

donc aussi un rôle dans la gestion du diamètre pupillaire ainsi que dans le réflexe d'accommodation-convergence (7, 8).

#### b. Le nerf IV (dit trochléaire)

Émergeant du noyau IV situé dans la face postérieure du mésencéphale, le nerf IV est le nerf parcourant le plus long trajet intracrânien non protégé (souvent associé aux traumatismes). Son nom s'apparente à sa structure, comparable à une poulie.

Le nerf trochléaire contourne le tronc cérébral afin de rejoindre le sinus caverneux. Arrivé à ce stade, le nerf IV intègre la fissure orbitaire supérieure (au côté du nerf III), entre dans l'orbite et innerve le muscle oblique supérieur. Sa fonction est unique, mais toutefois essentielle. En effet, de part sa structure atypique, le nerf IV permet la torsion des globes oculaires dans les différentes positions du regard (7, 8).

#### c. Le nerf VI (dit abducens)

Prenant naissance au sein du noyau VI du tronc cérébral, le nerf VI est à l'initiative des mouvements horizontaux des globes oculaires. Réalisant un trajet postéro-antérieur, le nerf VI intègre le sinus caverneux, puis pénètre l'orbite par l'intermédiaire de la fissure orbitaire supérieure. Au passage de l'anneau de Zinn, le nerf abducens innerve le muscle droit latéral. Ce nerf peut être le témoin d'atteinte cérébrale (tumeur, hypertension intra-crânienne...) (7, 8).

#### d. Les muscles oculomoteurs

L'innervation de chacun des muscles oculomoteurs procure au globe oculaire une motilité complète. Ces muscles sont dissociés en deux catégories : les muscles droits et les muscles obliques.

Les muscles droits sont au nombre de quatre : le droit supérieur, droit inférieur, droit latéral et droit médial. Ces derniers s'insèrent sur l'anneau de Zinn, qui entoure le nerf optique. Ces muscles traversent la capsule de Tenon et s'insèrent sur la partie blanche de l'œil : la sclère.

Chacun de ces muscles droits ont une action particulière :

- Le droit supérieur a une action principalement **élevatrice** du regard
- Le droit inférieur a une action principalement **d'abaissement** du regard
- Le droit latéral a une action **abductrice** du regard (orienter l'œil vers la tempe)
- Le droit médial a une action **adductrice** du regard (orienter l'œil vers le nez)

Quant aux muscles obliques, ces derniers s'insèrent directement sur la partie postéro-latérale du globe oculaire et s'ancrent sur la sclère. Ils sont à l'origine de la torsion de l'œil.

- L'oblique supérieur a une action **d'intorsion** ; il permet d'entraîner la rotation de l'œil en direction du nez. Cette action est couplée à une action **adductrice** et d'**abaissement** du globe oculaire.
- L'oblique inférieur a une action **d'extorsion** ; il permet d'entraîner la rotation de l'œil en direction des tempes. Cette action est couplée à une action **abductrice** et **élevatrice** du globe oculaire.

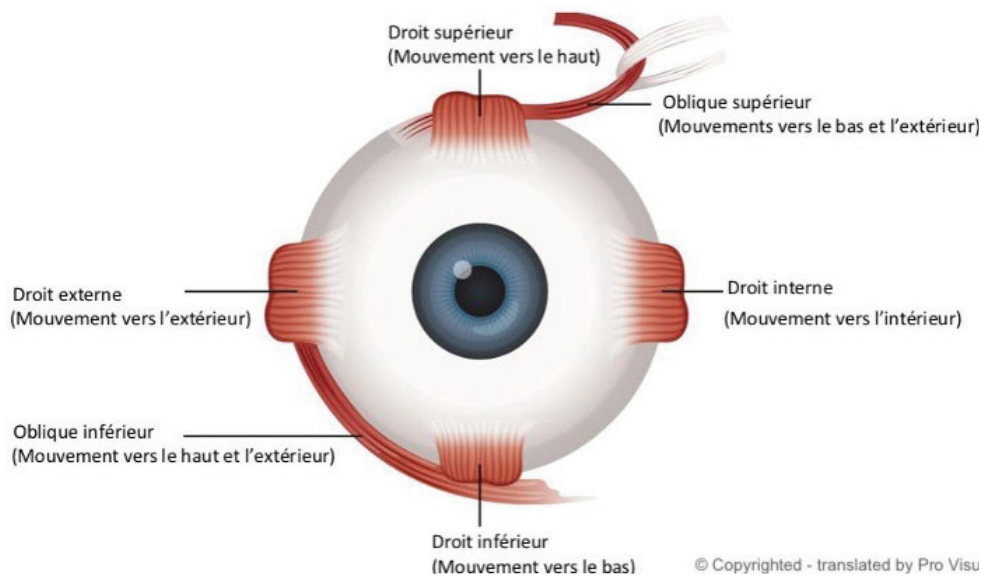


Figure 3 : les muscles oculomoteurs (46)

La synergie de l'ensemble de ces muscles est notamment à l'origine du mécanisme des vergences oculaires (9).

Lors de la convergence, ce sont les muscles droits médiaux bilatéraux qui sont sollicités ; il y a donc une intervention du nerf III. Par opposition, il y a un relâchement des muscles droits latéraux bilatéraux : il s'agit donc d'un couple musculaire agoniste/antagoniste.

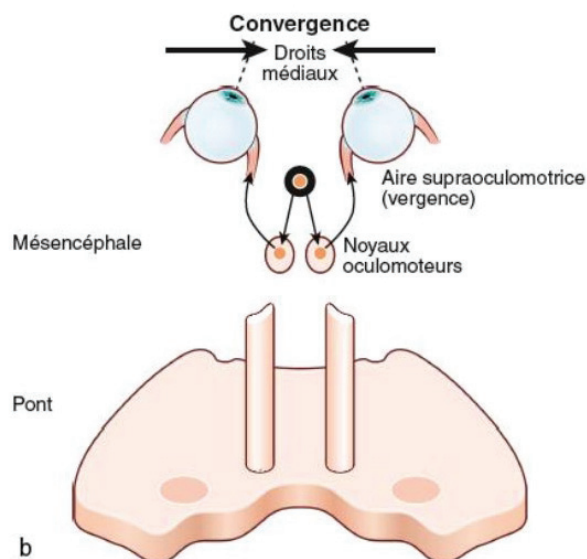


Figure 4 : schéma illustrant le système de convergence oculaire (47)

La convergence est donc un phénomène cérébral, innervationnel et musculaire. Débutant au sein du mésencéphale, l'information est transmise par l'intermédiaire d'influx nerveux. Le nerf III code et propage l'information de convergence aux muscles qui réalisent ensuite le mouvement : les muscles droits médiaux. En l'absence de ce mécanisme musculaire, il est impossible d'emmener les yeux en convergence (7,8).

## 2. Les différents types de convergence et rôle de la convergence

Selon le rapport de la Société Française d'Ophtalmologie (SFO) de 2013, " la convergence se définit par une direction des axes visuels tels qu'ils se rencontrent en un certain point" (3). Succinctement, il est question de convergence lorsqu'un individu cherche à fixer un point qui se rapproche graduellement de son visage. Dans le langage courant, le terme "loucher" est employé afin de simplifier et vulgariser ce terme.

La convergence est constamment sollicitée par nos activités quotidiennes : travail sur écran, lecture rapprochée, visualisation des détails... Elle doit donc être d'une certaine qualité pour une vision de près optimale.

### a) Caractéristiques de la convergence

La convergence se caractérise par plusieurs éléments :

- Une composante **volontaire** : un individu sain peut, à tout instant, déclencher le mécanisme de convergence. Toutefois, ce phénomène est difficile à maintenir dans le temps. Il représente un effort important pour le système oculaire, ce qui peut rapidement provoquer une fatigue (4).
- Une composante **involontaire (ou réflexe)** : lorsqu'un individu sollicite sa vision de près, il active son système de convergence. Inconsciemment, il oriente ses yeux en fonction de sa position de lecture. L'alternance entre la vision de près et la vision de loin étant quotidienne, l'individu ne se rend plus compte lorsqu'il sollicite sa convergence (4).
- C'est un phénomène **lent**. En effet, selon Maddox, les vergences sont les mouvements les plus lents du système oculomoteur (supérieur à 20 degrés/seconde) (39).
- La convergence est en lien étroit avec le **phénomène d'accommodation**. Dissocier ces deux mécanismes est très difficile, car ils sont en complémentarité permanente. Lorsque la convergence est nécessaire, l'accommodation est requise (1).

### b) Les différents types de convergence

La convergence n'est pas un mécanisme unique et simple. A ce jour, quatre types de convergence sont distingués :

- **La convergence tonique** : elle s'accorde au tonus de base. Autrement dit, il s'agit d'une convergence qui "prédomine dans la première année de vie" (3). Par la suite, cette convergence se relâche. Une anomalie de la convergence tonique est à l'origine

de phories (déviations latentes des axes visuels). Elle peut être influencée par plusieurs variables : l'âge, le stress, la proprioception, la sensorialité... (1, 3).

- **La convergence fusionnelle** : elle agit en complémentarité de la convergence tonique. Par un mécanisme de fusion, la convergence fusionnelle redresse les yeux en position de fixation binoculaire. L'absence de fusion marque le passage d'une phorie à une tropie (déviation constante des axes visuels) (1, 3).
- **La convergence accommodative** : elle est associée à une part d'accommodation. Elle se manifeste sous l'impulsion d'un effort accommodatif. Elle est retrouvée notamment lors des changements en vision de près et de loin (1, 3).
- **La convergence proximale** : elle s'apparente à la prise de conscience de la proximité d'un objet. Bien que moins influente dans les mouvements de vergence, celle-ci peut initier des spasmes de convergence d'origine non accommodative (1, 3).

L'équilibre de l'ensemble de ces différentes convergences permet au système visuel de positionner les globes oculaires au plus précis sur l'objectif visé.

### c) Rôle de la convergence

Le rôle primordial de la convergence est celui de maintenir les images sur la fovéa lorsque la vision de près est employée. Une mauvaise convergence peut signer une gêne apparente chez le patient.

Toutefois, la convergence n'est pas l'unique actrice en vision de près.

En effet, la mise au point est réalisée par le phénomène d'accommodation ; lui-même induit par la contraction des muscles ciliaires. Le pouvoir accommodatif varie d'une distance à une autre, et peut être calculé selon la relation suivante :

$$Pacco \text{ (en dioptrie)} = 1/\text{distance (en mètre)}$$

Par exemple, un objet situé à 1 mètre sera vu net avec un pouvoir accommodatif de 1 dioptrie ; un objet situé à 0.33 mètre sera vu net avec un pouvoir accommodatif de 3 dioptries (1).

Il existe donc un lien étroit entre la convergence et l'accommodation : c'est la synergie du couple convergence-accommodation. Cette synergie est sollicitée pour la perception d'objets réels en vision intermédiaire et rapprochée.

La convergence a donc une part accommodative, dont le rôle se retrouve dans le calcul du rapport AC/A, établi par Donders. Ce calcul permet d'étudier la fluctuation de la convergence accommodative par rapport au pouvoir accommodatif. Le calcul du rapport AC/A est notamment utilisé pour les strabismes accommodatifs. Le rapport AC/A est considéré normal

lorsqu'il est égal à 5. Un rapport AC/A supérieur à 5 témoigne d'un excès de convergence, tandis qu'un rapport AC/A inférieur à 5 témoigne une insuffisance de convergence (1, 10, 11).

Lors de la mesure de ce rapport, il est important de veiller à la phorie ou tropie que possède le patient. En effet, un patient présentant une ésophorie ou ésotropie en vision de près aura naturellement un rapport AC/A supérieur à la moyenne. A l'inverse, un patient présentant une exophorie ou exotropie en vision de près aura naturellement un rapport AC/A inférieur à la moyenne (1).

Le calcul de ce rapport peut donc être intéressant afin de déterminer si le rôle de la convergence accommodative est assuré ou non.

### 3. Le mécanisme de fusion

Le réflexe de fusion est un mécanisme essentiel de la vision binoculaire. Le pouvoir fusionnel procure au système oculaire la possibilité de vision en relief. Son rôle est d'assurer la bonne perception d'images se trouvant sur des points rétiniens correspondants. Par un effort de fusion, ces deux images sont associées pour n'en former plus qu'une. Ce mécanisme est donc continuellement mobile pour procurer à l'individu une vision binoculaire correcte (4).

Le mécanisme de fusion à lieu dans trois positions distinctes : horizontale, verticale et torsionnelle. L'amplitude de fusion horizontale est plus importante que l'amplitude de fusion verticale et torsionnelle.

Les fusions verticales et horizontales sont mesurables à l'aide de prismes. Quant à la fusion torsionnelle, elle est mesurable au synoptophore.

Le mécanisme de fusion se révèle ainsi indispensable dans le mécanisme de vision binoculaire.

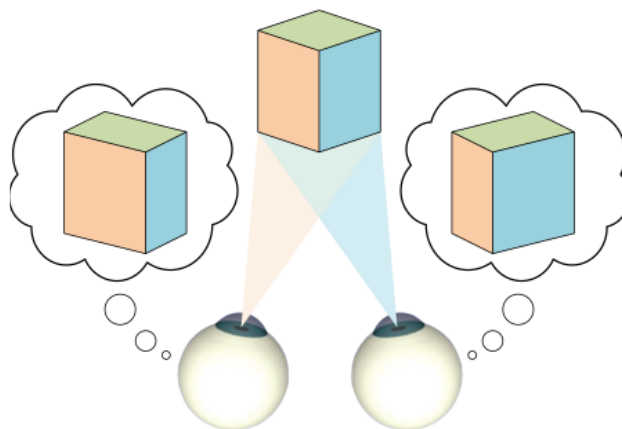


Figure 5 : schéma illustrant la vision du relief et mécanisme de fusion (48)



## II. L'INSUFFISANCE DE CONVERGENCE

### 1. Généralités

#### a. Insuffisance de convergence : définition et incidence

Comme son nom l'indique, l'IDC correspond à une amplitude de fusion réduite en convergence. Cette amplitude restreinte entraîne un effort excessif, voire une impossibilité à maintenir le bon alignement des yeux sur les objets rapprochés. Le Professeur Hugonnier a ainsi défini l'insuffisance de convergence comme étant une anomalie fonctionnelle des yeux, et non une anomalie de leur position de repos, contrairement aux hétérophories (3, 4).

L'incidence de l'IDC dans la population générale est de 0,1% à 0,2%, et concerne tous les âges. Cependant, elle se retrouve plus particulièrement chez les adultes (3).

#### b. Hétérophories : définition et lien avec l'IDC

Une hétérophorie correspond à une déviation des yeux maintenue latente par le mécanisme de fusion. Les hétérophories sont souvent physiologiques, et concernent 70 à 90% de la population. Ainsi, l'orthophorie vraie, définie par l'absence de déviation même par dissociation des yeux, est en réalité plutôt rare.

Pour rappel, les différents types d'hétérophories se classent en fonction du sens de la déviation :

- **ésophorie** : déviation horizontale en dedans,
- **exophorie** : déviation horizontale en dehors,
- **hyperphorie** : déviation verticale vers le haut,
- **hypophorie** : déviation verticale vers le bas (terminologie peu employée, le terme d'hyperphorie d'un œil signifiant l'hypophorie de l'autre œil),
- **cyclophorie** : déviation torsionnelle.

Les hétérophories, lorsqu'elles sont minimales, sont souvent bien compensées grâce à une fusion de bonne qualité. Lorsqu'elles sont plus importantes, les hétérophories tendent à se décompenser, amenant ainsi des troubles fonctionnels proches de ceux de l'IDC. C'est le degré de la déviation et celui de la force de compensation qui déterminent le passage ou non d'une hétérophorie en hétérotropie (déviation manifeste non compensée par la fusion). Il existe néanmoins des cas limites, situés entre ces deux états de déviation, couramment appelés "phories-tropies" et dont la compensation est intermittente (3, 4).

Les hétérophories et l'IDC sont donc deux syndromes qu'il convient de distinguer. Ainsi, toujours d'après le Professeur Hugonnier, le sujet peut être orthophorique et être atteint d'insuffisance de convergence ; à l'inverse, le sujet peut avoir une hétérophorie et ne pas souffrir d'IDC. Néanmoins, il existe un lien fort entre les troubles de la convergence et les hétérophories. Certaines hétérophories peuvent être à l'origine d'IDC et lui sont souvent

associées, en particulier les exophories. C'est pourquoi il est possible de voir apparaître dans la littérature les termes de « perturbations latentes de l'équilibre oculomoteur » (3, 4).

## 2. Normes d'amplitude fusionnelle

La majorité des auteurs s'accordent pour définir la norme du punctum proximum de convergence (PPC) à 5-6 centimètres (31, 43). Selon R. & S. Hugonnier, les amplitudes de fusion physiologiques sont données selon les valeurs suivantes :

- Convergence de près (C') : 35 à 40 dioptries
- Convergence de loin (C) : 20 à 25 dioptries
- Divergence de près (D') : 10 à 15 dioptries
- Divergence de loin (D) : 7 à 8 dioptries

Le rapport D/C est généralement de l'ordre de 1/3.

Classiquement, une IDC est diagnostiquée lorsque le sujet présente un PPC égal ou supérieur à 9-10 cm et est associé à une amplitude de fusion en convergence inférieure ou égale à 30 dioptries de près. La convergence volontaire est souvent compliquée pour le sujet présentant une IDC, mais peut aussi parfois être bonne. Une exophorie est alors presque systématiquement rencontrée de près (1, 4).

Les normes physiologiques				
Déviaton	Exophorie de 0 à 2 dioptries (de loin)		Exophorie de 0 à 6 dioptries (de près)	
<b>Vergence : en vision floue</b>	D4 à 8 dioptries	C20 à 25 dioptries	D'8 à 12 dioptries	C'35 à 40 dioptries

Tableau indiquant les normes de vergence de loin et de près pour les exophories (43)

## 3. Les signes fonctionnels

Les signes fonctionnels de l'IDC surviennent de manière progressive, et sont souvent accentués en vision de près et vision intermédiaire (entre 33 centimètres et 1 mètre). La plupart du temps, le patient ressent les symptômes de l'IDC lorsqu'il est confronté, dans sa profession ou dans sa vie personnelle, à des activités visuelles exigeantes ou prolongées en vision de près tels que la lecture ou le travail sur ordinateur. Les symptômes sont divers, présents ou non, et s'apparentent souvent à ceux d'une fatigue visuelle (asthénopie). Voici une liste non exhaustive des principales gênes pouvant être ressenties par le patient (4, 17, 27, 40) :

- Une fatigue visuelle : à la lecture, devant les écrans et/ou à la conduite
- Des maux de tête (céphalées) : en barre sus-orbitaire ou autour des yeux, temporal, occipital, en fin de journée ou apparaissant pendant un effort visuel

- Une impression de lignes qui se mélangent
- Des vertiges, une sensation de flottement, des pertes d'équilibre voire des nausées
- Des difficultés de concentration
- Une vision double (diplopie) intermittente ou vision trouble
- La fermeture d'un œil, un clignement plus fréquent
- Des douleurs oculaires ou sensation inconfortable au niveau des yeux (impression de sécheresse oculaire, de corps étranger)
- Rougeur des yeux ou larmoiement
- Une adaptation posturale ou des douleurs musculaires (cou, épaules, dos)
- Des troubles accommodatifs entre la vision de près et la vision de loin, des difficultés de mise au point

Le degré d'IDC du patient et les gênes présentées ne sont pas toujours proportionnels. En effet, certains patients ont des valeurs d'amplitudes fusionnelles très réduites et décrivent peu de plaintes. A l'inverse, certains patients présentent une gêne importante avec une faible insuffisance de convergence (4).

#### 4. Etiologies

Les hétérophories restent la cause la plus fréquente de l'IDC. Cependant, un état de fatigue générale, un trouble de l'accommodation-convergence ou encore la prise d'antidépresseurs peuvent fréquemment être en cause (4, 31). Les autres étiologies pouvant être retrouvées sont les suivantes :

- **Causes anatomiques ou traumatiques** : écart interpupillaire important, parésie/paralyse d'un ou de plusieurs muscles oculomoteurs (syndromes congénitaux), traumatisme crânien avec paralysie de la convergence (atteinte supra-nucléaire). Ces causes restent assez rares (32, 4, 36).
- **Retard de développement** : la convergence est une fonction qui apparaît plus tardivement, généralement dans les deux premiers mois de vie (4, 41).
- **Causes oculaires** : amétropie forte (hypermétropie, astigmatisme, myopie), anisométrie, myopie non ou mal corrigée (dyssynergie accommodation-convergence), presbytie, amblyopie unilatérale
- **Causes générales** : intoxications, maladie des glandes endocrines (signe de Moebius), troubles thyroïdiens (Maladie de Basedow), maladie musculaire (myasthénie), maladie dégénérative (sclérose en plaque, maladie de Parkinson), troubles ORL (troubles vestibulaires, anomalies de l'oreille interne, névrite vestibulaire... ) (4, 6, 42).

- **Causes psychiques** : anxiété, dépression, névrose, psychopathologies (4).

## 5. Traitements

Les traitements proposés ont pour objectif de supprimer les plaintes du patient, afin que celui-ci retrouve un certain confort visuel. Parfois, une IDC peut être retrouvée chez un patient qui ne se plaint d'aucun symptôme, il n'est alors pas forcément utile de proposer un traitement (3).

**Le traitement médical** : il s'agit du premier traitement proposé, qu'une hétérophorie soit retrouvée ou non au bilan orthoptique. La rééducation orthoptique consiste alors à réaliser des exercices dans l'espace et au synoptophore, afin d'accroître les amplitudes fusionnelles (en convergence et divergence), et d'améliorer le rapport accommodation-convergence. La fréquence, le nombre de séances et les exercices doivent être adaptés à chaque patient. Le traitement ne supprime pas l'hétérophorie mais permet d'augmenter le pouvoir de compensation de ce déséquilibre, en réduisant les efforts visuels (3).

**Le traitement chirurgical** : ce traitement est généralement proposé en dernier recours, lorsque tous les autres moyens ont été inefficaces au soulagement du patient. Cela peut être le cas lorsque le patient présente une hétérophorie importante, ou une phorie-tropie (3, 4).

## III. PRISE EN CHARGE DE L'INSUFFISANCE DE CONVERGENCE

### 1. Bilan orthoptique

Il est nécessaire de déterminer la nature et le degré de la gêne fonctionnelle exprimée par le patient. Le bilan consiste donc à évaluer d'une part la présence ou l'absence d'une déviation, latente ou non (élément moteur) ; et d'autre part la qualité de fusion entre les deux yeux (élément fonctionnel) (4).

#### a. Anamnèse

L'objectif de l'anamnèse est de déterminer le degré ainsi que les caractéristiques des plaintes présentées par le patient afin d'adapter les examens à réaliser ainsi que la conduite à tenir lors du bilan. Il est donc important de questionner le patient sur les éléments suivants :

- **Les signes fonctionnels** : leur type (vision trouble, diplopie intermittente, céphalées, picotements oculaires...), leur fréquence et durée (journalière, hebdomadaire, en fin de journée, en fin de semaine, quelques heures, tout l'après-midi...), et s'il y a un élément déclencheur (écran, lecture, luminosité...). Il est également important de différencier les céphalées des migraines. Ces dernières s'en distinguent par leur aspect pulsatile, unilatéral et accompagnées le plus souvent de signes digestifs (nausées, vomissements) et de photophonophobie (28).
- **Les antécédents personnels et familiaux** :
  - **Généraux** : maladie chronique (diabète, hypertension artérielle, hypercholestérolémie, troubles thyroïdiens).

- **Ophthalmologiques et orthoptiques** : chirurgie de cataracte, chirurgie réfractive, maladie ophtalmologique (glaucome, DMLA, kératocône...), présence d'un strabisme, rééducation orthoptique effectuée par le passé (43).
- **Les antécédents familiaux ophtalmologiques**
- **Les traitements antérieurs et actuels** : prise d'antidépresseurs ou d'anti-anxiolytiques. Ces traitements peuvent avoir un impact sur l'accommodation (4, 35).
- **La profession et les loisirs** : travail sur écran, travail de précision (bijouterie, électricité, soins infirmiers...), travaux manuels (peinture, sculpture, artisanat...), études...
- **La correction optique** : présence d'une correction, type de correction (lunettes ou lentilles de contact), fréquence du port, correction bien supportée ou non, dernière prescription, méthode de réalisation (méthode du brouillard, cycloplégie). La date du dernier contrôle ophtalmologique est également intéressante.
- **Observation du patient** : position de tête, position des yeux, clignement des paupières, port de la correction optique...
- **État général** : état psychique, stress, fatigue, surmenage... (4)

#### b. Acuité visuelle/réfraction

L'acuité visuelle doit être mesurée de loin (5 mètres) et de près (33 centimètres), en monoculaire et en binoculaire/bioculaire, sans correction et avec correction. L'échelle utilisée doit être adaptée au patient. Chez les adultes, les échelles les plus utilisées sont l'échelle de Monoyer en vision de loin, et l'échelle de Parinaud en vision de près. Une acuité visuelle plus basse en binoculaire qu'en monoculaire peut être le signe d'un déséquilibre oculomoteur mal compensé, faisant entrer le réflexe d'accommodation-convergence.

Si l'acuité visuelle du patient n'est pas de bonne qualité, il est indispensable d'effectuer soit une réfraction subjective qualitative (méthode du brouillard), soit une réfraction objective sous cycloplégique. En effet, il faut toujours s'assurer que le patient est corrigé de façon optimale et qu'il n'existe plus de trouble de l'accommodation. Ceci nous permet de vérifier que les signes fonctionnels ne sont pas dus à une amétropie mal corrigée, auquel cas il conviendra de changer la correction optique du patient avant de proposer la rééducation orthoptique (2, 4).

#### c. Examen de la vision binoculaire et du déséquilibre oculomoteur

- **Mesure de la déviation latente**
- Examen sous écran (ESE) ou cover test : cet examen permet de déterminer la présence d'une déviation latente (hétérophorie), patente (hétérotropie), ou l'absence de déviation (orthophorie) en position primaire. Il permet ainsi d'identifier l'importance et le sens de la déviation, ainsi que la qualité de la restitution après dissociation des deux yeux. Pour cela, l'examen sous écran se déroule en deux temps : une occlusion d'abord unilatérale, puis

alternée. Pour limiter l'accommodation, l'examen se fait dans un premier temps en vision de loin (5 mètres), puis en vision de près (40 centimètres). Le sujet fixe un objet réel (généralement un cube de Lang), un optotype ou un point lumineux non éblouissant. À l'aide d'un écran, le principe de l'examen est d'observer les mouvements des yeux ainsi que leur restitution à la désocclusion. La mesure de l'angle de déviation consiste à associer une barre de prismes de Berens à l'occlusion alternée. Un prisme est placé devant un œil de façon à ce que l'arête soit placée dans le sens de la déviation. Il suffit ensuite d'augmenter la valeur du prisme tout en alternant l'écran entre les deux yeux jusqu'à ne plus percevoir de mouvement. L'absence de mouvement indique la valeur de l'angle maximal de déviation, en dioptries. Dans le cas d'une IDC, l'examen du cover test met classiquement en lumière une exophorie de près et une orthophorie de loin, ce qui la distingue d'une hétérophorie vraie. La restitution étant fréquemment ralentie, il est important de bien l'observer à la désocclusion. Il est également possible d'observer une orthophorie à la fois de loin et de près (1, 3, 4).

- Examen à la baguette de Maddox : ce test utilise le principe de la diplopie, et est couramment utilisé pour évaluer les hétérophories de manière subjective. La baguette de Maddox se compose, la plupart du temps, d'un verre de couleur rouge (plus rarement d'un verre blanc), formé de plusieurs cylindres très convergents. Le sujet, assis avec la tête en position primaire, est situé à 5 mètres (vision de loin) puis à 33 centimètres (vision de près) d'une lumière, et place la baguette de Maddox, conventionnellement devant son œil droit. Pour tester la déviation horizontale, les stries sont placées de manière horizontale : le sujet voit une lumière blanche avec son œil gauche, et un trait rouge vertical avec son œil droit. Celui-ci doit alors informer l'examineur de la position du trait rouge par rapport à la lumière blanche. Une diplopie croisée (trait rouge à gauche de la lumière) met en évidence une exophorie, et une diplopie homonyme (trait rouge à droite de la lumière) révèle une esophorie. La mesure de l'angle de déviation latente se fait avec la barre de prismes horizontaux de Berens. La valeur de cet angle correspond à la valeur du prisme supprimant la diplopie (trait rouge traversant la lumière blanche). Selon le même procédé, la déviation verticale est testée en plaçant les stries verticalement, afin que le patient voit un trait rouge horizontal. Un trait rouge plus haut ou plus bas que la lumière blanche montre respectivement la présence d'une hypophorie ou hyperphorie de l'œil droit. La mesure de l'angle de déviation verticale s'effectue avec la barre de prismes verticaux de Berens. L'angle d'une hyperphorie droite est mesuré avec un prisme vertical, avec l'arête positionnée en inférieur (trait rouge vu au-dessus de la lumière blanche) ; tandis que l'angle d'une hypophorie droite est mesurée avec un prisme vertical, avec l'arête positionnée en supérieur (trait rouge vu au-dessous de la lumière).  
Dans le cas d'une IDC, les résultats objectifs (retrouvés à l'ESE) et les résultats subjectifs (retrouvés à la baguette de Maddox) sont généralement identiques (1, 2, 4).

- Examen à l'aile de Maddox : c'est un outil permettant de mesurer une hétérophorie de façon subjective par la simple lecture du patient. Il se compose d'un manche, de deux viseurs et d'un rectangle noir. Le rectangle comporte une croix graduée, dont chaque ligne est associée à une flèche de la même couleur en face du zéro. La ligne horizontale blanche indique une déviation horizontale, et la ligne verticale rouge indique une déviation verticale. Les graduations correspondent à la valeur, en dioptries, de l'angle de déviation latente. Lorsque le patient regarde à travers les viseurs, les yeux sont dissociés de telle sorte à ce que la flèche soit vue par l'œil droit et le chiffre soit vu par l'œil gauche. Ainsi, la position de

la flèche par rapport au zéro donne le sens de la déviation, et le chiffre indiqué par la flèche donne la valeur de son angle. Si la flèche blanche se situe à droite du zéro il y a ésophorie, et si celle-ci se situe à gauche il y a exophorie. Si la flèche rouge se situe sous le zéro il y a hyperphorie droite, et si elle est au-dessus il y a hyperphorie gauche (4).



Figure 6 : photographie d'une aile de Maddox (49)

- Motilité oculaire : celle-ci est étudiée dans les 9 positions du regard. Elle est théoriquement normale dans le cas d'une IDC classique avec ou sans hétérophorie (1).

- **Mesure du pouvoir de fusion**

- Étude du PPC : le *punctum proximum* de convergence (PPC) représente le point le plus rapproché sur lequel le sujet parvient à converger et maintenir une vision simple. Ce point renseigne ainsi l'examineur sur ses capacités de convergence. Pour l'examen, l'orthoptiste utilise généralement un cube de Lang (en veillant à le rapprocher de la racine et non du bout du nez) ; mais la plaquette de Mawas est également intéressante pour mesurer plus précisément la distance du PPC, en centimètres. L'étude du PPC peut se faire de façon objective en observant la perte de fixation d'un œil lorsque l'on rapproche l'objet, ou de façon subjective en se référant à la réponse du patient lorsqu'il signale une diplopie. Un PPC objectif physiologique est éloigné à moins de 6 centimètres. Au-delà, une IDC peut être suspectée. La mesure du PPC subjectif est plus fiable dans le cas d'une IDC. En effet, le PPC objectif peut être dans la norme et le PPC subjectif plus éloigné. Si cette différence est importante, elle est le signe d'un mauvais pronostic concernant la rééducation (2, 3, 43).
- Étude des vergences aux prismes : elle consiste à mesurer les amplitudes de fusion dans l'espace, de loin et de près, en convergence et en divergence, à l'aide d'une barre de prismes. Elle doit se faire avec la correction optique du patient, afin d'évaluer ses capacités fusionnelles dans les meilleures conditions possibles. Néanmoins, il peut être intéressant d'analyser l'impact de la présence de correction optique sur les capacités fusionnelles du patient, en réalisant l'examen sans cette correction. Le sujet doit fixer un objet réel ou optotype, situé entre 33 et 40 centimètres en vision de près, et situé à 5 mètres en vision de loin. L'examineur place la barre de prismes devant un œil, puis augmente progressivement la puissance des prismes jusqu'à ce que le patient signale une diplopie constante. Les prismes sont placés avec l'arête interne (ou nasale) pour la convergence, et l'arête externe (ou temporale) pour la divergence. La valeur retenue correspond à la

valeur du dernier prisme pour lequel le sujet n'a pas eu de diplopie. Il est primordial de ne jamais débiter l'étude par la convergence, afin de ne pas fausser l'étude de la divergence. L'ordre adéquat pour réaliser cette étude est le suivant : la divergence de loin (D), puis de près (D'), et ensuite la convergence de loin (C), puis de près (C') (3,4). Des valeurs inférieures aux normes décrites au paragraphe II.2 peuvent alors révéler une IDC.

- Vision stéréoscopique (VS) : il existe de nombreux tests pour l'évaluer (Lang I et II, test de Wirt, test de Randot, Chat de Weiss, Frisby...). Cependant, nous nous attarderons essentiellement sur le test de TNO, qui est l'outil le plus couramment utilisé. En effet, il s'agit du test le plus fiable et le plus précis en matière de mesure de la stéréoscopie. Ce test, duochrome, est basé sur le principe des points aléatoires et s'utilise avec des lunettes rouge/vertes, à 40 centimètres. Il comporte 7 planches, dont 4 ayant un rôle de dépistage et 3 autres mesurant l'acuité stéréoscopique (de 480 à 60 secondes d'arc). Une vision stéréoscopique est physiologique si elle est inférieure à 100 secondes d'arc. Avant toute rééducation, il faut s'assurer que le patient possède une vision binoculaire et donc stéréoscopique suffisante, ce qui est habituellement le cas pour un patient atteint d'une simple insuffisance de convergence (2, 3).

- **Examen au synoptophore**

Il permet d'étudier à la fois la déviation latente et le pouvoir de fusion. Les trois degrés de la vision binoculaire sont étudiés à l'aide des mires correspondantes, à savoir les perceptions simultanées (PS), la fusion (F), et la vision stéréoscopique (VS). Pour chaque degré, il est important de vérifier l'absence de scotome de neutralisation maculaire ou fovéolaire, souvent présent dans les IDC et pouvant expliquer certains signes fonctionnels. Il est également intéressant de questionner le patient sur la netteté des images car cela peut donner une indication d'un trouble d'accommodation-convergence. L'examen peut se faire avec et sans correction optique (1, 4).

- Perceptions simultanées : il est judicieux de choisir des mires de PS de taille maculaire, afin de limiter l'accommodation et de mettre en évidence une éventuelle neutralisation. Face à une IDC, l'angle objectif est égal à l'angle subjectif car la correspondance rétinienne est normale (CRN). C'est le cas pour toute orthoporie et hétéroporie. Il est possible que l'angle obtenu soit assez différent de celui retrouvé à l'ESE, notamment à cause des spasmes d'accommodation ou d'une dissociation plus importante au synoptophore (3, 4).
- Fusion : à l'aide des mires de fusion maculaires, avec contrôles centraux, l'angle de fusion est d'abord recherché en plaçant les bras du synoptophore soit à 0°, soit à un angle plus petit que l'angle retrouvé aux PS. Il n'est pas étonnant de retrouver des angles différents, ceci permet alors de donner des informations concernant la bonne ou la mauvaise compensation de l'hétéroporie. Ensuite, l'étape la plus importante consiste à évaluer les amplitudes de fusion d'abord en divergence, puis en convergence, en déplaçant les deux bras simultanément. La valeur de l'amplitude est notée lorsque le patient signale une diplopie. Celle-ci est souvent précédée par la disparition d'un contrôle. Le Professeur Hugonnier donne pour valeurs physiologiques une amplitude de fusion allant de -2° à +40° au synoptophore, et considère qu'un traitement doit être proposé à tout sujet ne dépassant pas une amplitude de 0° à +15° (3, 4).



- Vision stéréoscopique : elle s'étudie à l'aide de mires de VS et est habituellement positive dans le cas d'une IDC, avec ou sans hétérophorie. Si ce n'est pas le cas, un trouble sous-jacent ou ancien de la vision binoculaire est en cause et doit être absolument recherché (4).

#### d. Conclusion de l'examen

A l'issue du bilan orthoptique, les éléments permettant d'affirmer ou non la présence d'une IDC ont théoriquement été évalués. Si le bilan orthoptique valide la présence d'une IDC, l'orthoptiste propose une rééducation. Il faut savoir que le traitement par rééducation orthoptique ne peut être proposé que si le bilan a confirmé la présence d'une sensorialité normale (CRN), et si le sujet présente des plaintes fonctionnelles (3).

## 2. Rééducation orthoptique d'une IDC

Aujourd'hui, il existe diverses méthodes pour rééduquer une insuffisance de convergence. La multitude de tests permet à chaque professionnel d'emprunter un schéma rééducatif différent.

#### a) Indications et contre-indications à la rééducation d'IDC

Le dépistage d'insuffisance de convergence a lieu lors de la réalisation du bilan orthoptique. La rééducation de cette dernière n'est pas systématique.

#### **Indications à la rééducation d'IDC :**

- Plainte : envisager une prise en charge rééducative est possible lorsque le patient se plaint d'une gêne. Cette gêne peut survenir à tout âge (3).
- Exophorie : avec une déviation (>6 dioptries de près et/ou >2 dioptries de loin) et une amplitude de vergences en dessous des normes physiologiques (33). Pour rappel, une convergence est physiologique si elle est égale ou supérieure à 35-40 dioptries de près et 20-25 dioptries de loin ; et une divergence est physiologique si elle est égale ou supérieure à 10-12 dioptries de près et 6-8 dioptries de loin (cf partie II.2).
- Orthophorie avec passage ou non en exophorie après port de correction (33).
- Individu avec état binoculaire normal : la prise en charge rééducative est envisageable après vérification de l'état binoculaire du patient. Une rééducation orthoptique est réalisable si et seulement si le patient présente une vision binoculaire suffisante, c'est-à-dire :
  - Une correspondance rétinienne normale (tout strabisme comprenant une CRA ne doit pas être rééduqué, car il est possible de faire sortir le patient de son scotome de neutralisation)
  - Une bonne acuité visuelle monoculaire bilatérale
  - Une vision simultanée

- La présence d'une fusion sensorielle
- La présence d'une vision stéréoscopique normale (inférieure ou égale à 100"). Il est important de bien établir le diagnostic différentiel entre une hétérophorie et un microstrabisme, auquel cas le test des 4 dioptries est envisageable (14).
- Troubles posturaux : chez les personnes présentant un syndrome de déficience posturale (SDP). L'indication de rééducation de l'IDC avec la présence d'une exophorie en vision de près et/ou en vision de loin peut permettre un rééquilibrage de la posture. En effet, la posture est régie par différents capteurs posturaux, dont la vision fait partie (12, 13).

### Contre-indications à la rééducation d'IDC

- Pas de plainte : il n'est pas nécessaire de rééduquer une IDC lorsque le patient ne présente pas de signe fonctionnel. Lorsque les efforts de fusion deviennent trop importants, la plainte apparaît. La prise en charge devient alors discutable avec le patient (3).
- Port d'une correction optique inadaptée : toute amétropie doit être bien corrigée avant la rééducation d'IDC. Un nouveau contrôle ophtalmologique peut être justifié, avant toute prise en charge orthoptique, afin de réadapter la correction optique portée (indispensable pour les sur-corrrections myopiques ou sous-corrrections hypermétropiques).
- Esophorie : un patient présentant une esophorie n'est pas réeducable (33). L'esophorie étant, par définition, un excès de convergence, il ne peut donc pas y avoir d'insuffisance de convergence.
- Autres pathologies : l'insuffisance de convergence peut être associée à d'autres pathologies, notamment aux maladies de Parkinson, Huntington, Myasthénie, Sclérose en plaques (SEP), AVC, mais aussi aux traumatismes crâniens. La rééducation peut devenir dans ce cas obsolète. La prise en charge orthoptique peut être tentée, mais celle-ci peut s'avérer être un échec. En effet, l'étiologie même de l'IDC est bien plus antérieure et ancrée (1).
- Age : l'âge est un facteur influant sur l'indication de rééducation d'IDC. Chez un patient de plus de 80 ans, opéré ou non de cataracte, la rééducation d'IDC peut se révéler peu fructueuse. En effet, le pouvoir accommodatif/convergence décroît avec l'âge, et davantage avec la pose d'un implant. La rééducation est donc possible, mais si celle-ci n'est pas concluante, le port de prisme sera plus adapté.
- Manque de motivation (15)
- Rééducation d'IDC à multiples reprises avec échec : après plusieurs tentatives sans réels résultats concluants, l'orientation vers le port de prisme est peut être plus adaptée. Un test de disparité de fixation peut dans ce cas-là être intéressant (16).

## b) Déroulement d'une séance de rééducation d'IDC

Après avoir réalisé le bilan orthoptique du patient et diagnostiqué une IDC, une rééducation débute. Le but premier de la rééducation orthoptique est de supprimer les signes fonctionnels énoncés lors du bilan orthoptique. Pour éliminer ces signes fonctionnels, il est nécessaire de réduire les forces de compensation en augmentant l'élasticité accommodation/convergence ainsi que le pouvoir fusional.

Une séance de rééducation dure en moyenne 20 minutes, à raison de 1 à 2 fois par semaine. Généralement, une dizaine de séances permettent de rééquilibrer ce trouble.

L'orthoptiste peut débuter sa rééducation avec des exercices dans l'espace :

### ● **Le PPC**

Cet exercice est utilisé comme outil de dépistage mais aussi de rééducation. Lors de la réalisation de ce dernier, l'orthoptiste stimule la convergence-accommodation. Le phénomène de répétition de ce geste permet d'entraîner l'élasticité convergence/accommodation du patient.

Si le professionnel souhaite complexifier l'exercice, l'utilisation d'une lumière non éblouissante en guise de point de fixation permet de supprimer l'effort accommodatif. La convergence seule est alors sollicitée.

L'obtention d'une bonne convergence est acquise lorsque le mouvement est fluide, c'est-à-dire sans interruption saccadique (17).

### ● **Vergences aux prismes**

Cet exercice est l'un des plus utilisés pour la rééducation d'insuffisance de convergence. Il permet de mesurer et évaluer l'avancée du patient avec des données concrètes (17, 4).

En fin de séance, nous estimons obtenir :

- une bonne convergence de près de l'ordre de 35-40 dioptries,
- une bonne convergence de loin de l'ordre de 20-25 dioptries,
- une bonne divergence de près de l'ordre 10-15 dioptries ,
- une bonne divergence de loin de l'ordre 7-8 dioptries.

Ces données peuvent varier d'un patient à l'autre. Les valeurs sont à titre indicatif, et ne représentent pas l'exactitude des résultats à obtenir après rééducation.

La séance se termine toujours avec des exercices en divergence afin de faire relâcher l'effort fusional du patient.

### ● **Facilité de vergences**

C'est la capacité à savoir converger puis diverger et inversement dans la vie quotidienne, de façon involontaire, lorsque l'individu alterne entre différentes activités. La facilité de vergence correspond à la capacité de converger et diverger sans limite de netteté lorsque le changement de vision est demandé. Elle est donc à dissocier des capacités vergentiellles aux prismes (13).

Un individu peut présenter de très bonnes vergences sur l'exercice de la barre de prismes, mais avoir une facilité de vergences de mauvaise qualité.

Cet examen se réalise en binoculaire, à 40-50 centimètres du regard. A l'aide du Parinaud, l'individu va devoir fixer le texte n°3 (correspondant à une acuité visuelle de 6/10). L'orthoptiste alterne un biprisme de +12 dioptries et de -3 dioptries devant l'un des deux yeux du patient. A chaque changement de prisme, le patient doit indiquer quand le texte est vu net et simple.

L'association d'un passage de +12 dioptries à -3 dioptries correspond à 1 cycle. La norme physiologique s'élève à 15 cycles/minute (c/m).

L'examen débute avec le prisme de -3 dioptries, devant l'œil droit ou gauche.

Si le patient présente des difficultés de mise au point avec le prisme de -3, alors cela signe soit un problème de divergence, soit un trouble accommodatif (désaccommodation). Il est alors indispensable de vérifier la réfraction subjective du patient, afin de déterminer si la correction optique portée est suffisamment adaptée ou si le port d'une correction optique est à envisager.

Si le patient présente des difficultés de mise au point avec le prisme de +12, alors cela signe soit un problème de convergence, soit un trouble accommodatif (accommodation). L'étude du rock accommodatif, en fonction de l'âge du patient, peut alors être intéressante.

- **Diplopie physiologique**

Il s'agit d'un phénomène physiologique et inconscient. Ce mécanisme fait partie intégrante de la conception de la vision binoculaire. Selon deux chercheurs, Pr. E.S ASTROV et Mme MAWAS L.J., la diplopie physiologique est essentielle à l'obtention du réflexe fusionnel, l'amplitude fusionnelle et enfin la bifixation visuelle (18).

Cette diplopie physiologique existe dans deux positions distinctes : en convergence et en divergence. La diplopie physiologique permet dans un premier temps d'évaluer si le patient possède une coopération binoculaire. Dans un second temps, cet examen est utilisé à visée thérapeutique. Durant les rééducations d'insuffisance de convergence, la diplopie physiologique favorise le traitement anti-neutralisation.

- La convergence relative : muni d'un crayon tenu à bout de bras (entre 50 centimètres et 1 mètre) et d'un second à demi bras (30-40 centimètres), le patient doit converger sur le crayon arrière, puis avant. Lorsque l'individu converge sur le crayon, tout ce qui est au-delà est vu en diplopie homonyme. En effet, les objets situés au loin vont former leur image en disparité nasale. Lors de cet exercice il faut veiller à l'instant de rupture fusionnelle (19).

- La divergence relative : muni d'un crayon tenu à bout de bras (entre 50 centimètres et 1 mètre) et d'une lumière située à 5 mètres, le patient doit fixer la lumière. Tout ce qui est vu en avant de la lumière est doublé (ici, le crayon). La diplopie physiologique créée est une diplopie croisée. En effet, les objets situés en vision de près forment leurs images en disparité temporale (17, 19).

- **Stéréogramme**

Cet examen a pour but d'entraîner l'élasticité accommodation/convergence du patient. La fluidité de ce mouvement permet d'acquérir un certain confort visuel. Le but premier réside dans la perception d'un troisième rond en relief sur le stéréogramme, attestant du phénomène visuel de fusion. L'exercice débute en divergence, puis convergence, et enfin divergence. Cette suite permet de faire relâcher l'accommodation et la convergence.

Pour la divergence, le stéréogramme est tenu à bout de bras (entre 50 centimètres et 1 mètre), et le regard au loin à environ 5 mètres. Par un effort de concentration, l'individu doit voir apparaître un troisième rond en relief. Si l'exercice se révèle complexe, le patient peut cligner des yeux tout en gardant sa concentration sur l'objet à 5 mètres. Ceci peut aider à la perception du troisième rond.

Les couleurs peuvent aussi aider à l'accomplissement de l'exercice. En teignant les ronds de deux couleurs distinctes, le troisième rond sera vu avec le mélange de ces deux couleurs. Si l'une des couleurs de la figure en relief semble clignoter, la neutralisation pourra alors être suspectée. L'œil neutralisant peut être déduit par la couleur qui clignote ; par exemple, si la couleur de droite clignote, l'œil droit a tendance à neutraliser.

Pour la convergence, le système est le même mais inversé. Le patient fixe en avant du stéréogramme un objet afin de percevoir un troisième rond en relief. Pour débiter, l'objet est proche du nez (environ 20 à 30 centimètres) et le stéréogramme à bout de bras (entre 50 centimètres et 1 mètre), et, au fur et à mesure que la rééducation avance, le troisième rond doit être perçu sans l'aide du point de fixation. L'utilisation de couleurs peut également être pertinente pour aider le patient dans l'accomplissement de l'exercice, et éventuellement dépister une neutralisation (17, 20).

- **Rock accommodatif**

Ce test permet d'évaluer la flexibilité accommodative du patient, c'est-à-dire sa capacité à jongler entre l'effort accommodatif et le relâchement accommodatif. Il est notamment utilisé chez les jeunes patients peinant à réaliser la mise au point lorsqu'il alterne entre la vision de loin et la vision de près. La plainte la plus décrite est une vision floue intermittente.

Ce test se réalise à 35-40 centimètres d'un texte d'acuité visuelle équivalente à 6/10 (Parinaud 4). L'individu se concentre sur la netteté du texte. A l'aide d'un face binoculaire, l'orthoptiste alterne des verres sphériques de +2 dioptries puis de -2 dioptries devant les deux yeux du patient. Le changement s'effectue dès lors que le patient indique la netteté du texte. Le professionnel débute avec les verres convexes, puis concaves.

La norme, en binoculaire, est de l'ordre de 10 à 13 cycles par minute (c/m). Un cycle par minute correspond à un passage entre le verre convexe et le verre concave. Si le patient

présente un rock accommodatif inférieur à 8 c/m, un désordre accommodatif peut être suspecté.

Si le nombre de cycles en binoculaire est inférieur à la moyenne, il est intéressant de tester le rock accommodatif en monoculaire. Les normes physiologiques en monoculaire sont de 12 à 17 c/m). Si le patient est inférieur à ces normes sur l'un des deux yeux, le déséquilibre est d'origine accommodatif. Si les valeurs sont dans les normes, un trouble de la vision binoculaire peut être suspecté.

En rééducation, le but est d'apprendre au patient à contrôler et maîtriser son pouvoir accommodatif. L'intention de l'orthoptiste est de ramener un rapport AC/A normal, sans spasme accommodatif (17,21,22).

- **Plaquette de Mawas**

C'est un outil très simple dans sa fonction. Sur une plaquette, le patient doit fixer un point situé non loin de son regard. L'orthoptiste varie la distance point/regard du patient afin de stimuler le travail en convergence.

En alternative, un stéréogramme peut aussi être placé au bout de la plaquette, permettant un exercice de diplopie physiologique (17).



Figure 7 : Exercice à la plaquette de Mawas (50)

Énoncer l'ensemble des exercices de rééducation d'IDC dans l'espace est quasiment impossible. De nombreux tests existent. La liste ci-dessus n'est pas exhaustive, elle réunit les principaux tests employés lors des séances de rééducation.

Pour diversifier les exercices dans l'espace, l'orthoptiste peut aussi utiliser **le synoptophore** pour rééduquer une insuffisance de convergence.

Lors du bilan orthoptique préalable, la neutralisation éventuelle est décelée avec les PS. La rééducation orthoptique de l'IDC est donc initiée lorsqu'il n'y a pas ou plus de phénomène de neutralisation.

L'adduction (convergence) et l'abduction (divergence) vont pouvoir être travaillées à l'aide de mires de fusion para-maculaires. Le but de ces exercices est de stimuler le patient afin d'obtenir un mouvement lisse et régulier en convergence et divergence. Pour augmenter la difficulté de l'exercice, l'orthoptiste peut changer les mires para-maculaires et les remplacer par des mires maculaires. La présence de détails plus fins augmente la difficulté de réalisation de l'exercice.

La répétition de cet exercice permet d'augmenter les capacités fusionnelles du patient. Tout comme les exercices dans l'espace, il est conseillé de terminer par des exercices en divergence pour faire relâcher l'effort oculaire.

Le synoptophore étant peu à peu délaissé par les orthoptistes, certains professionnels l'ont désormais remplacé par la plateforme Binoculus. Ce "synoptophore numérique" permet d'étudier, comme son prédécesseur, les trois degrés de la vision binoculaire et de réaliser des exercices de rééducation des vergences. Il comporte également des tests d'acuité visuelle à progression logarithmique et de déviations oculaires. De plus, le Binoculus permet une quantification de l'acuité stéréoscopique allant de 800 à 40 secondes d'arc.

Au niveau matériel, l'orthoptiste possède un ordinateur à partir duquel il dirige les tests et exercices. Les images sont projetées sur un écran blanc situé à 1,50 m de la mentonnière du patient. Ce dernier est alors équipé d'une paire de lunettes 3D dont chaque verre est formé d'obturateurs à cristaux liquides permettant l'isolement des voies visuelles de chaque œil. Le Binoculus serait moins spasmogène et facile d'utilisation (52). La multitude de tests proposés par ce dernier permet une prise en charge variée.

Il existe également d'autres logiciels de rééducations destinés aux orthoptistes tels que Ollos, Longue Vue Visio, ActionVision...

### *c) De nouvelles technologies pour la rééducation d'IDC*

Depuis peu, une nouvelle forme de rééducation de l'IDC est apparue. En effet, de nouvelles technologies permettent, au même titre que les exercices traditionnels, de rééduquer les troubles de la vision binoculaire. Aujourd'hui, l'utilisation de casque de réalité virtuelle ou encore de tablette tactile s'est démocratisée dans les cabinets d'orthoptie. Leur facilité d'utilisation a permis de diversifier les séances de rééducation et ainsi maintenir la motivation chez le patient.

Les tablettes tactiles ont fait leur apparition dans les années 2010 au sein des foyers familiaux. Que ce soit du plus jeune au plus ancien, l'achat de ces nouvelles technologies a explosé en 2012, avec une augmentation des ventes de 78,4% (23).

Face à un tel engouement, les cabinets d'orthoptie ont eux aussi intégré la tablette tactile dans leurs séances de rééducation.

Dans le cas de la rééducation d'insuffisance de convergence, des applications ont été développées dans le but de proposer au patient d'autres alternatives d'exercices. La diversification des stéréogrammes est possible, et il s'agit du même procédé que celui évoqué précédemment. Seul le support varie. Ces applications sont également utilisables via un écran d'ordinateur.

Plus récent encore, la réalité virtuelle a poussé les portes des cabinets d'orthoptie. L'utilisation d'un casque de réalité virtuelle permet d'immerger le patient dans sa séance de rééducation. L'orthoptiste peut ainsi contrôler le type d'exercice que le patient doit effectuer, sa durée... Au terme de l'exercice, un rapport complet des résultats du patient est accessible afin que le professionnel puisse évaluer l'avancée des progrès. Au même titre que la tablette tactile, le casque de réalité virtuelle propose de nombreux exercices dans la rééducation d'insuffisance de convergence : PPC, amplitude de fusion, diplopie physiologique... (24)

Aujourd'hui, l'utilisation de nouvelles technologies n'est pas unanime. Comme dans toute pratique, le choix de chaque support de rééducation est propre à chacun. Certains utilisent ces nouvelles technologies afin de diversifier leurs activités et proposer des exercices dynamiques. L'accessibilité à cette technologie est aussi séduisante dans la portabilité des exercices de rééducation à la maison. Le patient peut ainsi de son côté intensifier sa propre rééducation (32).

Distinctement, certains professionnels ont un regard plus critique sur l'utilisation de ces nouvelles technologies. L'usage excessif d'écran est actuellement au centre des dysfonctionnements visuo-moteurs (trouble accommodatif, myopie chez l'enfant, lumière bleue...). Ainsi, leur utilisation durant la rééducation orthoptique est controversée (34).

#### d) Efficacité de la rééducation et pronostics

Le rapport SFO de 2013 rapporte que, selon les études, le taux de réussite de la rééducation est de 70 à 80 %. Le traitement est estimé réussi et achevé lorsque les signes fonctionnels du patient ont totalement disparu. En fin de rééducation, les amplitudes de fusion dans l'espace et au synoptophore ont généralement augmenté, ainsi, il n'est plus nécessaire pour le patient de fournir un effort visuel excessif (2,3).

Lorsque la rééducation orthoptique seule s'avère inefficace, dans certains cas, une chirurgie des muscles oculomoteurs peut être proposée mais cela reste très rare.

Certains éléments peuvent être de mauvais pronostic pour la rééducation d'insuffisance de convergence, notamment :

- Une différence importante entre le PPC objectif et le PPC subjectif (3)
- Une hyperphorie passée inaperçue ou non corrigée par prisme (1, 43)
- Une disparité de fixation non diagnostiquée au préalable (16)
- Un trouble de la posture

Une atteinte des mouvements de vergence peut parfois se révéler être un véritable handicap dans le quotidien d'un individu. Actuellement, une augmentation accrue des activités sur écran impliquant un effort visuel supplémentaire est constatée. Ces troubles de la vision binoculaire concernent donc davantage la population.

### 3. Causes d'inefficacités de la rééducation d'IDC

#### a. La disparité de fixation



Elle pourrait expliquer certains cas de rééducations d'IDC infructueuses. Peu étudiée, elle existe tout de même chez certains sujets ayant une vision binoculaire. Cette disparité correspond à un désalignement résiduel des axes visuels lors de la fixation d'une image, malgré la fusion binoculaire. Cette déviation peut être horizontale, verticale ou torsionnelle, et reste minime. Elle ne dépasse pas les 10 minutes d'angle (soit le quart d'une dioptrie). Si une hétérophorie est également présente, le sens de la disparité concorde la plupart du temps avec celle-ci : il s'agit alors d'ésodisparité ou d'exodisparité. Cependant, dans quelques cas, le sens de la disparité peut être opposé à celui de l'hétérophorie (ésodisparité avec exophorie, par exemple). Cette disparité, créant une asthénopie de fixation, peut se traiter à l'aide de prismes de faible puissance. Ainsi, Benoît Rousseau montre à travers une étude impliquant 323 patients que la prescription de prismes d'une valeur moyenne de 2 dioptries arête externe a une réelle efficacité. Ce traitement de seconde intention, augmente le taux de réussite de disparition des symptômes de 62 à 94% (2, 25).



Figure 8 : Test de disparité de fixation de B. Rousseau (51)

Les tests existants pour son étude sont peu répandus, possèdent des défauts de conception, et sont parfois coûteux. Les plus connus sont : le test de Mallett, le test de disparité de Weiss, ou celui contenu dans le livret EKW. Cependant, depuis 2012, Benoît Rousseau a créé un nouveau test plus accessible. Ce test s'utilise avec des lunettes rouge/verte, et étudie l'alignement de deux lignes, rouge et verte également, vues de façon dissociée par chaque œil. A l'inverse, le fond noir et les éléments blancs sont vus en binoculaire, et servent à la fusion centrale et périphérique. Le test existe en vision de près (au recto) et en vision de loin (au verso). Pour mesurer une disparité soit horizontale, soit verticale, il suffit de tourner le test à 90°. Lorsque les traits blancs sont verticaux, la disparité horizontale est mesurée et lorsque les traits blancs sont horizontaux, la disparité verticale est mesurée. Le non-alignement des deux lignes, même minime, montre l'existence d'une disparité de fixation. Si le trait rouge se trouve à droite du trait vert, il y a ésodisparité. Si le trait rouge se trouve à gauche, il y a exodisparité. Si les deux traits sont alignés, il n'y a pas de disparité de fixation.

Néanmoins, ces tests sont limités. En effet, ils ne permettent pas d'avoir une mesure précise de la disparité ; seule la puissance du prisme permettant d'annuler la disparité de fixation peut être connue. Il suffit pour cela de placer la barre de prisme devant l'œil pour lequel le trait, rouge ou vert, est désaligné et d'augmenter la puissance du prisme jusqu'à l'alignement (2, 25).

### b. Les troubles posturaux

Le système postural est régi par divers capteurs, récepteurs et effecteurs. Les récepteurs se composent du système proprioceptif, du système vestibulaire et celui de la vision. Les effecteurs se constituent de l'oculomotricité conjuguée, et de la motricité somatique. L'union de ces différents mécanismes permet le maintien de la position du corps dans l'espace. Face à un dysfonctionnement de l'un d'entre eux, le système postural peut être perturbé et l'individu peut présenter un syndrome postural (SDP).

Parmi les causes de ce trouble peut se trouver le système visuel. L'œil est à la fois un capteur, récepteur et effecteur de l'ajustement postural. Si un individu dévoile un déséquilibre oculomoteur, la synergie vision/posture se trouve déstabilisée pouvant entraîner des douleurs et altérations squelettiques.

De nombreuses recherches s'accordent sur le fait que la convergence intervient dans le contrôle postural. Il existe donc un lien étroit entre l'IDC et les troubles posturaux. En effet, une IDC altère le réflexe vestibulo-oculaire (RVO) et le maintien d'une bonne fixation des images sur la rétine. Ceci amène donc à une instabilité posturale et à des troubles de l'équilibre.

Un bon équilibre est indispensable entre les muscles agonistes et antagonistes. Lorsque cet équilibre n'existe pas, une rotation de la tête pour se recentrer sur l'œil le plus tonique a lieu, et place ainsi l'œil qui ne suit pas le mouvement de convergence en adduction. L'IDC entraîne alors une modification de l'image du corps dans l'espace, qui sera recentré une fois que les vergences seront rendues à nouveau symétriques. Dans le cadre d'une rééducation orthoptique, il est intéressant d'utiliser les stéréogrammes (tête bien droite), et d'effectuer des exercices de fusion à la fois en dynamique et en passage vision de près/vision de loin. L'étude en position assise et position debout peut montrer des résultats différents au bilan orthoptique, et mettre en évidence un lien entre IDC et posture. Plusieurs auteurs estiment aussi que la sensibilité plantaire peut avoir une influence sur le contrôle oculomoteur (29, 30).

La recherche de troubles posturaux par l'orthoptiste lors du bilan est alors très importante. Il doit questionner le patient sur d'éventuelles douleurs musculaires (cervicalgie, dorsalgie lombalgie) ou ostéo-tendineuses (tendinites, douleurs mandibulaires), car elles ne sont pas toujours signalées par celui-ci, ne voyant pas de lien direct avec ses troubles visuels. Le but de l'orthoptiste est également de définir si le trouble postural a un impact sur le déséquilibre oculomoteur ou si, à l'inverse, le déséquilibre oculomoteur entraîne le trouble postural.

Le chevauchement entre le domaine de la posturologie et celui de l'orthoptie est de plus en plus connu et étudié par les différents professionnels concernés. Il est important d'avoir une bonne communication avec les différents acteurs de la santé (ORL, médecin généraliste, podologue, kinésithérapeute, ostéopathe... etc) afin d'assurer une prise en charge pluridisciplinaire adaptée (redirection) (26, 27, 13).

### c. Troubles des apprentissages et IDC

Des liens entre l'IDC et les troubles d'apprentissages, communément appelés "troubles dys", ont été mis en évidence par certaines études.

Par exemple, John Stein établit, en 1988, un rapport entre la dyslexie et l'IDC. Ses travaux de recherche ont démontré que 75% des enfants dyslexiques sont atteints d'un trouble de la fixation et de la convergence. Parallèlement, dans l'étude menée par Maria Pia Buci et Zoï Kapoula, 42% des enfants dyslexiques présentent une convergence anormale contre 15% chez les enfants non dyslexiques (31).

En 2005, les travaux de l'Université de Californie ont évalué la fonction visuelle et binoculaire de 176 patients atteints de trouble de déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Les résultats montrent que 15.9% d'entre eux présentent une IDC, ce qui représente le triple du taux retrouvé dans la population nationale californienne (32).

#### *d. Vertiges*

Les sujets décrivant des épisodes de vertiges, qu'importe leur origine, présentent systématiquement des troubles de vergence d'après Zoï Kapoula. Il existe, en effet, un lien entre le système vestibulaire et celui des vergences. Ce lien intervient en fin de saccades oculaires et permet la fusion nécessaire à la fixation. Ainsi, la rééducation vestibulaire intègre généralement une rééducation des saccades, couplées aux vergences (42).

#### *e. IDC ou "déséquilibre binoculaire"*

D'après la littérature, l'erreur commune est de séparer l'IDC des autres composantes de la vision binoculaire, et de la traiter de manière isolée.

Pour rappel, il est nécessaire de principalement faire attention aux éléments suivants : un bon équilibre fusionnel entre l'amplitude de convergence et l'amplitude de divergence (rapport C/D de l'ordre de 3), la présence ou l'absence de trouble accommodatif (rapport à la synergie du couple accommodation-convergence), la présence d'un trouble postural, ainsi que la présence d'une déviation verticale (prismation éventuelle, même pour une verticalité de faible ampleur) (13, 38, 43).

Pour conclure, de nombreux éléments, visuels ou externes, sont liés à l'insuffisance de convergence. C'est pourquoi, désormais, une nouvelle terminologie est employée afin d'avoir une conception plus large, plus précise et permettre une meilleure pratique. Le déséquilibre binoculaire est plus volontairement mis en avant que l'IDC isolée (26).

L'IDC est un trouble plus complexe qu'il n'y paraît et se retrouve au cœur d'une pluridisciplinarité professionnelle. Aujourd'hui, sa prise en charge évolue et fait appel à de nouvelles connaissances, dépassant le domaine purement orthoptique. Nous nous interrogeons alors sur les causes devant être recherchées face à un échec de rééducation.

# CHAPITRE 2 : PARTIE SCIENTIFIQUE

L'objectif de notre mémoire était de mettre en évidence les échecs de rééducation d'insuffisance de convergence. Nous avons choisi de mener une étude quantitative en questionnant les orthoptistes et des patients sur l'efficacité de la rééducation d'insuffisance de convergence.

## I. MATERIEL ET METHODE

### 1. Objectifs

Au travers d'un questionnaire et de l'expérience des orthoptistes, nous avons souhaité estimer la fréquence d'échec de rééducation d'IDC ainsi que ses causes les plus fréquentes. Face à ces échecs, les orthoptistes ont été questionnés concernant leur attitude devant cette résistance de rééducation.

Par l'intermédiaire d'un questionnaire anonyme, les patients ont pu témoigner de leur expérience concernant leur rééducation d'IDC mettant en parallèle leur état psychique et physique à l'instant de la rééducation. Le but de ce questionnaire a été de faire ressortir les diverses causes d'échecs d'IDC.

### 2. Population

Dans notre étude, nous avons choisi d'inclure tout patient ayant déjà réalisé au moins une rééducation orthoptique, et âgé entre 18 et 55 ans inclus. Concernant les orthoptistes interrogés, ceux-ci devaient exercer en libéral sans limite d'âge et sans critère géographique particulier.

### 3. Questionnaires

Deux questionnaires en ligne Google Forms ont été proposés : le premier aux orthoptistes exerçant en libéral, et le deuxième aux patients ayant réalisé une rééducation orthoptique.

La diffusion des questionnaires a été réalisée à l'aide des contacts de notre maître de mémoire, des réseaux sociaux, et d'affiches publiques. Les participants ont tous été volontaires, et sont restés anonymes.

Nous avons ainsi pu recueillir 64 réponses d'orthoptistes et 63 réponses de patients (66 au total, parmi lesquelles 3 ont été retirées à cause de réponses incohérentes).

Les éléments d'étude ciblés dans nos questionnaires apparaissent dans le tableau ci-après.

Composition des questionnaires	
Questionnaire destiné aux orthoptistes	Questionnaire destiné aux patients
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pratique orthoptique face à l'IDC</li> <li>2. Fréquence et causes d'échec après rééducation d'une IDC</li> <li>3. Adaptation de la prise en charge après un échec de rééducation</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Epidémiologie de l'IDC</li> <li>2. Efficacité de la rééducation d'IDC</li> <li>3. Impact de l'état de santé et de l'hygiène de vie</li> <li>4. Impact des conditions visuelles</li> <li>5. Impact de la motivation à réaliser une rééducation orthoptique</li> <li>6. Prise en charge du patient après échec de rééducation</li> </ol>

## II. RÉSULTATS

Dans cette étude, nous avons considéré la suppression des signes fonctionnels initiaux de manière totale et durable comme étant une réussite de rééducation. A l'inverse, nous avons considéré un échec de rééducation lorsque celle-ci était peu durable dans le temps ou lorsque la disparition des gênes initiales n'était pas totale.

### 1. Résultats du questionnaire destiné aux orthoptistes libéraux

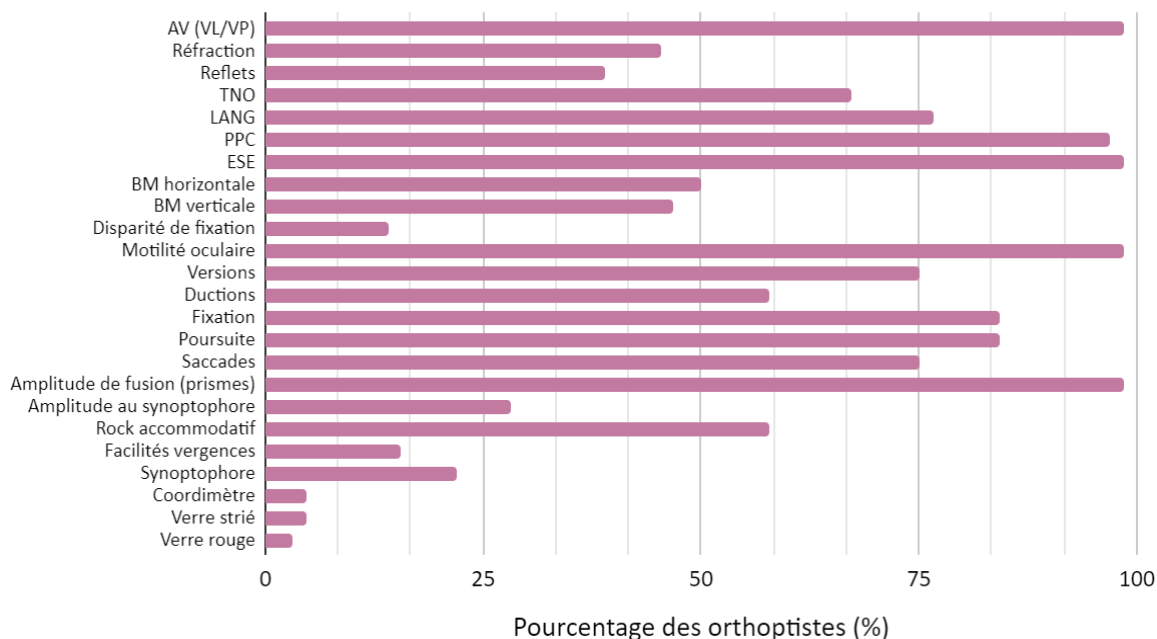
#### a. La pratique orthoptique face à l'IDC

Dans nos résultats, la proportion de rééducation de l'IDC au sein de l'exercice libéral des orthoptistes était importante, puisqu'elle correspondait à la moitié du temps professionnel pour la plupart (soit 51% en moyenne). C'est ainsi que les 64 professionnels ayant répondu au questionnaire ont affirmé pratiquer fréquemment cette activité. D'ordre général, ils étaient 63% à prescrire et effectuer 10 à 12 séances de 15 à 20 minutes en moyenne.

Dans le bilan orthoptique, plus de 80% des orthoptistes interrogés s'accordaient sur les éléments recherchés durant leur anamnèse (signes fonctionnels, profession, dernière consultation ophtalmologique, port d'une correction optique, antécédents et traitements...). Cependant, seulement 55% des orthoptistes ont affirmé questionner le patient sur la présence d'éventuels troubles orthostatiques et 52% sur les troubles dentaires (bruxisme, mauvaise occlusion dentaire...).

Dans la suite du bilan, nous avons pu constater que 98% des orthoptistes réalisaient l'acuité visuelle, un examen sous écran et une motilité oculaire. L'étude de la vision stéréoscopique était réalisée à 77% avec le test de LANG et 67% avec le test TNO. En revanche, nous avons pu voir que certains examens étaient moins systématiques tels que la disparité fixation (14%), les facilités de vergence (16%) et les capacités accommodatives au rock accommodatif (58%).

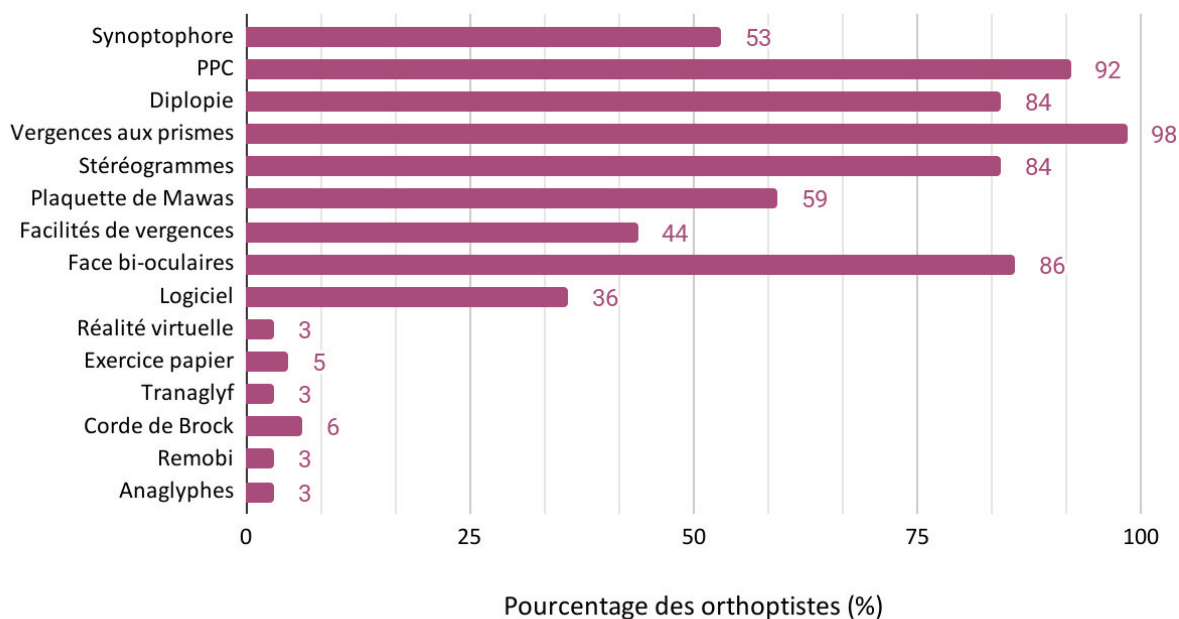
## Examens orthoptiques réalisés durant le BO



AV : acuité visuelle ; VL : vision de loin ; VP : vision de près ; BM : baguette de Maddox

Concernant les outils utilisés pour la rééducation, nous avons pu noter que les vergences aux prismes restaient l'exercice le plus couramment utilisé par les orthoptistes (98%). Il était suivi par le PPC (92%), la diplopie physiologique (84%), les stéréogrammes (84%) ainsi que les faces bi-oculaire (86%). Nous avons noté que la réalité virtuelle était un outil encore très peu utilisé par les orthoptistes car seulement 3% d'entre eux la pratiquaient.

## Outils utilisés durant la rééducation d'IDC



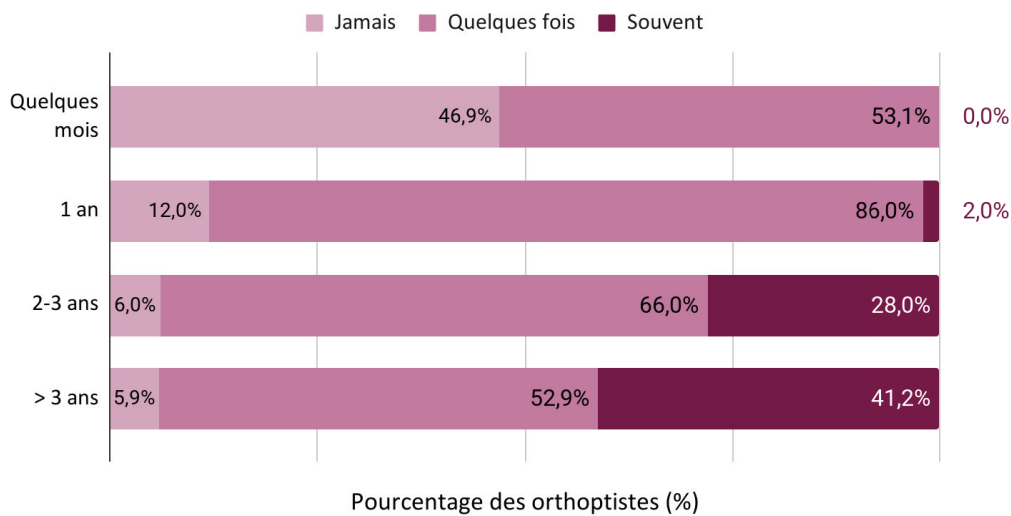
PPC : punctum proximum de convergence

### b. Causes et fréquences des échecs de rééducation d'IDC

Selon les orthoptistes, le taux moyen d'échecs et de récurrences d'IDC parmi leurs patients restait faible et avoisinait les 4%.

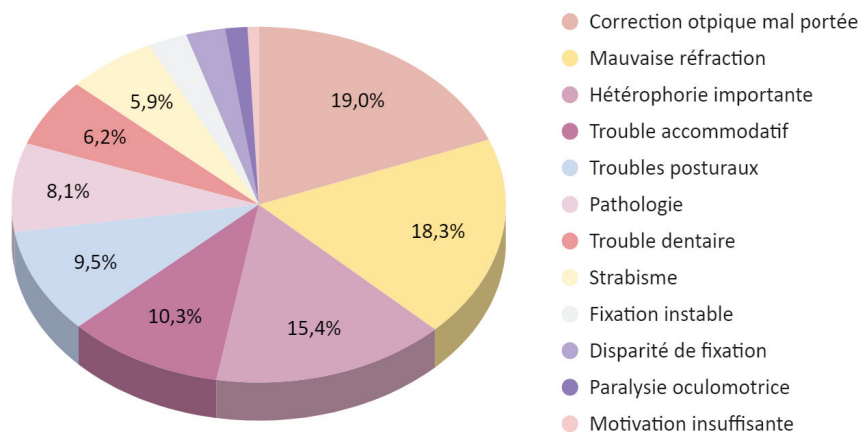
Nous avons ainsi demandé aux orthoptistes d'estimer la probabilité qu'un patient fasse une récurrence d'IDC après rééducation en fonction du temps. Selon leurs estimations, la fréquence de récurrence augmenterait avec les années. En effet, on a pu observer qu'elles restaient occasionnelles pour 53,1% des orthoptistes au bout de quelques mois tandis que pour 41,2% d'entre eux la récurrence était un phénomène courant au-delà de 3 ans.

Temps au bout duquel les récurrences d'IDC sont les plus fréquentes selon les orthoptistes



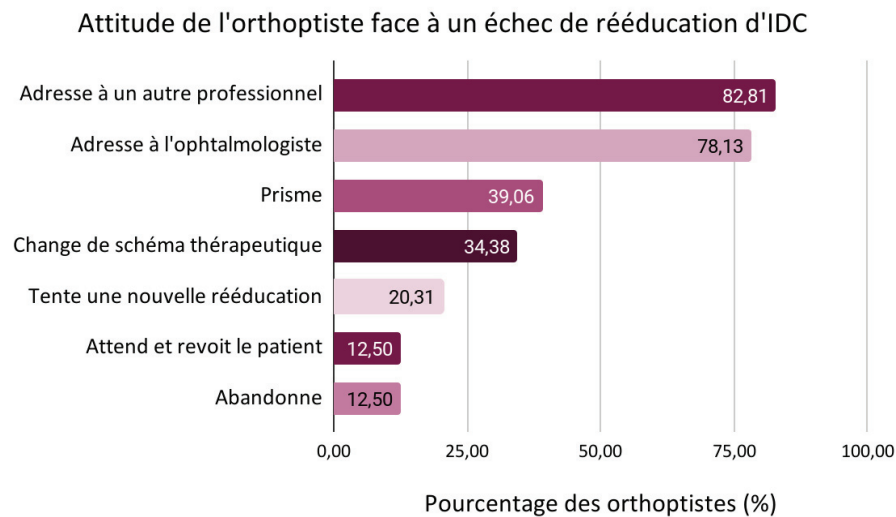
Les causes d'échecs de rééducation relevées par les orthoptistes étaient majoritairement liées à la correction optique : soit à cause d'un problème de réfraction (selon 18,3% d'entre eux), soit à cause du mauvais port de la correction prescrite (selon 19%). La seconde cause la plus fréquente relevée était une hétérophorie trop importante pour 15,4% d'entre eux, suivie par les troubles accommodatifs (10,3%) et orthostatiques (9,5%). La disparité de fixation ou encore la motivation ont très peu été citées par les orthoptistes.

Causes expliquant les échecs de rééducation d'IDC selon les orthoptistes



### c. Suite de la prise en charge après échec de rééducation

Après un échec de rééducation d'insuffisance de convergence, nous avons observé qu'environ 80% des orthoptistes redirigeaient leur patient vers un ophtalmologue ou d'autres professionnels de santé. Les plus souvent sollicités étaient en lien avec les troubles orthostatiques (podologue, ostéopathes), vestibulaires (kinésithérapeute, ORL) et dentaires (dentiste).



## 2. Résultats du questionnaire destiné aux patients

### a. Epidémiologie de l'IDC

Sur les 63 patients interrogés, l'âge variait de 19 à 53 ans avec une moyenne pondérée de 29.7 ans. Parmi eux, la majorité était une population jeune puisque :

- 65,1% avaient entre 19 et 30 ans (soit 41 personnes) ;
- 27,0% avaient entre 31 et 40 ans (soit 17 personnes) ;
- 7,9% avaient entre 41 et 53 ans (soit 5 personnes)

Dans notre échantillon, le sexe féminin était largement majoritaire puisque 77,8% des patients étaient des femmes et 22,2% étaient des hommes (soit 49 femmes pour 14 hommes).

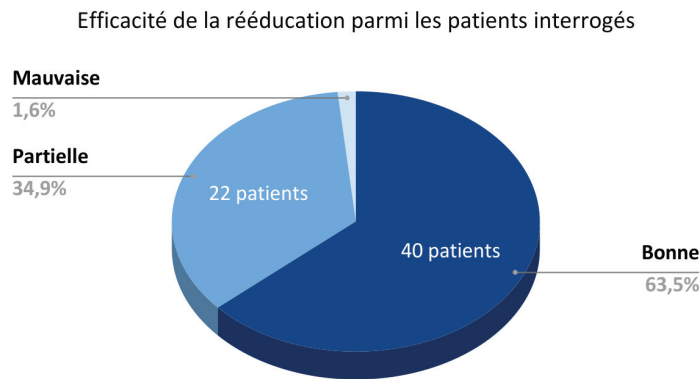
### b. Efficacité de la rééducation orthoptique du patient

Lorsque nous avons questionné les patients sur l'efficacité de la rééducation, ceux-ci avaient trois choix de réponses :

- Totalemment efficace (disparition des gênes)
- Partiellement efficace ou peu durable
- Totalemment inefficace (aucune amélioration)



Les deux premières réponses sont ressorties majoritaires dans notre étude (1 seul patient était concerné par une inefficacité totale de rééducation).



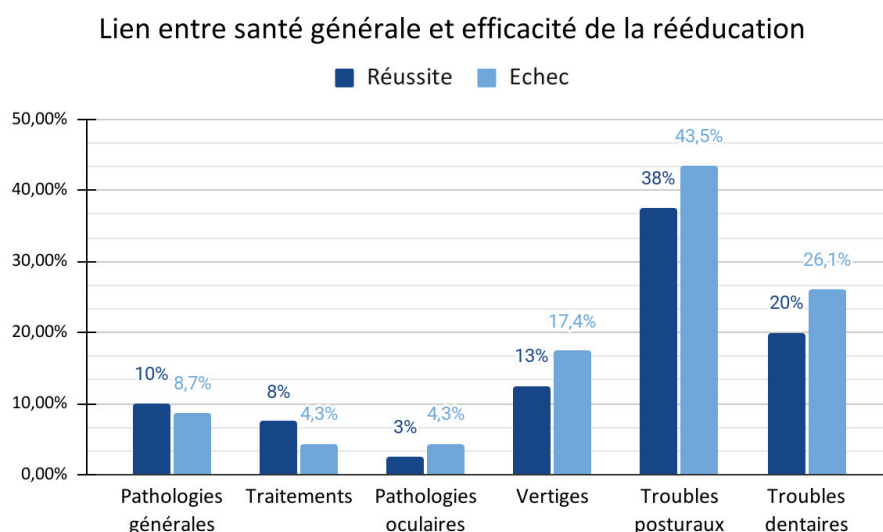
Tout au long de notre étude, par souci de clarté, nous avons distingué les deux catégories de patients par les appellations suivantes :

- **Le groupe “réussite”** intégrant les patients ayant bénéficié d’une rééducation totalement efficace (soit 40 patients)
- **Le groupe “échec”** intégrant les patients ayant bénéficié d’une rééducation à l’efficacité partielle (22 patients) ou totalement inefficace (1 patient) soit un total de 23 patients.

Parmi l’ensemble des patients, 65,1% d’entre eux avaient réalisé une seule rééducation d’IDC (soit 41 patients) et 34,9% en avaient réalisé plusieurs (soit 22 patients). Cela signifie qu’environ un tiers d’entre eux ont eu une récurrence de leur IDC après la première rééducation.

En moyenne, les patients confrontés à la réapparition de symptôme d’IDC ont pratiqué 2.9 séries de rééducation d’IDC (ET = 1,7).

### c. Santé générale du patient



**Pathologies et traitements généraux** : sur la totalité des patients, 6 personnes étaient atteintes d'une pathologie (soit 9,5% des patients) et seulement 4 prenaient un traitement (soit 6.3%). La prévalence concernant ces deux éléments était légèrement supérieure dans la catégorie "réussite" que la catégorie "échec" (respectivement 10,0% et 8,7% pour les pathologies et 8,0% et 4,3% pour les traitements). Les résultats concernant la prise d'anti-dépresseurs et anxiolytiques, traitements réputés pour influencer l'accommodation, n'ont pu être exploités par manque d'effectifs.

**Pathologie oculaire** : une prévalence légèrement plus importante des pathologies oculaires a été observée dans la catégorie "échec de rééducation" par rapport à la catégorie "réussite" (respectivement 4.5% et 3%).

**Troubles vestibulaires** : 14.3% des patients interrogés (soit 9 personnes) présentaient des épisodes de vertiges. Nous avons pu observer une prévalence de ces troubles plus importante parmi la catégorie "échecs" (17,4%) par rapport à la catégorie "réussite" (13%).

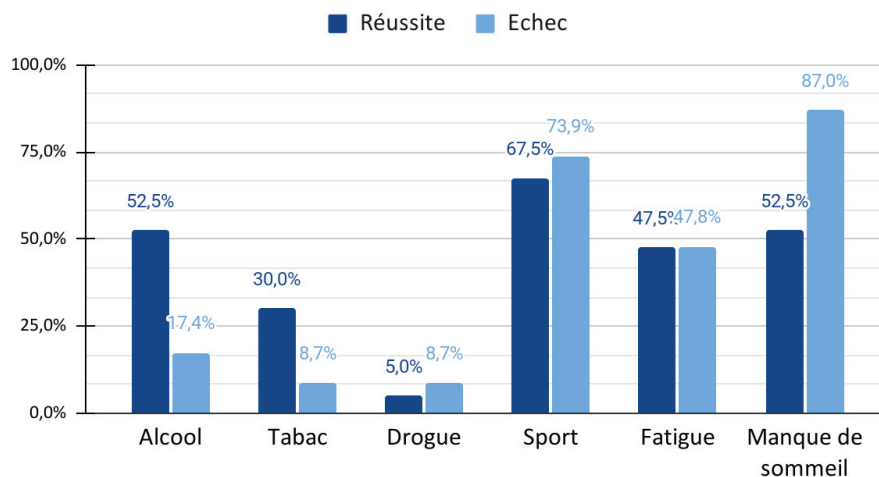
**Troubles posturaux** : 39.7% des patients (soit 25 personnes) présentaient des troubles posturaux ; leur prévalence était légèrement supérieure pour la catégorie "échec de rééducation" (43,5% contre 38% pour la catégorie "réussite").

**Troubles dentaires** : 22.2% des patients interrogés présentaient des problèmes dentaires (bruxisme, mauvaise occlusion). Parmi eux, nous avons observé une prévalence plus importante dans la population "échecs de rééducation" (26.1%) que la population "réussite" (20,0%).

Concernant les troubles neurodéveloppementaux, le nombre de patients concernés n'était pas assez important pour être exploité.

#### d. Hygiène de vie

Lien entre hygiène de vie et efficacité de la rééducation



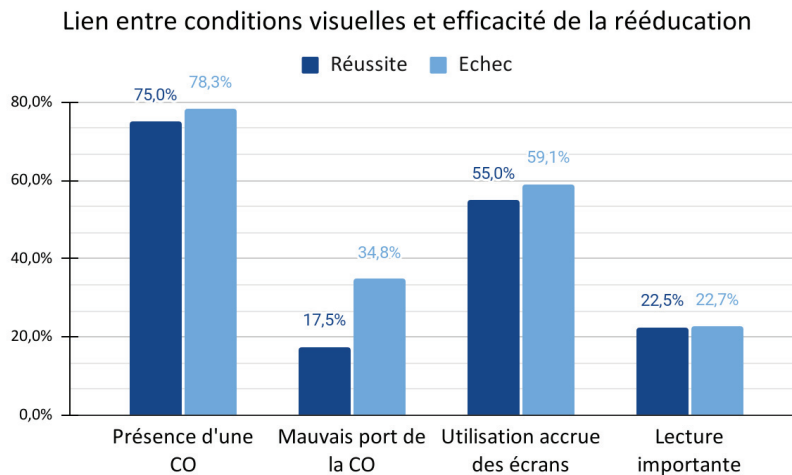
**Consommation** : parmi tous les patients confondus, 39.7% avaient consommé de l'alcool, 22.2% du tabac et 6.3% de la drogue durant la période de rééducation. Ces consommations étaient plus fréquentes parmi les patients de la catégorie "réussite" de rééducation.

**Activité sportive** : 69,8% des patients interrogés pratiquaient un sport. Nous avons observé une dominance de la pratique sportive chez les patients en échec de rééducation (72,7% contre 67,5% pour les réussites).

**Fatigue** : concernant les deux populations étudiées, nous avons pu remarquer que le taux de fatigue était sensiblement le même, et avoisinait les 50%. Les causes de fatigue les plus courantes relevées dans notre questionnaire étaient le surmenage au travail, une mauvaise qualité de sommeil, ainsi que l'anxiété.

**Manque de sommeil** : celui-ci semblait nettement plus important chez les patients "en échec" de rééducation que chez les patients de la catégorie "réussite" (87,0% contre 52,5% pour les réussites)

#### e. Conditions visuelles



**Correction optique (CO)** : la majorité des patients possédaient une correction optique au moment de la rééducation d'IDC. En effet, nous avons pu compter 47 patients initialement corrigés ce qui représente un taux de 76,2%. Peu de différence de prévalence a été observée entre le groupe "réussite" et "échec" (respectivement 75% et 78,3%). En revanche, la qualité du port de cette correction était plus mauvaise dans le deuxième groupe (34,8% contre 17,5% pour le groupe "réussite").

**Utilisation accrue des écrans** (plus de 6h/jour) : elle était légèrement plus fréquente parmi la population en "échec" de rééducation que celle en "réussite" : 59,7% contre 55,0%.

**Lecture** : la proportion de lecteurs, c'est-à-dire de personnes sollicitant leur vision de près dans leurs loisirs, était sensiblement la même dans la catégorie "réussite" que dans la catégorie "échec", respectivement 22,5% et 22,7%.

#### f. Motivation du patient

Au niveau de la motivation, celle-ci était globalement excellente : 92,5% des patients considérant leur rééducation réussie étaient motivés à la réaliser, et 91,3% des patients considérant leur rééducation inefficace l'étaient tout autant.

#### g. Orientation du patient si échec rééducation

Parmi les patients du groupe "échec" de rééducation, seulement 26,1%, ont été redirigés vers un autre professionnel de santé. Ces professionnels étaient essentiellement les ostéopathes, podologues-posturologues suivis par les kinésithérapeutes, ORL et dentistes.

### III. DISCUSSION

L'objectif de notre mémoire était d'étudier les échecs de rééducation d'IDC en s'intéressant à leurs causes, leurs fréquences ainsi que la suite de la prise en charge par les orthoptistes.

D'après les réponses obtenues auprès des orthoptistes, les échecs de rééducation restent un phénomène minoritaire par rapport aux réussites de rééducation d'IDC et auraient eu lieu dans seulement 4% des cas. En revanche, les réponses recueillies auprès des patients ont montré un taux plus important puisque 36,5% d'entre eux étaient concernés par une efficacité partielle de leur rééducation d'IDC. Par ailleurs, il est important de prendre en considération le fait que les patients et les orthoptistes réalisant la rééducation d'IDC n'avaient peut-être pas la même notion "d'échec" et de "réussite".

En lien avec le résultat précédent, sur la population étudiée, plus d'un tiers ont réalisé plusieurs séries de rééducation d'IDC au cours de leur vie (3 séries en moyenne). Les réponses des orthoptistes concernant les probabilités de récurrences dans le temps ont montré que cela devenait de plus en plus fréquent avec les années. La probabilité de faire une récurrence d'IDC était même importante pour presque la moitié des orthoptistes après 3 ans.

Concernant les causes d'échecs de rééducation, nous avons pu recenser :

- **Le mauvais port de la correction optique**

Lorsque nous avons récolté nos données, le mauvais port de la correction optique s'est révélé être la cause d'échec la plus évoquée. En effet, nombreux ont été les orthoptistes mentionnant cette cause comme étant la plus courante des échecs de rééducation d'IDC. Lorsque nous avons recoupé ces résultats avec ceux des patients, nous avons pu constater que la mauvaise qualité du port de la correction optique était deux fois plus importante chez les échecs de rééducation.

- **Le manque de sommeil**

Ce second item est ressorti parmi les causes probables d'échecs de rééducation d'IDC. En effet, le manque de sommeil a été évoqué à plus de 85% chez les patients en échec de rééducation (contre 52,5% pour les réussites). L'absence d'un sommeil complet a semblé influencer l'efficacité du traitement de l'IDC. Diverses hypothèses pourraient être entendues : une mauvaise qualité de sommeil agit sur la concentration du patient, une mauvaise qualité de sommeil engendre un mauvais contrôle oculaire...

- **La triade : troubles posturaux, vestibulaires et dentaires**

Concernant les orthoptistes, la majorité s'accordait sur le fait que la recherche de l'un de ses troubles était primordiale pour la future prise en charge de rééducation d'IDC. Du point de vue des patients interrogés, ainsi que de nos résultats, nous avons remarqué que ces troubles étaient davantage présents chez les échecs de rééducation d'IDC.

En distinguant chaque trouble, nous avons pu montrer que les troubles posturaux restaient les plus fréquents au sein de la population étudiée ; suivis des troubles dentaires, puis des troubles vertigineux.

Dans la continuité du dépistage de ces troubles, les orthoptistes ont été plus de 80% à rediriger le patient vers un autre professionnel lorsqu'ils se retrouvaient en échec de rééducation d'IDC. Or, lorsque nous avons analysé les réponses des patients, seulement 26% d'entre eux affirmaient avoir rencontré un professionnel extérieur. Ces résultats nous conduisent à la question de la mise en place de la pluridisciplinarité et de la place de l'orthoptiste au sein de ce réseau.

D'autres axes ayant été exploités mais n'intervenant en rien dans les causes d'échecs de rééducation d'IDC :

- **Hygiène de vie**

En étudiant l'hygiène de vie des patients (pratique d'un sport, consommation de tabac, drogue, et alcool) nous avons souhaité rechercher d'autres origines des causes d'échec de rééducation de l'IDC. Le résultat de notre étude a démontré que l'hygiène de vie des patients ne semblait pas avoir d'impact sur l'efficacité de la rééducation. En effet, les échecs de rééducation présentaient une meilleure hygiène de vie et cela ne représentait pas un avantage dans leur cursus de traitement contre l'IDC. Le manque de sommeil semblait être, lui, le seul indicateur de l'hygiène de vie influençant sur l'échec de rééducation d'IDC.

- **Pathologie générale/oculaire et traitement général/oculaire**

Concernant la présence d'une pathologie générale/oculaire et d'un traitement général/oculaire, aucun lien n'a pu être établi avec un échec de rééducation d'IDC.

- **Utilisation accrue des écrans**

De même que l'étude des pathologies et traitements, l'utilisation accrue des écrans ne s'est pas révélée être une cause d'échec de rééducation d'IDC au sein de la population étudiée.

- **Limites de notre étude**

Les effectifs dans le groupe "échec" (n = 23) étaient trop faibles pour réaliser des tests statistiques de significativité entre les résultats des deux groupes. Par conséquent, nous n'avons pu affirmer que les écarts trouvés entre deux résultats n'étaient pas dus au hasard. Nous considérons donc qu'il faut prendre du recul sur ces résultats et qu'ils constituent des pistes de recherche à exploiter de façon plus précise dans le futur. En effet, après avoir réalisé cette étude, nous nous sommes rendus compte que le sujet mériterait d'être abordé de façon plus spécifique et restreinte à certains facteurs d'échec. Ceci permettrait d'étudier leur impact de façon plus approfondie afin que les résultats soient plus précis et plus représentatifs de la réalité.

Par ailleurs, l'interprétation et la compréhension des questionnaires ont fortement influencé les résultats. Malgré l'attention que nous avons portée à la formulation des questions et au choix des mots, certains termes ont été compris différemment selon les participants. Avec un certain recul, nous pouvons dire que certains mots auraient mérité d'être définis plus précisément afin d'éviter les incompréhensions (c'est le cas des vertiges par exemple).

Comme nous l'ont fait remarquer certains orthoptistes en répondant à notre questionnaire, la définition d'une IDC peut varier entre les professionnels. Les normes ainsi que les paramètres entrant dans le diagnostic d'une IDC peuvent différer. Par conséquent, si la définition d'une IDC était imprécise, celle d'un échec de rééducation l'était encore plus. Cela a également été le cas pour les patients qui ont jugé de la réussite de leur rééducation avec leur seul ressenti personnel.

La subjectivité des réponses est un biais important, rendant les résultats peu précis. Dans notre étude, plusieurs éléments étaient directement liés à l'appréciation de la personne : pour les patients, peuvent être cités la fatigue, la qualité du sommeil ou encore la lecture importante et pour les orthoptistes, la fréquence de récurrences ou d'échecs.

En ce qui concerne les causes et fréquences d'échecs relevées par les orthoptistes, leurs estimations ont pu être biaisées par le fait qu'il leur manque parfois certaines informations. Ainsi, au terme de la rééducation d'IDC, le lien entre l'orthoptiste et le patient rééduqué étant rompu, l'orthoptiste n'était pas forcément informé d'une éventuelle récurrence ou d'une cause annexe décelée par un autre professionnel de santé.

Nous avons également souhaité étudier les causes moins connues d'échecs de rééducation, tels que la présence d'une disparité de fixation. Cependant, ce test est encore trop peu utilisé par les orthoptistes pour être cité dans les causes d'échecs.

De plus, en réalisant une rétrospective sur notre étude clinique, nous pouvons soulever dès à présent de nouvelles problématiques relatives à l'échec de rééducation d'IDC. En effet, de part l'évolution du métier et des méthodes de rééducation d'IDC, nous pouvons nous questionner quant à l'efficacité de chacune d'entre elles.

Initialement, la rééducation d'IDC se réalisait au travers d'exercice connu tel que : les barres de prisme dans l'espace, le PPC, le synoptophore, les stéréogrammes ... Aujourd'hui, de nouvelles technologies et méthodes viennent lentement s'introduire dans les séances de rééducation d'IDC. Nous pensons notamment à l'utilisation de la réalité virtuelle, des logiciels informatiques... Il serait intéressant de comparer les anciennes et nouvelles méthodes dans leur efficacité de traitement.

## IV. CONCLUSION

Notre sujet d'étude portait sur les échecs de rééducation d'insuffisance de convergence que nous avons défini par la suppression complète des signes fonctionnels. Nos objectifs étaient d'obtenir une représentation de la fréquence de ces échecs, de leurs causes et de leur prise en charge.

Notre travail a montré que les rééducations totalement inefficaces étaient rares. En revanche, les rééducations partiellement efficaces, c'est-à-dire, avec une disparition incomplète ou temporaire des gênes est un phénomène plutôt courant lorsque l'on questionne les patients.

Parmi les causes retrouvées, patients comme orthoptistes ont montré que le port non rigoureux de la correction optique était la cause la plus évidente des échecs de rééducation. Le sommeil incomplet et les troubles posturaux étaient plus fréquents chez les patients partiellement soulagés par la rééducation et constituent des causes intéressantes à exploiter sur une plus large population et avec des critères précis.

Enfin, cette étude a montré que face à un échec, la prise en charge par les orthoptistes consistait le plus souvent à rediriger le patient vers les ophtalmologistes ou d'autres professionnels de santé. La pluridisciplinarité reste donc un élément essentiel dans la prise en charge globale de l'IDC.

# BIBLIOGRAPHIE

1. Jeanrot N, Ducret V, Jeanrot F, Arné J-L. Manuel de strabologie : aspects cliniques et thérapeutiques [Internet]. 4e édition. Elsevier Masson; 2018 [cité 6 déc 2021].
2. Santallier M, Péchereau A, Arsène S. Motricité et sensorialité oculaire. [Texte imprimé] : l'examen [Internet]. S-éditions; 2011 [cité 6 déc 2021].
3. Péchereau A, Denis D, Speeg-Schatz C, Roth A. Strabisme. [Texte imprimé] : rapport 2013 [Internet]. Elsevier Masson; 2013 [cité 6 déc 2021].
4. Hugonnier R, Hugonnier S. Strabismes : hétérophories, paralysies oculo-motrices : les déséquilibres oculo-moteurs en clinique [Internet]. 4ème édition entièrement refondue et mise à jour. Masson; 1981 [cité 6 déc 2021].
5. F.Perrin, Organisation Structurale [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2019
6. T.Mathis, Neuro-ophtalmologie pratique [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2021
7. Avisse C, Labrousse M, Ouedraogo T. Les bases anatomiques de l'oculomotricité. Journal Français d'Ophtalmologie. oct 2004;27(8):953-7.
8. Espinasse-Berrod M-A. Strabologie: Approches diagnostique et thérapeutique, 3e édition. Elsevier Health Sciences; 2018. 399 p. (chapitre 1)
9. C.Tilikete, Les systèmes oculomoteurs [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2019
10. Péchereau A, Le Strabisme Accommodatif (2003).; 156 p. Disponible sur : [https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=TbPz8stql-YC&oi=fnd&pg=PA7&dq=rapport+CA/A+yeux&ots=isl4W1Aaj6&sig=bx6aDf\\_XxSuV8HaBMwPFKnEfq48#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=TbPz8stql-YC&oi=fnd&pg=PA7&dq=rapport+CA/A+yeux&ots=isl4W1Aaj6&sig=bx6aDf_XxSuV8HaBMwPFKnEfq48#v=onepage&q&f=false)
11. B.Goutagny, Les strabismes accommodatifs [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2020



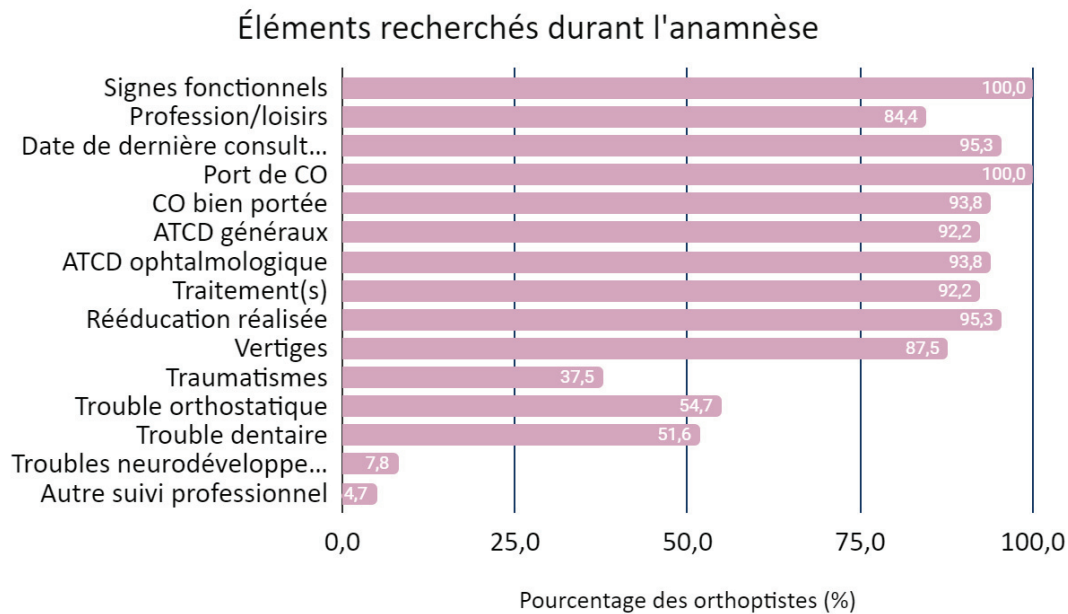
12. C.Labro, E.Biraben, Insuffisance de convergence et posturologie, Journal Français d'Orthoptique, volume 31, 1999
13. M.Stalder, Vision et posture [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2021
14. Cuzin L. Les limites de la rééducation orthoptique. :19.
15. D.Nguyen, E.Samuel, A propos de l'insuffisance de convergence, Journal Français d'Orthoptique, volume 11, 1979
16. B.Rousseau, J-B Weiss, Asthénopie et disparité de fixation, Congrès National d'Orthoptique, 2001
17. B.Goutagny, Rééducation de l'insuffisance de convergence [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2019
18. I.Rabitchev, Les gestions des mécanismes du système visuel est primordial dans le traitement du strabisme chez les enfants, Journal Français d'Orthoptique, volume 31, 1999
19. C.Chambard. La physiologie de la vision binoculaire [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2019
20. P.Fumoleau, E. Muller FEUGA, Varia VII Cercle d'études de recherches et d'enseignement de la strabologie, rubrique rééducation avec les stéréogrammes, 1992 [Internet]. [cité 12 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.orthoptie.net/ceres/varia/varia06/fumoleau.html>
21. NB. Garric. Dysfonctionnement accommodatif et posture. Revue Francophone d'Orthoptie. 2018;11(2):130- 1.
22. M. Cuvier, Mesures appliquées de l'accommodation. Revue Francophone d'Orthoptie. 2020;13(3):110-4.
23. A. Berger-Martinet, Les tablettes tactiles et leur utilisation en orthoptie. Revue Francophone d'Orthoptie. 2013;6(2):60-6.
24. Persillon A, Didier T. Eyesoft, la réalité virtuelle au service de l'orthoptie. Revue Francophone d'Orthoptie. déc 2021;14(4):169-70.

25. Rousseau B. La disparité de fixation. Journal Français d'Orthoptique. 2013;45
26. Clenet M-F. Déséquilibre binoculaire, qui es-tu ? d'où viens-tu ? Revue Francophone d'Orthoptie. 2011;4(1):18-21.
27. Serra F. Les douleurs posturales et la vision. Revue Francophone d'Orthoptie. 2010;3(1):23-27
28. Goelian P. Diagnostic différentiel des céphalées et pratique orthoptique. Revue Francophone d'Orthoptie. 2010;3(1):12-16
29. Masson E. Contrôle postural et oculomoteur en orthostatisme – effet de stimulations plantaires fines [Internet]. EM-Consulte. [cité 31 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1119121/controle-postural-et-oculomoteur-en-orthostatisme>
30. Foisy A, Gaertner C, Matheron E, Kapoula Z. Contrôle postural et oculomoteur en orthostatisme : effet de stimulations plantaires fines. Revue francophone d'orthoptie. 2017;10:14–17
31. Insuffisance de convergence et entrées posturales [internet]. [cité 6 déc 2021]. Disponible sur : <http://orthoptie.net/ToposFB/idceep.pdf>
32. Dornbos B, Kokotas V, Kitchener G. Insuffisance de convergence. Points de vue. International Review of Ophthalmic Optics. 2019; 1-5. Disponible sur : [https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/dornbos-kitchener-kokotas-fr\\_0.pdf](https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/dornbos-kitchener-kokotas-fr_0.pdf)
33. M.Stalder. Vision et troubles des apprentissages [notes de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1, 2021.
34. J. Laugier - Carcreff et M.Souchu, L'impact des écrans sur les yeux de nos enfants, Mémoire Orthoptie, Juin 2017
35. Antidépresseurs : les points essentiels [internet]. [cité 17 déc 2021]. Disponible sur : <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/antidepresseurs-les-points-essentiels>
36. Dabbeche K, Kamoun B, Kharrat W, Abid S, Boumoud H, Ben Zina Z, et al. 593 Paralysie de la convergence post traumatique : à propos d'un cas. Journal Français d'Ophtalmologie, volume 30, 2007

37. I.Rabitchev, Les gestions des mécanismes du système visuel est primordial dans le traitement du strabisme chez les enfants, Journal Français d'Orthoptique, volume 31, 1999
38. Confort fusionnel [internet]. [cité le 18 déc 2021]. Disponible sur : [http://p.jean2.pagesperso-orange.fr/Cours/Converge/con\\_fus.htm](http://p.jean2.pagesperso-orange.fr/Cours/Converge/con_fus.htm)
39. E.Matheron, Incidence des phories verticales sur le contrôle postural en vision binoculaire, Thèse de doctorat, 2009
40. Insuffisance de convergence [internet]. [cité 6 déc 2021]. Disponible sur : <https://www.orthoptistelondres.com/insuffisance-de-convergence/>
41. B.Goutagny. L'examen orthoptique du bébé [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2019
42. M.Stalder, Vision et équilibre [Note de cours]. Département d'orthoptie, Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université Claude Bernard Lyon 1. 2021
43. Sagarciague G, Labrador S, 50 fiches techniques d'orthoptie pour la pratique quotidienne. Elsevier masson; 2021
44. Figure 1 : illustration tiré du site "<http://pta.nbed.nb.ca>"
45. Figure 2 : illustration tiré du site "[www.improveeyesighthq.com](http://www.improveeyesighthq.com)"
46. Figure 3 : illustration tiré du site "[www.provisu.ch](http://www.provisu.ch)"
47. Figure 4 : illustration tiré du cours des systèmes oculomoteurs de Mme.Tilikete
48. Figure 5 : illustration tiré du site "<https://sites.google.com/site/3dourelief/home>"
49. Figure 6 : illustration tiré du site "<https://www.smelltest.eu>"
50. Figure 7 : illustration tiré du site "[www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr)"
51. Figure 8: illustration tiré du site "[orthoptie.net](http://orthoptie.net)"
52. Orthoptica, la plate-forme : le BINOCULUS [internet]. [cité le 14 mars 2022]. Disponible sur : <http://orthoptica.com/>

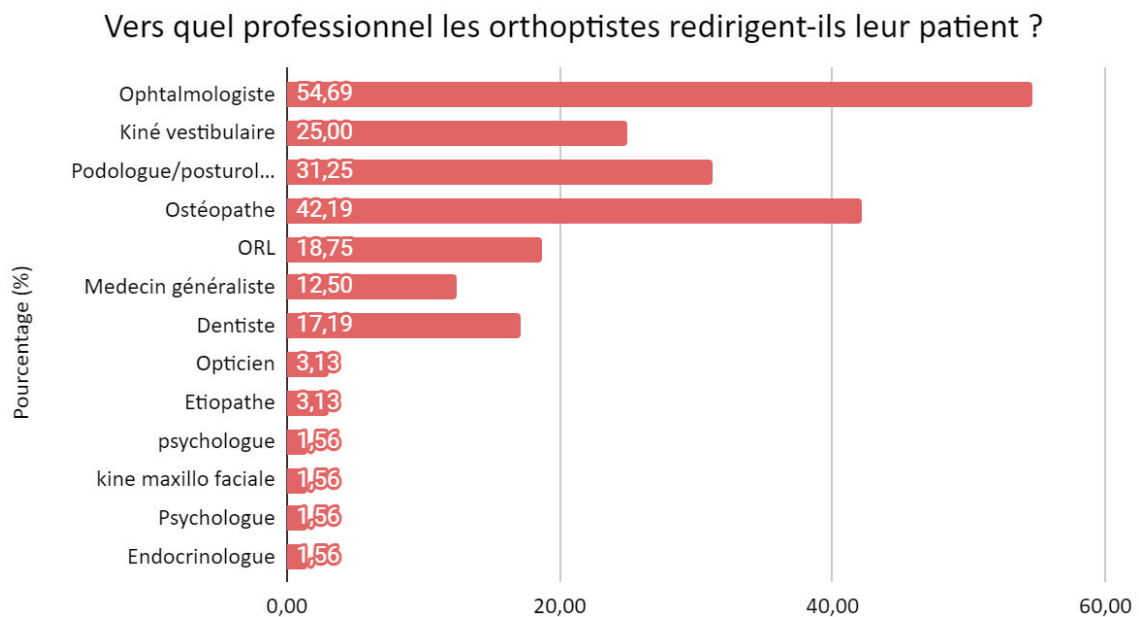
# ANNEXES

## 1. Diagramme mettant en évidence les éléments recherchés durant l'anamnèse des orthoptistes



CO : correction optique ; ATCD : antécédent

## 2. Diagramme mettant en évidence la pluridisciplinarité entre les orthoptistes et les autres professionnels de la santé



### **3. Questionnaire transmis aux orthoptistes pour la récolte de nos données**

**1. Combien de séances prescrivez-vous en moyenne pour une rééducation d'insuffisance de convergence ?**

**2. Pratiquez-vous des séances de rééducation d'insuffisance de convergence ? \***

- Oui
- Non

**3. Si oui, pourriez-vous objectiver le temps que cela représente dans votre cabinet ? (en %)**

**4. Combien de temps durent ces séances en moyenne ? (en minutes)**

**5. Quelle(s) information(s) recherchez-vous durant l'anamnèse lors du premier bilan ? \***

- Signes fonctionnels/plaintes
- Profession et loisirs (ergonomie du poste ?)
- Dernière consultation ophtalmologique
- Port de lunettes ?
- Bien portée ?
- ATCD généraux de pathologies (personnel et familiaux)
- ATCD ophtalmologique personnel et familiaux de pathologies oculaires ((kératocône, DMLA, amblyopie, forte correction ...)
- Prise de médicaments
- Rééducation orthoptique déjà réalisée
- Vertiges
- Traumatisme (crânien, émotionnel...) ?
- Trouble orthostatique (scoliose, décalage entre deux jambes, port de semelles ?)
- Trouble de la dentition ou intervention dentaire récente (bruxisme, port de gouttière, appareil dentaire...)
- Autre :

**6. Quels tests réalisez-vous durant votre bilan sensoriel et moteur ? \***

- Acuité visuelle en VL et VP
- Réfraction
- Reflets cornéens
- TNO
- Lang (I ou II)
- PPC
- ESE VL et VP/mesure d'angle
- Baguette de Maddox (Horizontal)
- Baguette de Maddox (Vertical)
- Test disparité de fixation
- Motilité oculaire
- Versions
- Ductions
- Fixation
- Poursuite
- Saccades
- Amplitudes de fusion (vergences aux prismes)
- Amplitude de fusion (synoptophore)
- Rock accommodatif
- Facilités de vergence au bi-prisme
- Synoptophore
- Coordimètre
- Autre :

**7. Quels outils/exercices utilisez-vous durant votre rééducation ? \***

- Synoptophore
- PPC
- Diplopie physiologique
- Vergences aux prismes (barre de prisme)
- Stéréogrammes
- Plaquette de Mawas
- Facilités de vergence (prisme de +12/-3)
- Face bi-oculaire (travail du rock accommodatif)
- Logiciel informatique
- Exercice de réalité virtuelle
- Autre :

**8. Il y a-t-il eu des échecs de rééducation IDC (problème jamais réglé au terme des séances) \***

- Oui, régulièrement
- Parfois
- Non, jamais

**9. Si oui, à quelle fréquence (en pourcentage) ?**

**10. Il y a-t-il eu des récurrences d'IDC (retour patient peu de temps après la fin des séances de rééducation) ? \***

- Oui, régulièrement
- Parfois
- Non, jamais

**11. Si oui, à quelle fréquence (en pourcentage) ?**

**12. Au bout de combien de temps ces patients reviennent vous voir de façon générale ?**

**13. Ci-dessous voici une liste des causes probables de cet/ces échec(s), cochez celles qui vous concernent**

- Mauvaise réfraction
- Mauvais port de lunette
- Trouble accommodatif
- Parésie/paralysie temporaire
- Trouble orthostatique (cervicalgie...)
- Trouble dentaire (bruxisme, appareil dentaire..)
- Fixation instable
- Disparité de fixation
- Maladies entraînant des troubles oculomoteurs (basedow, myasthénie...)
- Strabismes (toutes sortes)
- Quel type de strabisme :
- Hétérophories importantes
- Chirurgie de strabisme
- Autre :

**14. Face à un échec de rééducation, que faites- vous ? \***

- Vous envoyez le patient vers un autre professionnel (type ostéopathe, retour OPH sous cyclo, kiné, ORL... etc)
- Vous réalisez de nouveau une rééducation
- Vous optez pour une prismation
- Vous changez votre schéma thérapeutique : essai de nouveaux exercices
- Vous prescrivez des exercices à la maison pour optimiser vos chances de réussite
- Vous conseillez un rendez-vous chez l'ophtalmologue
- Vous attendez et revoyez le patient d'ici quelques mois
- Vous abandonnez la rééducation
- Autre :

**15. Si vous avez coché la première case à la question précédente, veuillez préciser vers quel(s) professionnel(s) vous réorientez vos patients :**

**16. Après avoir décelé la cause de ces échecs, la rééducation a-t-elle généralement pu régler l'IDC du patient ?**

- Oui
- Partiellement
- Non

**17. Si non, avez-vous utilisé d'autres méthodes que la rééducation pour pallier cette insuffisance de convergence ?**

**18. Avez-vous des suggestions/remarques à nous faire part ?**

#### **4. Questionnaire transmis aux patients pour la récolte de nos données**

**1. Quel est votre sexe de naissance ?**

- Femme
- Homme

**2. Quel âge avez-vous ?**

**3. Quelle est votre profession ?**

**4. Avez-vous déjà eu recours à la rééducation d'insuffisance de convergence chez un(e) orthoptiste ?**

- Oui, une seule fois
- Oui, plusieurs fois
- Non

**5. Si vous avez répondu "plusieurs fois" à la question précédente, veuillez indiquer le nombre (attention, il ne s'agit pas du nombre de séances mais du nombre de fois que vous avez réalisé une rééducation)**

**6. Si vous avez déjà réalisé une rééducation, cela a-t-il été efficace ? (disparition des gênes initiales)**

- Oui
- Non (aucune amélioration)
- Pas totalement/pas sur la durée
- Non concerné(e) par la question

**7. Si non, avez-vous été amené à rencontrer d'autres professionnels ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais plus

**8. Si oui, le(s)quel(s) ?**

- Kinésithérapeute
- Ostéopathe
- ORL
- Podologue
- Dentiste
- Psychologue/psychiatre
- Autre :

**9. Leur prise en charge a-t-elle été efficace (disparition des gênes persistantes) ?**

- Oui
- Non
- Non concerné(e) par la question

**10. Durant votre/vos rééducation(s) d'insuffisance de convergence, avez-vous consommé :**

- Tabac
- Drogue
- Alcool
- Non concerné(e) par la question

**11. Si vous avez été consommateur de tabac, votre tabagisme était-il :**

- Au delà de 20 cigarettes/jour
- Entre 15 et 20 cigarettes/jour
- Inférieur à 15 cigarettes/jour
- Entre 1 à 5 cigarettes/jour
- Occasionnel (non quotidien)
- Non concerné(e) par la question

**12. Si vous étiez consommateur de drogue(s), veuillez préciser le(s) type(s) de drogue(s) :**

**13. Si vous avez été consommateur de drogues, veuillez estimer à quelle fréquence :**

- Occasionnellement
- 1 fois par semaine

- 1 à 3 fois par semaine
  - Une fois par jour
  - Plusieurs fois par jour
  - Non concerné(e) par la question
- 14. Si vous avez été consommateur d'alcool, veuillez estimer à quelle fréquence :**
- 1 fois par semaine
  - 1 à 3 fois par semaine
  - Une fois par jour
  - Plusieurs fois par jour
- 15. Présentiez-vous une maladie (diabète, HTA, myasthénie, fibromyalgie, malformations... etc) ?**
- Oui
  - Non
- 16. Si oui, précisez la ou les maladie(s)**
- 17. Prenez-vous un/des traitement(s) ?**
- Oui
  - Non
- 18. Si oui, le(s)quel(s) ?**
- 19. Êtes-vous ou avez-vous déjà été concerné(e) par :**
- Des troubles de l'oreille interne avec vertiges
  - Des problèmes de posture ou port de semelles orthopédiques
  - Des problèmes de mâchoire, mauvaise occlusion dentaire
  - Un trouble neurodéveloppemental (autisme, TDA/H, dyslexie, dyspraxie...), précisez le(s)quel dans « autres »
  - Autre :
- 20. Présentiez-vous une ou des maladie(s) oculaire(s) ?**
- Oui
  - Non
- 21. Si oui, quelle(s) maladie(s) oculaire(s) ?**
- 22. Prenez-vous un/des traitement(s) oculaire(s) ?**
- Oui
  - Non
- 23. Si oui, le(s)quel(s) ?**
- 24. Prenez-vous des antidépresseurs et/ou anxiolytiques ?**
- Oui, des antidépresseurs
  - Oui, des anxiolytiques
  - Les deux
  - Non, aucun des deux
- 25. Veuillez préciser le(s)quel(s) :**
- 26. Travaillez-vous sur ordinateur ou sur écran ?**
- Oui
  - Non
- 27. Si oui, à combien d'heures par jour en moyenne ?**
- 1 heure/jour
  - 2-4 heures/jour
  - 4-6 heures/jour
  - Au-delà de 6 heures/jour
  - Non concerné(e) par la question
- 28. Pour vos loisirs, combien de temps passiez-vous sur les écrans en moyenne ?**
- 30 minutes/jour
  - 1-2 heures/jour
  - 2-4 heures/jour
  - 4-6 heures/jour
  - Au-delà de 6 heures/jour
  - Non concerné(s) par la question
- 29. Lisiez-vous ?**
- Oui, beaucoup
  - Occasionnellement
  - Non
- 30. Pratiquiez-vous des travaux manuels ou de précision ?**
- Oui
  - Non
- 31. Si oui, le(s)quel(s) et à quelle fréquence (h/semaine) ?**
- 32. Pratiquiez-vous une activité sportive ?**
- Oui
  - Non
- 33. Si oui, à quelle fréquence ?**
- 1 à 2 heures/semaine



- 3-6 heures/semaine
  - Plus de 6 heures/semaine
  - 1-2 heures/mois
  - Non concerné(e) par la question
- 34. Avez-vous un sommeil complet, stable et régulier ?**
- Oui
  - Non
  - Variable
  - Je ne sais pas
- 35. Etiez-vous sujet à une forte fatigabilité dans votre quotidien ?**
- Oui
  - Non
  - Variable
  - Je ne sais pas
- 36. Si oui, en connaissez-vous la cause ? (surmenage au travail, trouble du sommeil...)**
- 37. Initialement, portiez-vous une correction optique ?**
- Oui, des lunettes
  - Oui, des lentilles
  - Oui, lentilles et lunettes
  - Non
- 38. Portiez-vous correctement la correction optique qui vous a été prescrite durant la rééducation ?**
- Oui, tous les jours
  - Pas tout le temps
  - Non
  - Non concerné(e) par la question
- 39. Si non, pourquoi ?**
- 40. Etiez-vous motivé(e) à réaliser cette rééducation ?**
- Oui
  - Moyennement
  - Non
- 41. Si non, pourquoi ?**
- 42. Croyez-vous en l'efficacité des traitements orthoptiques concernant la rééducation d'insuffisance de convergence ?**
- Oui
  - Non
  - Je n'ai pas d'avis sur le sujet
- 43. Si non, pourquoi ?**
- 44. Avez-vous des commentaires ou suggestions à nous faire part ?**

## 5. Données recueillies à l'aide du questionnaire "orthoptistes"

### a. Éléments demandés durant l'anamnèse par les orthoptistes

	Effectifs	Pourcentage des orthoptistes
Signes fonctionnels	64	100,0
Profession/loisirs	54	84,4
Date de dernière consultation	61	95,3
Port d'une correction optique	64	100,0
Bien portée ?	60	93,8
Antécédents généraux	59	92,2
Antécédents ophtalmologiques	60	93,8
Traitements	59	92,2
Rééducation	61	95,3
Vertiges	56	87,5
Traumatisme	24	37,5

Trouble orthostatique	35	54,7
Trouble dentaire	33	51,6
Concentration/dys	5	7,8
Suivi Kiné et ostéopathiques	3	4,7
Difficulté scolaire	1	1,6

b. *Tests réalisés durant le bilan par les orthoptistes*

	Effectifs	Pourcentage des orthoptistes
<b>Acuité visuelle</b>	63	98
<b>Réfraction</b>	29	45
<b>Reflets</b>	25	39
<b>TNO</b>	43	67
<b>LANG</b>	49	77
<b>PPC</b>	62	97
<b>ESE</b>	63	98
<b>BM horizontale</b>	32	50
<b>BM verticale</b>	30	47
<b>Disparité de fixation</b>	9	14
<b>Motilité oculaire</b>	63	98
<b>Versions</b>	48	75
<b>Ductions</b>	37	58
<b>Fixation</b>	54	84
<b>Poursuite</b>	54	84
<b>Saccades</b>	48	75
<b>Amplitude de fusion (prismes)</b>	63	98
<b>Amplitude au synoptophore</b>	18	28
<b>Rock accommodatif</b>	37	58
<b>Facilités vergences</b>	10	16
<b>Synoptophore</b>	14	22
<b>Coordimètre</b>	3	5
<b>Verre strié</b>	3	5
<b>Verre rouge</b>	2	3

c. *Exercices réalisés durant la rééducation par les orthoptistes*

	Effectifs	Pourcentage des orthoptistes
Synoptophore	34	53
PPC	59	92
Diplopie physiologique	54	84
Vergences aux prismes	63	98
Stéréogrammes	54	84
Plaquette de Mawas	38	59
Facilités de vergences	28	44
Face bi-oculaires	55	86

Logiciel	23	36
Réalité virtuelle	2	3
Exercice sur papier de poursuite/saccades	3	5
Tranaglyf	2	3
Corde de Brock	4	6
Remobi	2	3
Anaglyphes	2	3

d. Répartition des orthoptistes selon les causes d'échecs de rééducation

	Effectifs	Pourcentage
Correction optique mal portée	52	81,25
Mauvaise réfraction	50	78,13
Hétérophorie importante	42	65,63
Trouble accommodatif	28	43,75
Troubles posturaux	26	40,63
Pathologie	22	34,38
Trouble dentaire	17	26,56
Strabisme	16	25,00
Fixation instable	7	10,94
Disparité de fixation	7	10,94
Paralysie oculomotrice	4	6,25
Motivation insuffisante	2	3,13

e. Répartition des orthoptistes selon l'estimation de la fréquence d'échecs et récurrences d'IDC

	Echecs	Récurrences
Régulière	2	3
Parfois	54	51
Jamais	8	10

f. Répartition des orthoptistes selon l'estimation de la durée de survenue des récurrences d'IDC

	jamais	Parfois	souvent
Quelques mois	23	26	
1 an	6	43	1
2-3 ans	3	33	14
plusieurs années (>3 ans)	3	27	21

g. Répartition des orthoptistes selon leurs décisions face à un échec d'IDC

	Effectifs	Pourcentage
Adresse à un autre professionnel	54	82,81
Adresse à l'ophtalmologiste	50	78,13

Prisme	25	39,06
Changement de schéma thérapeutique	23	34,38
Tente une nouvelle rééducation	13	20,31
Attend et revoit le patient	8	12,50
Abandonne	8	12,50

*h. Répartition des orthoptistes selon le professionnel de santé choisi dans la redirection du patient*

	Effectifs	Pourcentage
Ophthalmologiste	35	54,69
Kiné vestibulaire	16	25,00
Podologue/posturologue	20	31,25
Ostéopathe	27	42,19
ORL	12	18,75
Médecin généraliste	8	12,50
Dentiste	11	17,19
Opticien	2	3,13
Etiopathe	2	3,13
psychologue	1	1,56
Kinésithérapeute maxillo faciale	1	1,56
Psychologue	1	1,56
Endocrinologue	1	1,56

**6. Données recueillies à l'aide du questionnaire "patients"**

*a. Répartition selon l'âge dans notre échantillon*

	19-30 ans		31-40 ans		41-53 ans	
	Effectifs	Pourcentage	Effectifs	Pourcentage	Effectifs	Pourcentage
Réussite	26	65,0%	12	30,0%	2	5,0%
Echec	15	65,2%	5	21,7%	3	13,0%
TOTAL	41	65,1%	17	27,0%	5	7,9%

*b. Répartition selon le sexe dans notre échantillon*

	Effectifs	Pourcentage
Femmes	49	77,8%
Hommes	14	22,2%
Total	63	100,0%

*c. Répartition selon l'efficacité de la rééducation*

	Bonne	Partielle	Mauvaise	Totalité
Effectifs	40	22	1	63
Pourcentage	63,5%	34,9%	1,6%	100,0%

d. Répartition après classement en groupe "échec" et "réussite"

	Réussite	Echec	Totalité
Effectifs	40	23	63
Pourcentage	63,5%	36,5%	100,0%

e. Répartition selon les facteurs étudiés

	Réussite (n=40)		Echec (n=23)	
	Effectifs	Pourcentage	Effectifs	Pourcentage
Pathologies générales	4	10,0%	2	8,7%
Traitements	3	7,5%	1	4,3%
Pathologies oculaires	1	2,5%	1	4,3%
Vertiges	5	12,5%	4	17,4%
Troubles posturaux	15	37,5%	10	43,5%
Troubles dentaires	8	20,0%	6	26,1%
Alcool	21	52,5%	4	17,4%
Tabac	12	30,0%	2	8,7%
Drogue	2	5,0%	2	8,7%
Sport	27	67,5%	17	73,9%
Fatigue	19	47,5%	11	47,8%
Manque de sommeil	21	52,5%	20	87,0%
Présence d'une CO	30	75,0%	18	78,3%
Mauvais port de la CO	7	17,5%	8	34,8%
Utilisation accrue des écrans	22	55,0%	13	59,1%
Lecture importante	9	22,5%	5	22,7%