



**DÉPISTAGE PRÉCOCE DES TROUBLES DE
LA FONCTION VISUELLE CHEZ
L'ENFANT POUR PRÉVENIR
L'AMBLYOPIE**

Octobre 2002

Service des recommandations et références professionnelles

AVANT-PROPOS

La médecine est marquée par l'accroissement constant des données publiées et le développement rapide de nouvelles techniques qui modifient constamment les stratégies de prise en charge préventive, diagnostique et thérapeutique des malades. Dès lors, il est très difficile pour chaque professionnel de santé d'assimiler toutes les informations nouvelles apportées par la littérature scientifique, d'en faire la synthèse critique et de l'incorporer dans sa pratique quotidienne.

L'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES), qui a succédé à l'Agence Nationale pour le Développement de l'Évaluation Médicale (ANDEM), a notamment pour mission de promouvoir la démarche d'évaluation dans le domaine des techniques et des stratégies de prise en charge des malades, en particulier en élaborant des recommandations professionnelles.

Les recommandations professionnelles sont définies comme « des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données ». Leur objectif principal est de fournir aux professionnels de santé une synthèse du niveau de preuve scientifique des données actuelles de la science et de l'opinion d'experts sur un thème de pratique clinique, et d'être ainsi une aide à la décision en définissant ce qui est approprié, ce qui ne l'est pas ou ne l'est plus, et ce qui reste incertain ou controversé.

Les recommandations professionnelles contenues dans ce document ont été élaborées par un groupe multidisciplinaire de professionnels de santé, selon une méthodologie explicite, publiée par l'ANAES dans le document intitulé : « Les Recommandations pour la Pratique Clinique - Base méthodologique pour leur réalisation en France – 1999 ».

Le développement des recommandations professionnelles et leur mise en application doivent contribuer à une amélioration de la qualité des soins et à une meilleure utilisation des ressources. Loin d'avoir une démarche normative, l'ANAES souhaite, par cette démarche, répondre aux préoccupations de tout professionnel de santé soucieux de fonder ses décisions cliniques sur les bases les plus rigoureuses et objectives possible.

Professeur Yves MATILLON

Directeur général de l'ANAES

Ces recommandations ont été élaborées à la demande de la Direction Générale de la Santé.

Elles ont été rédigées sous l'égide de l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en santé en collaboration avec des représentants de :

- la Société Française d'Ophtalmologie ;
- la Société Française de Pédiatrie ;
- l'Association Française d'Orthoptique.

La méthode de travail utilisée a été celle décrite dans le guide «Recommandations pour la pratique clinique – Base méthodologique pour leur réalisation en France » publié par l'ANAES, en 1999.

L'ensemble du travail a été rédigé et coordonné par M^{me} le D^f Christine GEFFRIER D'ACREMONT, responsable de projet, sous la direction de M. le D^l Patrice DOSQUET, responsable du service des recommandations et références professionnelles.

La recherche documentaire a été coordonnée par M^{me} Nathalie DUNIA, avec l'aide de M^{lle} Laurence FRIGERE et de M^{lle} Cynthia ESTERBET, sous la direction de M^{me} Rabia BAZI, responsable du service documentation.

Le secrétariat a été réalisé par M^{me} Vanessa DECOOL, M^{lle} Marie-Angèle GHEZZI et M^{lle} Laetitia GOURBAIL.

L'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé tient à remercier les membres du comité d'organisation, les membres du groupe de travail, les membres du groupe de lecture ainsi que les membres du Conseil scientifique qui ont participé à ce travail et dont les noms suivent.

COMITÉ D'ORGANISATION

D^r Dominique BREMOND-GIGNAC, ophtalmologiste, PARIS
P^r Alain PECHEREAU, ophtalmologiste, NANTES
M^{me} Nicole JEANROT, orthoptiste, CASTRES

GROUPE DE TRAVAIL

P^r Claude SPEEG-SCHATZ, ophtalmologiste, présidente du groupe de travail, STRASBOURG
D^r Christine GEFFRIER D'ACREMONT, chargée de projet, représentante ANAES

D^r Brigitte BARTHEL, médecin scolaire, PARIS
D^r Joseph BURSZTYN, ophtalmologiste, PARIS
Dr Henry CHASSAGNON, médecin généraliste, VÉNISSIEUX
M^{me} Chantal CHIREZ, orthoptiste, SOMAIN
D^r Antoine BEDU, pédiatre, LIMOGES
D^r Jean-Claude GAUTIER, médecin généraliste, CORMELLES-LE-ROYAL
D^r Claudine LABRO, ophtalmologiste, MURET
D^r Françoise LAVENANT, ophtalmologiste, NANTES
D^r Claude ROSENZWEIG, médecin généraliste, GEVÈZE
D^r Béatrice ROUSSAT, ophtalmologiste, PARIS
D^r Claire SCHMIT, médecin de PMI, NANTES
M^{me} Brigitte VALENTIN, institutrice, PARIS

GROUPE DE LECTURE

D^r Gérard ANDREOTTI, médecin généraliste, LA CRAU
M^{me} Jeanne-Marie BADOCHÉ, ophtalmologiste (en retraite), SAINT-MAUR-DES-FOSSÉS
D^r Marie-France BLANCK, ophtalmologiste, PARIS
D^r Martine BONNECARRERE, médecin généraliste, ALBI
D^r Myriam BOURRON-MADIGNIER, ophtalmologiste, LYON
Dr Dominique BREMOND-GIGNAC, ophtalmologiste, PARIS
D^r Jean-Pierre CAMEL, ophtalmologiste, MONTPELLIER,
D^r Jean-Marie CAZAURAN, pédiatre, PÉRIGUEUX
D^r Guy CLERGEAU, ophtalmologiste, PAIMPOL
D^r Monique CORDONNIER, ophtalmologiste, BRUXELLES
D^r Marie DE BIDERAN, ophtalmologiste, BORDEAUX
D^r Aude-Emmanuelle DEVELAY, médecin de santé publique, conseil scientifique, ANAES
Dr Jean-Louis DUFIER, ophtalmologiste, PARIS
D^r Patrick DUQUESNE, ophtalmologiste, SOMAIN
D^r Joseph GEMELLI, pédiatre, SAINT-FONS
D^r Hervé GUYOT, médecin généraliste, JOUÉ-LÈS-TOURS
D^r Jean-Claude HACHE, ophtalmologiste, LILLE
M^{me} Valérie HUSLIN, orthoptiste, BORDEAUX
D^r Cécile JAMMY, médecin généraliste, BAGNÈRES-DE-LUCHON
M^{me} Nicole JEANROT, orthoptiste, CASTRES
M^{me} Agnès JOLY, orthoptiste, PARIS
D^r Catherine LANGLET-CRUEL, médecin scolaire, LYON
D^r Laurence LESUEUR, ophtalmologiste, TOULOUSE
D^r Patrick LIGEON, ophtalmologiste, VALENCE
D^r Françoise LODS, ophtalmologiste, NICE
D^r Éric MALOT, ophtalmologiste, PARIS
D^r Jean-Michel MULLER, pédiatre, NICE
D^r Vincent PARIS, ophtalmologiste, MARCHE-EN FAMENNE
D^r Geneviève PARIS-BILLARD, ophtalmologiste, VÉNISSIEUX
P^r Alain PECHEREAU, ophtalmologiste, NANTES,
D^r Jean-Pierre POINSOT, médecin généraliste, AMIENS
D^r Martine PRADOURA-DUFLOT, médecin scolaire, PARIS
P^r André ROTH, ophtalmologiste, VESSY/GENÈVE
M. Benoît ROUSSEAU, orthoptiste, FONTAINEBLEAU
M^{me} Martine SANTALLIER, orthoptiste, TOURS
D^r Jean STAGNARA, pédiatre, LYON
D^r Dominique THOUVENIN, ophtalmologiste, TOULOUSE
M. Serge VETTARD, orthoptiste, LYON
M. François VITAL-DURAND, directeur de recherche, INSERM, BRON

SOMMAIRE

MÉTHODE GÉNÉRALE.....	7
STRATÉGIE DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	9
RECOMMANDATIONS	13
ARGUMENTAIRE.....	13
I. DÉFINITIONS ET BASES PHYSIOPATHOLOGIQUES.....	21
I.1. DÉFINITIONS.....	21
I.2. BASES PHYSIOPATHOLOGIQUES.....	24
II. ÉPIDÉMIOLOGIE.....	24
II.1. PRÉVALENCE ET INCIDENCE DE L'AMBLYOPIE.....	25
II.2. PRÉVALENCE DES FACTEURS DE RISQUE D'AMBLYOPIE DANS LA POPULATION GÉNÉRALE	29
II.3. CONCLUSION.....	30
III. FACTEURS DE RISQUE D'AMBLYOPIE OU FACTEURS AMBLYOGÈNES ET LIAISON AVEC L'AMBLYOPIE.....	30
III.1. FACTEURS AMBLYOGÈNES D'ORIGINE OPHTHALMOLOGIQUE	30
III.2. SITUATIONS CLINIQUES FAVORISANT L'APPARITION DES FACTEURS AMBLYOGÈNES.....	33
IV. SIGNES D'APPEL.....	43
IV.1. SIGNES D'APPEL À L'ÂGE PRÉVERBAL.....	43
IV.2. SIGNES D'APPEL À L'ÂGE VERBAL.....	44
IV.3. CONCLUSION.....	44
V. EXAMEN CLINIQUE.....	45
V.1. EXAMEN CLINIQUE À L'ÂGE PRÉVERBAL	45
V.2. EXAMEN CLINIQUE À L'ÂGE VERBAL.....	47
VI. TESTS DE DÉPISTAGE DISPONIBLES ET LEURS PERFORMANCES.....	48
VI.1. INTRODUCTION.....	48
VI.2. TESTS DE DÉPISTAGE DISPONIBLES À L'ÂGE PRÉVERBAL	48
VI.3. TESTS DE DÉPISTAGE DISPONIBLES À L'ÂGE VERBAL.....	78
VII. MODALITÉS DE DÉPISTAGE (EXAMENS À PRATIQUER, ÂGE OPTIMAL DE DÉPISTAGE, ÉVALUATION DES PROGRAMMES DE DÉPISTAGE EXISTANTS).....	103
VII.1. RECOMMANDATIONS SUR LES MODALITÉS DU DÉPISTAGE VISUEL CHEZ L'ENFANT DE MOINS DE 6 ANS.....	103
VII.2. RECOMMANDATIONS DU <i>NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL</i> AUSTRALIEN (CONSENSUS D'EXPERTS)	103
VII.3. PROGRAMMES DE DÉPISTAGE DES TROUBLES VISUELS CHEZ L'ENFANT D'ÂGE PRÉSCOLAIRE ET ÉVALUATION DE LEUR INTÉRÊT.....	108
VIII. CONCLUSIONS ET VOIES DE RECHERCHE PROPOSÉES.....	114
RÉFÉRENCES :.....	115

MÉTHODE GÉNÉRALE

Ces recommandations professionnelles ont été élaborées selon la méthode des recommandations pour la pratique clinique, publiée par l'ANAES. Les sociétés savantes concernées par le thème, réunies au sein du comité d'organisation, ont été consultées pour délimiter le thème de travail, connaître les travaux réalisés antérieurement sur le sujet et proposer des professionnels susceptibles de participer aux groupes de travail et de lecture. Les recommandations ont été rédigées par le groupe de travail, au terme d'une analyse de la littérature scientifique et d'une synthèse de l'avis des professionnels consultés.

L'ANAES a constitué un groupe de travail en réunissant des professionnels multidisciplinaires, ayant un mode d'exercice public ou privé, et d'origine géographique variée. Ce groupe de travail comprenait un président, qui en a coordonné les travaux, et un chargé de projet, qui a identifié, sélectionné, analysé et synthétisé la littérature scientifique utilisée pour rédiger l'argumentaire et les recommandations, discutés et élaborés avec le groupe de travail.

Un groupe de lecture, composé selon les mêmes critères que le groupe de travail, a été consulté par courrier et a donné un avis sur le fond et la forme des recommandations, en particulier sur leur lisibilité et leur applicabilité. Les commentaires du groupe de lecture ont été analysés par le groupe de travail et pris en compte chaque fois que possible dans la rédaction des recommandations.

Les recommandations ont été discutées par le Conseil scientifique, section évaluation, de l'ANAES, et finalisées par le groupe de travail.

Un chef de projet de l'ANAES a coordonné l'ensemble du travail et en a assuré l'encadrement méthodologique.

Une recherche bibliographique automatisée a été effectuée par interrogation systématique des banques de données MEDLINE, HealthSTAR, EMBASE, PASCAL et *Cochrane Library*. En fonction du thème traité, elle a été complétée par l'interrogation d'autres bases de données si besoin. Dans un premier temps, elle a identifié sur une période de 10 ans les recommandations pour la pratique clinique, les conférences de consensus, les articles de décision médicale, les revues systématiques et les méta-analyses concernant le thème étudié. Elle a ensuite été complétée par une recherche d'études cliniques, publiées en langue française ou anglaise, pouvant éclairer les différents aspects du thème pris en compte. La littérature « grise » (c'est-à-dire les documents non indexés dans les catalogues officiels d'édition ou dans les circuits conventionnels de diffusion de l'information) a été systématiquement recherchée (par contacts directs auprès de sociétés savantes, par Internet ou par tout autre moyen).

La bibliographie obtenue par voie automatisée a été complétée par une recherche manuelle. Les sommaires de revues générales et de revues concernées par le thème étudié ont été dépouillés sur une période de 6 mois pour actualiser l'interrogation en ligne des banques de données. De plus, les listes de références citées dans les articles sélectionnés ont été consultées. Enfin, les membres des groupes de travail et de lecture ont transmis des articles de leur propre fonds bibliographique. Par ailleurs, les décrets, arrêtés et circulaires du ministère de la Santé pouvant avoir un rapport avec le thème ont été consultés.

La stratégie de recherche propre à chaque thème de recommandations est précisée dans le chapitre « Stratégie de la recherche documentaire ».

Chaque article sélectionné a été analysé selon les principes de lecture critique de la littérature à l'aide de grilles de lecture, ce qui a permis d'affecter à chacun un niveau de preuve scientifique. Sur la base de cette analyse de la littérature, le groupe de travail a proposé, chaque fois que possible, des recommandations. Selon le niveau de preuve des études sur lesquelles elles sont fondées, les recommandations ont un grade variable, coté de A à C selon l'échelle proposée par l'ANAES (voir *tableau*). En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord professionnel.

Tableau. Grade des recommandations.

Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature (études thérapeutiques)	Grade des recommandations
<p>Niveau 1 Essais comparatifs randomisés de forte puissance Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés Analyse de décision basée sur des études bien menées</p>	<p>A Preuve scientifique établie</p>
<p>Niveau 2 Essais comparatifs randomisés de faible puissance Études comparatives non randomisées bien menées Études de cohorte</p>	<p>B Présomption scientifique</p>
<p>Niveau 3 Études cas-témoins</p>	<p>C</p>
<p>Niveau 4 Études comparatives comportant des biais importants Études rétrospectives Séries de cas</p>	<p>Faible niveau de preuve</p>

Des propositions d'études et d'actions futures ont été formulées par le groupe de travail.

STRATÉGIE DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

I. Recherche automatisée

La recherche documentaire a été réalisée par interrogation des banques de données MEDLINE, HealthSTAR, EMBASE. Elle a été limitée aux publications de langue anglaise ou française.

La stratégie de recherche a porté sur :

? Les recommandations pour la pratique clinique, les conférences de consensus, les articles d'analyse de décision médicale, les revues de littérature et méta-analyses : 1990-2000

Les mots clés initiaux :

Vision Disorders OU *Visual Disorder* OU *Visual Impairment* OU *Amblyopia* OU *Refractive Errors* OU *Refraction Error* OU *Hyperopia* OU *Hypermetropia* OU *Myopia* OU *Astigmatism* OU *Strabismus* OU *Esotropia* OU *Exotropia* OU *Convergent Strabismus* OU *Divergent Strabismus*

ET

Infant, Newborn OU *Newborn* OU *Infant* OU *Child, Preschool* OU *Preschool Child* OU *Child*

ont été croisés à :

Guideline(s) OU *Practice guideline(s)* OU *Health planning guidelines* OU *Consensus Development Conferences* OU *Consensus Development Conferences, NIH* OU *Medical Decision Making* OU *Decision Support Techniques* OU *Decision Trees* OU *Decision Analysis* (dans le titre) OU *Meta-analysis* OU *Review literature*.

105 références ont été obtenues : 53 dans MEDLINE, 44 dans EMBASE, 8 dans HEALTHSTAR.

? Épidémiologie (Europe) : 1990-2000

Les mots clés initiaux ont été associés à :

Epidemiology OU *Incidence* OU *Prevalence*) ET *(Europe* OU *France* OU *French*).

31 références ont été obtenues : 19 dans MEDLINE, 11 dans EMBASE, 1 dans HEALTHSTAR.

De plus, la BDSP (Banque de Données en Santé Publique) a été interrogée, 6 références ont ainsi été obtenues.

? Diagnostic (spécificité et sensibilité du diagnostic) : 1995-2000

Les mots clés initiaux ont été associés à :

Diagnostic

ET

Diagnostic value OU *Sensitivity and Specificity* OU *Reference Standards* OU *Standard* OU *Reproducibility of Results* OU *Reproducibility* OU *Reliability* OU *Diagnostic Accuracy* OU *Predictive Value of Tests* OU *Evaluation*.

107 références ont été obtenues : 100 dans MEDLINE, 7 dans EMBASE.

? Signes cliniques (sans limitation de date)

Les mots clés initiaux ont été croisés à :

Fixation : 1995-2000

Fixation, Ocular OU *Eye Fixation* OU *Ocular Fixation* (en texte libre) OU *Fixation Reflex* (en texte libre) OU *Fixation* (en texte libre).

60 références ont été obtenues : 39 dans MEDLINE, 21 dans EMBASE.

Réflexe photomoteur (sans limitation de date)

Reflex, Pupillary OU *Pupil Reflex* OU *Pupillary Light Reflex* (en texte libre) OU *Pupillary Reaction Light* (en texte libre) OU *Corneal Light Reflex* (en texte libre) OU *Pupillary Contraction Amplitude* (en texte libre).

57 références ont été obtenues : 43 dans MEDLINE, 14 dans EMBASE.

Lueur pupillaire (sans limitation de date)

Bright Light Pupil (en texte libre) OU *Leuc(k)ocoria* (en texte libre).

24 références ont été obtenues : 17 dans MEDLINE, 7 dans EMBASE.

Réactivité à la lumière (sans limitation de date)

Reactivity to light (en texte libre) OU *Photo Reactive Reflex* (en texte libre) OU *Light Stimuli* (en texte libre).

13 références ont été obtenues : 7 dans MEDLINE, 6 dans EMBASE.

Clignement à la menace (sans limitation de date)

Blinking OU *Eyelid Reflex* OU *Blink Reflex* (en texte libre).

16 références ont été obtenues : 12 dans MEDLINE, 4 dans EMBASE.

? Facteurs de risque : 1995-2000

Les mots clés initiaux ont été associés à :

Risk OU *Risk Factor* OU *High Risk Population* OU *Newborn Hypoxia* OU *Fetal Anoxia* OU *Pedigree* OU *Family History* OU *Prematurity* OU *Infant, Premature* OU *Labor, Premature*.

339 références ont été obtenues : 183 dans MEDLINE, 153 dans EMBASE, 3 dans HEALTHSTAR.

Des recherches plus spécifiques ont porté sur les risques dus :

aux **craniosténoses** : (sans limitation de date)

Les mots clés initiaux ont été croisés à :

Craniosynostoses OU *Craniofacial Dysostosis* OU *Craniofacial Synostosis* OU *Crouzon Syndrome* OU *Skull Malformation* OU *Craniofacial Abnormalities* OU *Plagiocephaly* (en texte libre) OU *Trigonocephaly* (en texte libre) OU *Crouzon* (en texte libre).

139 références ont été obtenues : 103 dans MEDLINE, 36 dans EMBASE.

au **cytomégalovirus** : 1990-2000

Les mots clés initiaux associés à *Eye Disease(s)* OU *Eye Manifestations* OU *Eye Abnormalities* OU *Eye Malformation* OU *Retinitis* OU *Chorioretinitis* OU *Cytomegalovirus retinitis*

ont été croisés à :

Congenital Cytomegalovirus (en texte libre) OU *Cytomegalovirus Infection(s)*

ET

(*Congenital Transmission* OU *Disease Transmission, Vertical* OU *Vertical Transmission*).

15 références ont été obtenues : 9 dans MEDLINE, 6 dans EMBASE.

Au **HIV** : 1990-2000

Les mêmes mots clés ont été croisés à :

HIV OU *Human Immunodeficiency Virus* OU *HIV Infections* OU *Human Immunodeficiency Virus Infection*

ET

Case Control Study(ies) OU *Retrospective Study* OU *Cohort Studies* OU *Cohort Analysis* OU *Longitudinal Study* OU *Prospective Study* OU *Follow Up* OU *Cross Sectional Studies* OU *Crossover Procedure*.

15 références ont été obtenues : 9 dans MEDLINE, 6 dans EMBASE.

? Facteurs pronostiques :

Les mots clés initiaux ont été associés à :

Disease progression OU *Disease Course* OU *Prognosis* OU *Prediction and Forecasting* OU *Natural Course* (dans le titre) OU *Natural History* (dans le titre).

120 références ont été obtenues : 90 dans MEDLINE, 30 dans EMBASE.

? Dépistage : 1995-2000

Les mots clés initiaux ont été associés à :

Screening OU *Mass Screening* OU *Vision Screening* OU *Vision Test(s)*.

291 références ont été obtenues : 198 dans MEDLINE, 84 dans EMBASE, 9 dans HEALTHSTAR.

Des recherches plus spécifiques ont été conduites afin de trouver des tests visuels plus anciens et toujours employés. Seules les publications traitant de la sensibilité ou de la spécificité de ces tests sont recherchées :

? Tests visuels (spécificité)

Les mots clés initiaux ont été associés à :

Screening test OU *Mass Screening* OU *Visual Acuity* OU *Vision Test* OU *Vision Screening*

ET

Methods OU *Instrumentation* OU *Standards*

ET

Diagnostic value OU *Sensitivity and Specificity* OU *Reference Standards* OU *Standard* OU *Reproducibility of Results* OU *Reproducibility* OU *Reliability* OU *Diagnostic Accuracy* OU *Predictive Value of Tests* OU *Evaluation*.

203 références ont été obtenues : 179 dans MEDLINE, 22 dans EMBASE, 2 dans HEALTHSTAR.

Des recherches complémentaires ont porté sur :

Des **tests de dépistage** :

Réfractomètres automatiques : 1990-2000

Autorefractometer OU *Autorefractometry* OU *Automated Refractometer* OU *Automated Refractometry* OU *Automated Refraction* OU *Automatic Refraction* (tous en texte libre).

65 références ont été obtenues : 44 dans MEDLINE, 6 dans EMBASE, 15 dans Pascal.

Vidéoréfraction

Videorefraction OU *Videorefractor* OU *Videorefractive* (tous en texte libre).

16 références ont été obtenues : 15 dans MEDLINE, 1 dans EMBASE.

Des tests d'acuité visuelle

Baby-vision OU Bébévvision, Cadet, Monoyer, Rossano, Scolatest, Sheridan-Gardner, échelles de lettres de Snellen et E de Snellen (en texte libre).

Des tests de vision stéréoscopique

Lang, Mentor, Random dot E, Stereofly, Worth 4-Dot Test (en texte libre).

Des tests de strabisme

Gracis, Jampolski (en texte libre).

? Collyres mydriatiques

Les mots clés : *Mydriatics* OU *Mydriatic Agent* OU *Atropine* OU *Cyclopentolate* OU *Tropicamide* OU *Homatropine* OU *Phenylephrine*

ET

Infant, Newborn OU *Newborn* OU *Infant* OU *Child, Preschool* OU *Preschool Child* OU *Child*.

ont été associés à :

Adverse Effects OU *Drug Administration*.

43 références ont été obtenues : 36 dans MEDLINE, 2 dans EMBASE, 5 dans HEALTHSTAR.

? Littérature française : 1990-2000

La base PASCAL a été interrogée.

Les mots clés initiaux ont été recherchés en texte libre.

103 références ont été obtenues depuis 1990.

II. Recherche manuelle

Les sommaires des revues suivantes ont été dépouillés :

- Journal Français d'Ophthalmologie
- British Journal of Ophthalmology
- American Journal of Ophthalmology
- Strabismus
- Journal of AAPOS (American Academy of Pediatric Ophthalmology and Strabismus)
- Investigative Ophthalmology and Visual Science
- Optometry and vision science (American Academy of Optometry)

Au total, les recherches documentaires ont permis d'identifier 1 798 publications, 840 ont été analysées et 147 ont été retenues.

RECOMMANDATIONS

I. INTRODUCTION

Ces recommandations concernent le dépistage des troubles visuels chez l'enfant de moins de 6 ans. Elles ont été élaborées à la demande de la Direction Générale de la Santé dans le but de préciser l'âge optimal du dépistage et ses modalités.

Elles sont destinées à tous les professionnels susceptibles de s'impliquer dans ce dépistage : pédiatres, médecins généralistes, médecins des centres de protection maternelle et infantile, médecins et infirmières scolaires, ophtalmologistes, orthoptistes.

Selon le niveau de preuve des études sur lesquelles elles sont fondées, elles sont classées en grade A, B ou C :

- une recommandation de grade A est fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve, par exemple essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur et/ou méta-analyse d'essais contrôlés randomisés et/ou analyse de décision basée sur des études bien menées ;
- une recommandation de grade B est fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve, par exemple essais comparatifs randomisés de faible puissance, études comparatives non randomisées bien menées, études de cohorte ;
- une recommandation de grade C est fondée sur des études de moindre niveau de preuve, par exemple études cas-témoins, séries de cas.

En l'absence de précision, les recommandations reposent sur un accord professionnel exprimé par le groupe de travail et le groupe de lecture. Du fait de la littérature existante, les recommandations ci-dessous reposent principalement sur un accord professionnel.

II. DÉFINITIONS

L'amblyopie est une insuffisance uni- ou bilatérale de certaines aptitudes visuelles, principalement de la discrimination des formes, entraînant chez l'enfant un trouble de la maturation du cortex visuel irréversible en l'absence de traitement. Cette définition englobe :

- l'amblyopie organique due à une cause organique quels qu'en soient le type ou la localisation au niveau du système visuel ;
- l'amblyopie de privation, par absence de stimuli appropriés atteignant la rétine du fait d'un obstacle sur le trajet des rayons lumineux. Elle n'est pas toujours distinguée de l'amblyopie organique. L'intérêt de l'individualiser est une raison pronostique : dans l'amblyopie de privation, la suppression de l'obstacle peut entraîner la récupération, alors que dans l'amblyopie organique, la récupération est plus aléatoire ;
- l'amblyopie fonctionnelle, où aucune lésion du moins apparente ne vient expliquer la baisse d'acuité visuelle. C'est l'amblyopie liée au strabisme et aux troubles de la réfraction ;
- l'amblyopie mixte avec tous les intermédiaires possibles entre l'amblyopie purement organique et l'amblyopie purement fonctionnelle.

Les facteurs amblyogènes sont représentés par l'ensemble des troubles visuels susceptibles d'entraîner une amblyopie, c'est-à-dire :

- les troubles de la réfraction (myopie, astigmatisme, hypermétropie) qui peuvent toucher les deux yeux de manière identique (amétropie) ou non ; dans ce dernier cas il s'agit d'anisométrie, c'est-à-dire d'une différence de réfraction, au moins égale à une dioptrie ;
- le strabisme ;
- les atteintes organiques de l'œil (rétinopathie, rétinoblastome, cataracte, opacités cornéennes, nystagmus, glaucome congénital) ;
- les obstacles sur le trajet des rayons lumineux (ptosis, hémangiome, occlusion de l'œil).

III. JUSTIFICATION DU DÉPISTAGE DES TROUBLES VISUELS

Il est justifié de dépister les troubles visuels de l'enfant afin de prévenir l'amblyopie car :

- les facteurs amblyogènes sont pour la plupart accessibles à un traitement reconnu efficace ;
- l'amblyopie une fois constituée n'est réversible sous traitement que pendant une période déterminée, dite période sensible (le meilleur moment pour le traitement se situerait avant 3 ans, cependant l'amblyopie est susceptible d'apparaître jusqu'à la fin de la maturation du système visuel, soit jusqu'à 6 - 7 ans) ;
- la prévalence des principaux facteurs amblyogènes chez l'enfant de moins de 6 ans, estimée à partir des données des autres pays développés ¹, varie de 3 à 9 % pour le strabisme et de 1,4 à 20 % pour les troubles de la réfraction, selon le trouble de la réfraction considéré. L'amblyopie est le plus souvent liée à un trouble de la réfraction ou à un strabisme. L'anisométrie et le strabisme, isolés ou associés, sont les facteurs les plus amblyogènes.
- la prévalence de l'amblyopie en France chez l'enfant de moins de 6 ans, évaluée sur des études de qualité discutable, varie de 0,48/1 000 pour les amblyopies définies par une acuité visuelle inférieure ou égale à 4/10^{es} à 14,5 % pour les amblyopies définies par toute diminution de l'acuité visuelle.

Compte tenu de la prévalence des facteurs amblyogènes et de la nécessité d'identifier une amblyopie quand elle est encore réversible, la connaissance des situations à risque d'apparition d'un trouble visuel et des signes d'appel d'une anomalie la vision chez l'enfant est recommandée à tous les professionnels de santé de la petite enfance.

¹ il n'a pas été identifié d'études méthodologiquement acceptables en France

IV. POPULATIONS À DÉPISTER

IV.1. Enfants ayant des signes d'appel d'un trouble visuel

IV.1.1. Avant 6 mois

Les signes d'appel sont :

- une anomalie objective au niveau des paupières, des globes oculaires, des conjonctives, de la cornée, des pupilles ;
- un strabisme : tout strabisme constant avant 4 mois est pathologique, tout strabisme même intermittent après 4 mois est pathologique ;
- un nystagmus ;
- un torticolis ;
- une anomalie du comportement évoquant un trouble visuel :
 - manque d'intérêt aux stimuli visuels, absence de clignement à la lumière dès les premiers jours,
 - absence du réflexe de fixation (déplacement de l'œil en réponse à un stimulus) après 1 mois,
 - absence du réflexe de clignement à la menace après 3 mois, du réflexe de poursuite oculaire (incapacité à maintenir une fixation durable sur une cible en mouvement) après 4 mois,
 - retard d'acquisition de la préhension des objets (normalement présente entre 4 et 5 mois),
 - pauvreté de la mimique, absence de sourire, plafonnement ou errance du regard, signe oculo-digital (l'enfant se touche fréquemment les yeux). Ces anomalies, surtout l'errance du regard et le signe oculo-digital, doivent faire évoquer une malvoyance profonde et imposent un examen ophtalmologique rapide.

Ces signes d'appel sont importants à connaître car ils restent valables quel que soit l'âge de l'enfant.

IV.1.2. De 6 mois à jusqu'à l'acquisition de la parole

En plus des signes précédents, les comportements suivants sont également à considérer comme signe d'appel d'un trouble visuel : enfant qui se cogne, tombe fréquemment, bute sur les trottoirs ou les marches d'escaliers, plisse des yeux ou fait des grimaces, ferme un œil au soleil, semble photophobe.

IV.1.3. Après l'acquisition de la parole (l'enfant d'âge verbal)

En plus des signes précédents, les signes fonctionnels suivants signalés par l'enfant sont également à prendre en compte : picotements et brûlures oculaires, gêne visuelle en vision de loin ou en vision de près, diplopie, céphalées (évocatrices d'un trouble visuel quand elles surviennent en fin de journée ou après fixation prolongée).

IV.1.4. Modalités du dépistage

Il est recommandé de réaliser un examen ophtalmologique (comprenant une étude de la réfraction après cycloplégie) dès l'apparition d'un ou de plusieurs des signes d'appel d'un trouble visuel.

Dans tous les cas, une anomalie de la cornée et/ou l'existence de leuocorie (tache blanche sur la pupille) et/ou un nystagmus d'apparition récente imposent un examen ophtalmologique dans les jours qui suivent leur constatation.

IV.2. **Enfants présentant une pathologie ou des antécédents (personnels ou familiaux) favorisant l'apparition d'un facteur amblyogène**

Il est recommandé de considérer les situations cliniques suivantes comme des situations favorisant l'apparition d'un facteur amblyogène :

- la prématurité, surtout en cas d'âge gestationnel inférieur à 32 semaines révolues et/ou d'association avec une rétinopathie du prématuré et/ou une complication cérébrale de la prématurité (grade B) ;
- le petit poids de naissance, inférieur à 2 500 grammes, surtout s'il est inférieur à 1 500 grammes (grade B) ;
- l'infirmité motrice cérébrale, les troubles neuromoteurs (grade C) ;
- les anomalies chromosomiques, en particulier la trisomie 21 (grade C) ;
- les craniosténoses (grade C) et les malformations de la face ;
- les embryofœtopathies ;
- une exposition *in utero* à la cocaïne et/ou à l'alcool et/ou au tabac (grade C) ;
- des antécédents familiaux de troubles de la réfraction (hypermétropie, myopie, anisométrie) ou de strabisme, y compris l'existence d'un strabisme chez un jumeau (grade C).

Chez ces enfants, il est recommandé un bilan visuel à la naissance et il est proposé un examen ophtalmologique comprenant une étude de la réfraction après cycloplégie, si possible entre 3 et 12 mois, même en l'absence de signes d'appel.

Dans le cas particulier du prématuré, il est recommandé en plus de dépister l'existence d'une rétinopathie du prématuré entre 4 et 6 semaines après la naissance.

IV.3. **Enfants sans signes d'appel et ne présentant pas de risque personnel ou familial d'apparition d'un facteur amblyogène**

Compte tenu d'une part de la prévalence dans la population générale des enfants de moins de 6 ans de l'amblyopie et des facteurs amblyogènes, d'autre part de la gravité des anomalies organiques, il est proposé de pratiquer systématiquement un bilan visuel aux trois âges suivants : à la naissance, entre 9 et 15 mois, entre 2 ans et demi et 4 ans (après l'acquisition de la parole).

L'examen visuel à la naissance et à 9 mois fait déjà partie des bilans de santé préconisés par le carnet de santé pour chaque enfant, mais les modalités de cet examen gagneraient à être précisées.

V. MODALITÉS DE REPERAGE DES TROUBLES VISUELS DANS LA POPULATION GÉNÉRALE DES ENFANTS DE MOINS DE 6 ANS

Les modalités de ce repérage sont proposées aux différents professionnels impliqués en fonction de leur formation, des moyens dont ils disposent et de leur maîtrise de ces moyens. Les tests de dépistage proposés dans ces recommandations soit n'ont pas fait l'objet d'une évaluation par rapport à un examen ophtalmologique de référence, soit ont montré une sensibilité médiocre par rapport à cet examen. En recommandant d'utiliser plusieurs tests, explorant chacun un trouble visuel différent (strabisme, trouble de vision stéréoscopique, diminution de l'acuité visuelle), il est possible que l'on augmente la performance globale du bilan visuel, mais ce n'est pas prouvé.

V.1. Bilan visuel dans les 8 premiers jours de vie

Le bilan visuel recommandé comporte :

1. un interrogatoire des parents
Il a pour but de préciser l'existence éventuelle de situations cliniques à risque, telles qu'elles ont été définies plus haut, afin de prévoir un examen ophtalmologique avant 1 an.
2. un examen externe de l'œil :
 - examen des paupières
 - vérification de la symétrie des globes oculaires
 - examen à l'aide d'un point lumineux (« lampe-crayon ») de la sclérotique, de la conjonctive, de la cornée, de l'iris, des pupilles.

Les pupilles doivent être noires, rondes, de même taille, et la cornée parfaitement transparente. L'examen des pupilles se fait au mieux avec un ophtalmoscope, qui permet l'étude de la lueur pupillaire ; celle-ci doit être rouge - orangé, de la même couleur pour les deux yeux.

3. une recherche des réflexes visuels normalement présents à la naissance, selon l'ordre de réalisation suivant :
 - réflexe d'attraction du regard à la lumière douce
 - réflexe photo moteur, étudié sur un œil en cachant l'œil controlatéral
 - réflexe de fermeture des paupières à l'éblouissement.

Toute anomalie de cet examen impose un examen ophtalmologique. Celui-ci doit être réalisé dans les jours qui suivent en cas de baisse de transparence cornéenne ou d'une cornée agrandie (mégacornée) ou de toute autre anomalie de la cornée et/ou en cas de leucocorie et/ou en cas d'anomalie de la lueur pupillaire.

V.2. Bilan visuel à l'âge préverbal (idéalement entre 9 et 15 mois)

Le bilan visuel recommandé comporte :

1. un interrogatoire des parents afin de préciser l'existence éventuelle de situations cliniques à risque (telles qu'elles ont été définies plus haut), et de signes d'appel ;
2. un examen externe de l'œil, identique à celui de la naissance ;

3. une recherche des premiers réflexes visuels :
 - réflexe d'attraction du regard à la lumière douce, réflexe photomoteur, réflexe de fermeture des paupières à l'éblouissement, présents dès la naissance,
 - réflexe de fixation, normalement présent à 1 mois,
 - réflexe de clignement à la menace, normalement présent à 3 mois,
 - réflexe de maintien du parallélisme des axes visuels, normalement présent à 3 mois (les deux yeux se dirigent de manière conjuguée et parallèle sur l'objet à fixer),
 - réflexe de poursuite, normalement présent à 4 mois (l'enfant doit pouvoir suivre des yeux de façon durable une cible en mouvement dans le plan vertical puis horizontal, sans avoir besoin de bouger ni la tête ni le corps),
 - réflexe de convergence, normalement présent à 4 mois (quand on fait fixer à l'enfant un objet présenté à distance de son nez et qu'on le rapproche de lui, les axes visuels perdent leur parallélisme et les deux yeux convergent sur l'objet de manière symétrique),
4. une recherche d'une défense à l'occlusion en faisant fixer un jouet ou un visage à l'enfant, puis en cachant un œil puis l'autre : si l'enfant refuse l'occlusion d'un œil et accepte l'occlusion de l'autre, il est suspect d'amblyopie sur l'œil qu'il accepte de voir caché,
5. un dépistage du strabisme à l'aide
 - de l'étude des reflets cornéens,
 - du test de l'écran unilatéral puis alterné «de près» (c'est-à-dire en faisant fixer une cible à 40 centimètres environ de l'enfant),
 - des lunettes à secteur de dépistage.

Le dépistage du strabisme peut être complété par une recherche de micro-strabisme qui est réalisable à partir de 6 mois avec le bi-prisme de Gracis ou le prisme d'Irvine et Jampolsky. Pour un des tests proposés (test de l'écran), une étude a montré que les performances du test étaient liées à l'entraînement de l'examineur ;

6. une estimation de la vision stéréoscopique de près par le test de Lang I, théoriquement réalisable à partir de 6 mois (avant l'acquisition de la parole, le test de Lang n'a de valeur que si l'enfant le réussit ; on peut alors présumer qu'il existe une ébauche de vision stéréoscopique, alors que l'échec peut être lié soit à une anomalie de la vision stéréoscopique, soit à une impossibilité de réalisation du test liée à l'âge de l'enfant).

Toute anomalie de ce bilan visuel (sauf si la seule anomalie constatée est un échec au test de Lang) impose un examen ophtalmologique comprenant un examen de la réfraction après cycloplégie. L'examen ophtalmologique doit être réalisé dans les jours qui suivent en cas de baisse de transparence cornéenne ou d'une cornée agrandie (mégaloconée) ou de toute autre anomalie de la cornée, et/ou en cas de leucocorie et/ou en cas d'anomalie de la lueur pupillaire et/ou en cas de nystagmus d'apparition récente.

Il n'est pas recommandé lors du dépistage entre 9 et 15 mois de réaliser un examen de la fonction visuelle par les cartons de Teller ou par le test du bébé-vision tropique (grade C), ni de réaliser un examen de la réfraction en l'absence de dilatation de la pupille par un cycloplégique, que ce soit par photoréfraction, par vidéoréfraction, ou par réfractomètre portable du fait des performances actuellement insuffisantes de ces techniques (grade C).

Même en l'absence d'anomalie au bilan visuel à l'âge préverbal, il serait souhaitable de le compléter par un examen de la réfraction après cycloplégie afin de dépister une amétropie ou une anisométrie. Cet examen est à associer à un fond d'œil pour dépister dans le même temps une anomalie organique.

Les auteurs de ces recommandations sont conscients des difficultés à pratiquer un tel examen chez tous les enfants avant 3 ans mais c'est actuellement la seule méthode fiable pour dépister une anomalie de la réfraction potentiellement amblyogène.

V.3. Bilan visuel à l'âge verbal (idéalement entre 2 ans et demi et 4 ans)

Le bilan visuel recommandé comporte :

1. un examen externe de l'œil, identique aux précédents ;
2. une recherche du réflexe photomoteur ;
3. un dépistage du strabisme, identique à celui de l'enfant d'âge préverbal, sauf pour le test de l'écran unilatéral puis alterné (au test de l'écran «de près » où la cible à fixer est à 40 centimètres environ de l'enfant, s'ajoute le test de l'écran «de loin » où la cible à fixer doit être située à au moins 3 mètres de l'enfant) ;
4. une mesure de l'acuité visuelle de loin,
 - soit par une échelle d'images (échelle de Pigassou, échelle du Cadet, et au mieux, échelle de Sander-Zanlonghi),
 - soit par une échelle de lettres (échelle du Cadet) en utilisant la possibilité d'appariement pour les lettres ;
5. une estimation de la vision stéréoscopique par le test de Lang I ou II en pratique pédiatrique courante, en milieu spécialisé, il est possible d'utiliser les tests Randot et TNO, qui permettent une évaluation plus précise de la vision du relief.

Toute anomalie de cet examen impose un examen ophtalmologique comprenant un examen de la réfraction après cycloplégie. Celui-ci est à réaliser dans les jours qui suivent en cas de baisse de transparence cornéenne ou d'une cornée agrandie (mégaloconée) ou de toute autre anomalie de la cornée et/ou en cas de leucocorie et/ou en cas d'anomalie de la lueur pupillaire et/ou en cas de nystagmus d'apparition récente.

Il est recommandé les principes suivants pour la mesure de l'acuité visuelle de loin :

- les échelles visuelles citées ci-dessus sont à présenter à 2,50 mètres de l'enfant, qui doit porter ses lunettes correctrices, s'il en a ;
- les symboles (lettres ou images) ne sont pas présentés isolément (cependant en médecine scolaire, deux tests utilisant une présentation isolée des symboles, le Scolatest et l'échelle de Sheridan-Gardiner à 5 ou 7 lettres, peuvent être proposés compte tenu de leur facilité d'emploi mais il faut alors tenir compte du fait que l'acuité visuelle qu'ils mesurent peut être surestimée) ;
- l'acuité visuelle est testée pour chaque œil séparément (l'œil non testé est obturé par un pansement oculaire occlusif ou par des lunettes dont un verre est dépoli et non par la main de l'observateur, ni par un morceau de carton ou par une petite palette) ;
- une acuité visuelle inférieure à 7/10^{es} entre 3 et 4 ans (inférieure ou égale à 7/10^{es} pour le Scolatest et l'échelle de Sheridan-Gardiner), ou une différence d'acuité visuelle égale ou supérieure à 2/10^{es} entre les deux yeux (même si par ailleurs l'enfant à une acuité visuelle à chaque œil normale, ou supérieure à la normale, pour son âge) sont à considérer comme anormales.

VI. CONCLUSION

Compte tenu de la prévalence des facteurs amblyogènes et de la nécessité d'identifier une amblyopie quand elle est encore réversible (soit avant 6 ans), la connaissance des situations à risque d'apparition d'un trouble visuel et des signes d'appel d'une anomalie de la vision chez l'enfant est recommandée à tous les professionnels de santé de la petite enfance.

L'examen ophtalmologique avec une rétinoscopie sous cycloplégie reste le seul examen de référence pour le diagnostic d'un trouble visuel chez l'enfant. Le développement d'outils permettant une étude de la réfraction sans cycloplégie est à poursuivre.

Un programme national de dépistage systématique des troubles visuels ne peut pas être actuellement recommandé compte tenu des incertitudes sur les performances des programmes de dépistage actuellement en place au niveau régional ou départemental. L'évaluation selon une méthodologie rigoureuse de ces programmes serait donc à réaliser.

ARGUMENTAIRE

La Direction générale de la santé a demandé à l'ANAES d'élaborer des recommandations pour la pratique professionnelle concernant le dépistage précoce des troubles de la fonction visuelle de l'enfant, afin de prévenir l'amblyopie.

Ce dépistage se justifie par le fait que les troubles visuels susceptibles d'entraîner une amblyopie sont pour la plupart accessibles à un traitement et que la prévention de l'amblyopie doit se faire précocement. En effet, une fois constituée, l'amblyopie n'est accessible à un traitement que pendant une période déterminée, avant la fin de la maturation du système visuel. Par ailleurs, plus la prise en charge de l'amblyopie est précoce, plus rapide est la récupération et meilleur est le pronostic visuel.

Ces recommandations sont destinées à tous les professionnels impliqués dans ce dépistage : médecins généralistes, médecins de protection maternelle et infantile, médecins et infirmières scolaires, pédiatres, ophtalmologistes, orthoptistes.

Les questions auxquelles le groupe de travail a répondu sont les suivantes :

- 1 - Quelles sont les populations à risque ?
- 2 - Quels sont les signes d'appel évoquant un trouble visuel ?
- 3 - Quels sont les examens disponibles et quelles sont leurs performances ?
- 4 - Chez quels enfants doit-on rechercher un trouble visuel susceptible d'entraîner une amblyopie et avec quelles méthodes ?

Le sujet a été limité aux modalités de dépistage des troubles visuels susceptibles d'entraîner une diminution de la fonction visuelle chez l'enfant de moins de 6 ans. Deux périodes ont été considérées : l'âge préverbal, avant l'acquisition de la parole, et l'âge verbal, car les méthodes de dépistage peuvent différer entre ces deux périodes.

I. DÉFINITIONS ET BASES PHYSIOPATHOLOGIQUES

I.1. Définitions

Pour le dictionnaire des termes de médecine (Flammarion Médecine–Sciences), le terme d'amblyopie signifie simplement « la perte partielle ou relative de la vision sans altérations oculaires visibles ». Ce terme est parfois employé, mais à tort, pour désigner toute baisse de l'acuité visuelle. C'est l'« œil paresseux » des Anglo-Saxons (1). Cette définition se limite à celle de l'amblyopie fonctionnelle, c'est-à-dire à une « baisse de vision uni ou bilatérale pour laquelle aucune cause évidente ne peut être décelée par l'examen physique de l'œil et qui dans certains cas appropriés est corrigable par des mesures thérapeutiques » selon la définition classique de Burian et von Noorden (2).

Plus récemment la notion d'amblyopie a été élargie, et elle est maintenant définie comme « une diminution, uni ou bilatérale, de certaines aptitudes visuelles, principalement de la discrimination des formes » (3,4). Cette définition recouvre toutes les amblyopies, quelle qu'en soit l'étiologie. La définition retenue par le groupe de travail est presque identique : **l'amblyopie est une insuffisance uni ou bilatérale de certaines aptitudes visuelles, principalement de la discrimination des formes.**

Dans son rapport de 1999 (5), la Société Française d'Ophthalmologie en considère 3 types, l'amblyopie de privation, l'amblyopie organique, l'amblyopie fonctionnelle.

I.1.1. L'amblyopie de privation

Elle est attribuable à une insuffisance ou une absence de stimuli appropriés atteignant la rétine pendant la période de développement, du fait d'un obstacle siégeant sur le trajet des rayons lumineux et qui persiste après la suppression de cet obstacle (3,4).

Les principales étiologies des amblyopies de privation sont (3,6) :

- l'hémangiome ;
- le ptosis ;
- l'occlusion de l'œil pour une raison médicale ou traumatique ;
- la cataracte congénitale.

L'amblyopie de privation n'est pas toujours distinguée de l'amblyopie organique, par exemple la cataracte congénitale peut être considérée soit comme une cause d'amblyopie de privation, soit comme une cause d'amblyopie organique (3). L'intérêt de l'individualiser est une raison pronostique : dans l'amblyopie de privation, la suppression de l'obstacle peut entraîner la récupération, dans l'amblyopie organique la récupération est plus aléatoire (consensus du groupe de travail).

I.1.2. L'amblyopie organique

Elle est due à une cause organique, quels qu'en soient le type ou la localisation au niveau du système visuel. Elle peut être unilatérale ou bilatérale. Dans ce dernier cas, elle rentre dans le cadre de la malvoyance (acuité visuelle du meilleur œil après correction supérieure à 1/20^e et inférieure à 4/10^{es}) (3).

Les principales étiologies de ces atteintes organiques sont selon Jeanrot et le consensus du groupe de travail :

- les affections rétinienne dégénératives, malformatives, tumorales (rétinoblastomes) ou traumatiques, dont les séquelles de la rétinopathie du prématuré ;
- les cataractes acquises, mais surtout congénitales ;
- les opacités de la cornée ;
- le nystagmus² ;
- le glaucome congénital.

I.1.3. L'amblyopie fonctionnelle ou amblyopie par suppression

Elle peut être définie comme « une baisse d'acuité visuelle, le plus souvent unilatérale, sans lésion, du moins apparente, qui puisse expliquer cette diminution. Elle touche essentiellement la vision centrale, avec la discrimination des formes » (3).

Il en existe deux grands types.

— *L'amblyopie strabique*

Dans le strabisme, il existe une interaction binoculaire anormale avec déviation des axes visuels et l'œil dévié est amblyope parce que l'image qui provient de lui est neutralisée par le cerveau.

² Le nystagmus peut être lié soit à une pathologie rétinienne (nystagmus sensoriel), soit à une cause d'origine centrale (7).

— *Les amblyopies réfractives et anisométriques*

Ce sont les amblyopies liées aux troubles de la réfraction. Ceux-ci sont quantifiés en dioptries, la dioptrie étant l'unité physique de puissance réfractive de l'œil. Les troubles de la réfraction ou amétropies (myopies, hypermétropies, astigmatismes isolés ou associés aux deux autres) peuvent toucher les deux yeux de manière identique ou différente d'un œil à l'autre. Dans ce dernier cas, il s'agit d'anisométrie définie par une différence importante (au moins égale à 1 dioptrie) de réfraction entre les deux yeux.

En cas d'amétropie bilatérale, les deux yeux peuvent devenir amblyopes par impossibilité à former une image nette sur l'un ou l'autre œil. En cas d'anisométrie, l'incapacité à obtenir une image nette et de taille égale simultanément au niveau des deux yeux entraîne la suppression de l'image d'un œil par le cerveau (6,8).

N.B. L'amblyopie peut être mixte, avec tous les intermédiaires possibles entre l'amblyopie purement organique et l'amblyopie purement fonctionnelle. Les troubles de la réfraction importants, en particulier la myopie avec ses complications rétiniennes fréquentes, entrent dans ce cadre (3).

La liaison entre les différents facteurs de risque d'amblyopie (ou facteurs amblyogènes) et l'amblyopie sera précisée avec les données de la littérature au chapitre III (facteurs de risque).

En France, l'amblyopie bilatérale grave, définie par une acuité visuelle comprise entre 4/10^{es} et 1/20^e pour le meilleur œil après correction, donne droit à indemnisation.

I.1.4. Définitions retenues pour le texte des recommandations

L'amblyopie est une insuffisance uni ou bilatérale de certaines aptitudes visuelles, principalement de la discrimination des formes. Cette définition englobe :

- l'amblyopie organique due à une cause organique quels qu'en soient le type ou la localisation au niveau du système visuel ;
- l'amblyopie de privation, par absence de stimuli appropriés atteignant la rétine du fait d'un obstacle sur le trajet des rayons lumineux ; elle n'est pas toujours distinguée de l'amblyopie organique ; l'intérêt de l'individualiser est une raison pronostique : dans l'amblyopie de privation, la suppression de l'obstacle peut entraîner la récupération, dans l'amblyopie organique la récupération est plus aléatoire ;
- l'amblyopie fonctionnelle, où aucune lésion du moins apparente ne vient expliquer la baisse d'acuité visuelle ; c'est l'amblyopie liée au strabisme et aux troubles de la réfraction ;
- l'amblyopie mixte avec tous les intermédiaires possibles entre l'amblyopie purement organique et l'amblyopie purement fonctionnelle.

Les facteurs amblyogènes sont représentés par l'ensemble des troubles visuels susceptibles d'entraîner une amblyopie, c'est-à-dire :

- les troubles de la réfraction (myopie, astigmatisme, hypermétropie) qui peuvent toucher les deux yeux de manière identique (amétropie) ou non ; dans ce dernier cas il s'agit d'anisométrie, c'est-à-dire d'une différence de réfraction, au moins égale à 1 dioptrie ;
- le strabisme ;
- les atteintes organiques de l'œil (rétinopathie, rétinoblastome, cataracte, opacités cornéennes, nystagmus, glaucome congénital) ;
- les obstacles sur le trajet des rayons lumineux (ptosis, hémangiome, occlusion de l'œil).

I.2. Bases physiopathologiques

Les bases physiopathologiques de l'amblyopie exposées ci-dessous sont issues de trois recommandations établies par consensus d'experts à partir d'une recherche bibliographique dont la méthodologie n'est pas précisée (6,9,10) :

- le système oculaire se développe entre la naissance et l'âge de 6 à 8 ans (9) ;
- pendant cette période sensible, le système oculaire est dépendant d'un apport sensoriel continu normal, et l'amblyopie se développe en cas de privation de cet apport normal (6) ;
- si la privation sensorielle dure suffisamment longtemps durant le stade sensible du développement cortical, celui-ci sera retardé ou ne se fera jamais correctement (6) ;
- à partir des observations faites sur les conséquences du traitement de l'amblyopie, il est admis qu'il existe une période critique pendant laquelle l'amblyopie est considérée comme réversible sous traitement, pendant les 2 à 3 premières années de vie, et particulièrement de 3 mois à 3 ans (6) ;
- le risque d'apparition de l'amblyopie persiste tant que le développement du potentiel visuel n'est pas complet et stable, généralement entre 5 et 6 ans (6) ; donc l'amblyopie apparaît rarement après 7 ans (10).

II. ÉPIDÉMIOLOGIE

Une revue générale non systématique a recensé en 1983 les difficultés propres à l'épidémiologie de l'amblyopie. Cette revue est reprise par deux recommandations existantes (6,9). Les auteurs de cette revue générale (1) notent que pour l'amblyopie, les données épidémiologiques varient considérablement d'une étude à l'autre car les fréquences relevées dépendent des définitions utilisées, selon que l'on considère l'amblyopie en général ou l'amblyopie uniquement fonctionnelle, selon le degré de perte d'acuité visuelle considérée dans la définition de l'amblyopie, et enfin selon la population sélectionnée. Les auteurs précisent également que la situation est encore compliquée par le fait que la sensibilité et la spécificité des techniques de dépistage utilisées pour définir une prévalence de l'amblyopie n'ont pas été vérifiées et varient d'une étude à l'autre et qu'il n'existe pas de standard pour établir le diagnostic d'amblyopie.

Les difficultés propres à l'épidémiologie de l'amblyopie ont été reprises dans une recommandation plus récente (1997) basée sur une recherche systématique de la littérature avec une méthodologie explicite (11). Cette revue indique qu'il n'a pas été retrouvé d'études dont l'objectif principal était d'établir la prévalence de l'amblyopie, des troubles de la réfraction et du strabisme chez les enfants de 3 à 4 ans. Les biais liés à l'évaluation de la prévalence à partir des campagnes de dépistage sont bien identifiés : la sous-estimation de la prévalence est fréquente car la plupart des tests diagnostiques ne détectent pas 100 % des troubles visuels recherchés (et seules les anomalies détectées par le dépistage sont identifiées) et les populations dépistées ne sont pas toutes représentatives.

Ainsi on peut conclure que les données ci-dessous ne sont qu'indicatives.

II.1. Prévalence et incidence de l'amblyopie

II.1.1. Données internationales

Aux USA, les résultats sur 2 ans (1979-1980) du programme de dépistage chez les enfants d'âge « préscolaire », soit 3 à 6 ans, de la *National Society to Prevent Blindness* montrent une prévalence de l'amblyopie confirmée inférieure à 1 %. Cette estimation, basée sur la mesure de l'acuité visuelle, est probablement sous-estimée car, compte tenu des difficultés à mesurer l'acuité visuelle, à cet âge, un nombre non négligeable d'enfants sont considérés comme « non testables » (données non publiées, citées par Hillis avec la permission des auteurs du programme) (1).

Une étude, sponsorisée par le *National Eye Institute* a montré que l'amblyopie fonctionnelle était la principale cause de perte de la vision monoculaire dans le groupe d'âge 20 à 70 ans, devant la rétinopathie diabétique, le glaucome, la dégénérescence maculaire, et la cataracte (12) cités par l'Association d'orthoptique américaine (9).

L'incidence de l'amblyopie, pour l'Association d'orthoptique américaine (9), chez les enfants d'âge préscolaire est estimée à 0,4 % par an.

En Suède, une étude a porté sur 3 271 enfants (soit l'ensemble des enfants nés en 1982 dans 3 districts différents du pays), qui avaient bénéficié d'un programme de dépistage incluant des examens répétés depuis 6 semaines jusqu'à 5 ans et demi. Ces enfants avaient été traités si nécessaire. Chez ces enfants, réexaminés à 10 ans, on retrouve une *prévalence* de 1,7 % d'amblyopes avec une acuité visuelle inférieure à 7/10^{es}, de 0,9 % d'amblyopes avec une acuité visuelle inférieure à 5/10^{es} et de 0,66 % avec une acuité visuelle inférieure à 1/10^e (13).

En Finlande, tous les enfants d'âge préscolaire (1 à 6 ans) d'une ville, soit 14 000 enfants, ont bénéficié d'un programme de dépistage pendant l'année scolaire 1982-1983. Cinq cent vingt-six ont été revus par l'ophtalmologiste pour troubles visuels, et 109 ont été diagnostiqués comme amblyopes (14), soit une prévalence de l'amblyopie de 0,78 % pour l'ensemble de la population considérée.

En Israël, une étude déjà ancienne (1971) chez 5 329 enfants indique une prévalence de l'amblyopie en fonction de l'âge (*tableau 1*) (15). Il n'a pas été retrouvé d'étude plus récente précisant la relation âge-prévalence de l'amblyopie.

Tableau 1. Prévalence de l'amblyopie en fonction de l'âge (15).

Groupe d'âge (en années)	Prévalence de l'amblyopie (%)
1,5 à 2	0,4
2-3	0,6
3-4	1,0
4-5	2,1
5-6	1,6

Ces données suggèrent une augmentation de la prévalence avec l'âge. Mais selon les auteurs, cette tendance ne reflète que la difficulté à faire le diagnostic d'une amblyopie chez l'enfant d'âge préverbal.

Une autre étude (16) portant sur 38 000 enfants de 1 an à 2 ans et demi, soit 98 % des enfants nés dans ce pays entre 1968 et 1972, a retrouvé une prévalence de 0.5% d'amblyopes d'origine strabique (seul le strabisme était recherché par le test de l'écran et par l'étude des reflets cornéens ; ces deux tests sont détaillés plus loin).

Au Royaume-Uni, des données indirectes sur la prévalence de l'amblyopie et des facteurs de risque d'amblyopie chez les enfants de 3 à 4 ans peuvent être extraites d'une revue de 1997 réalisée par le *National Coordinating Center for Health Technology Assessment group* au sein du *National Health Service* sur le dépistage préscolaire des troubles de la vision. Cette revue (11) indique que la prévalence au Royaume-Uni n'a pu être estimée qu'à partir de deux types d'études : l'analyse rétrospective des dossiers hospitaliers pour les hôpitaux qui servent de centre de référence pour les enfants d'une région donnée et le pourcentage de troubles visuels identifiés lors des campagnes de dépistage, avec les biais déjà cités. À partir des 15 études retenues, la fréquence de l'ensemble des trois troubles visuels dépistés (amblyopie, troubles de réfraction, strabisme cliniquement non décelable) varie de 2,4 à 6,1% de la population étudiée. Dans l'étude avec la fréquence de troubles visuels la plus basse, les troubles de la réfraction étaient exclus. Dans les deux études avec la fréquence de troubles visuels la plus élevée, il a été identifié 4,3 % d'enfants avec des troubles de la réfraction, sans préciser exactement leur degré de gravité. Si on exclut ces trois études, la fréquence des troubles visuels identifiés varie de 2,7 à 4,4 %, mais la prévalence exacte de l'amblyopie seule parmi les troubles visuels identifiés n'est pas précisée. Cette même revue cite une *incidence cumulée* jusqu'à 3 ans de 1,25 % et de 1,69 % jusqu'à 4 ans.

II.1.2. Données françaises

Des données de 1988 indiquent une prévalence d'enfants porteurs d'une amblyopie grave à 0,48/1000 (17).

Une étude rétrospective (18) sur 3 départements a retrouvé à partir des registres du CDES (Commission départementale d'éducation spéciale) 296 enfants porteurs d'un handicap visuel nés entre 1976 et 1985 et résidant dans l'un des 3 départements. Le seuil d'acuité visuelle retenu pour définir le handicap visuel était une acuité visuelle du meilleur œil après correction inférieure à 3/10^{es}. En rapportant ce nombre de 296 au nombre total d'enfants de moins de 9 ans résidant dans les 3 départements entre 1976 et 1985, la prévalence de ce handicap visuel chez les enfants de moins de 9 ans a été calculée à 0,80 pour 1000.

Comme pour le Royaume-Uni, on peut avoir une estimation des amblyopies, des facteurs amblyogènes ou des troubles visuels à partir des résultats des campagnes de dépistage systématique qui existent dans certains départements. Les données sont résumées dans le *tableau 2*.

Les prévalences indiquées ne sont qu'indicatives car on retrouve dans les études françaises des biais similaires à ceux identifiés dans les études étrangères :

- il n'existe pas toujours de confirmation par un examen ophtalmologique des troubles visuels retrouvés avec les tests de dépistage, or la sensibilité et la spécificité de ceux-ci sont variables d'un test à l'autre et sont parfois faibles (la validité des tests de dépistage sera détaillée au chapitre V) ;
- parfois les taux de troubles visuels indiqués sont ceux qui ont été confirmés sur un échantillon de la population considéré comme « à risque » lors du dépistage et ne sont pas calculés sur la totalité des enfants dépistés ;
- les seuils d'acuité visuelle retenus pour définir l'amblyopie ou pour demander une confirmation spécialisée varient selon les programmes ;
- et surtout les résultats d'une confirmation par un ophtalmologiste ne sont pas toujours communiqués à l'auteur du programme de dépistage.

Cependant, les deux études les plus récentes retrouvent une acuité visuelle inférieure à la normale chez 11 à 15,5 % des enfants de maternelle (19,20). Dans l'étude transversale de 1999 (20) portant sur la plus grande cohorte d'enfants (12 421), se trouve confortée la notion souvent citée par les ophtalmologistes : « 1 enfant sur 7 voit mal », même si on ne connaît pas encore les résultats de l'examen ophtalmologique conseillé à l'issue du dépistage.

Tableau 2. Épidémiologie : prévalence de l'amblyopie en France.

Auteur, année, référence	Lieu et date de l'étude	Taille de l'échantillon	Âge(s) étudié(s)	Tests utilisés*	Seuil d'acuité visuelle retenu	Confirmation par un examen ophtalmologique	Résultats
Defebvre 1996 (21)	France 1988	Population française de 1988	Tous âges confondus	Non indiqués	$\leq 4/10^{es}$ et $> 1/20^c$ pour le meilleur œil après correction	Oui	0,48/1 000
Arnaud 1998 (18)	Isère, Haute-Garonne, Saône-et-Loire 1976-1985	327 095	≤ 9 ans	Non indiqués	$< 3/10^{es}$	Non	0,80/1 000
Rezaiguia 1994 (22)	Bas-Rhin 1979-1989	4 972 considérés comme positifs ou à risque lors du dépistage	Âge moyen 4 ans et 1 mois (54 % après 4 ans)	Acuité visuelle de loin (Pigassou, E de Snellen), motilité oculaire, test de l'écran, lunettes à secteur de dépistage, convergence, test de Lang, reflets cornéens	$< 8/10^{es}$ de 2 à 4 ans $< 10/10^{es}$ après 4 ans et/ou différence d'acuité visuelle entre les 2 yeux d'au moins $2/10^{es}$	Oui	12,8 % d'amblyopes sur l'échantillon de 4 972 enfants sélectionnés
Lehingue 1992 (19)	Hérault 1987-1988	1 511 tirés au sort sur 8 650 enfants dans la tranche d'âge	3 ans et 9 mois à 5 ans et 6 mois	Acuité visuelle (Pigassou, Cadet, STYCAR), morphologie et motricité oculaire, test de l'écran, test des reflets cornéens)	Toute diminution d'acuité visuelle et moins de $3/10^{es}$ pour les amblyopes graves	Oui	11 % (avec 5,5 % d'amblyopes graves) sur l'échantillon de 1 511 enfants tirés au sort
Petit-Carrie 2001 (20)	Gironde 1999	12 235 sur les 12 421 enfants nés en 1995 et scolarisés en maternelle dans la région	3 à 4 ans	Acuité visuelle (STYCAR, Cadet images)	Diminution d'acuité visuelle $\leq 9/10^{es}$ au STYCAR test, $\leq 8/10^{es}$ au test Cadet	Non (conseillé par les auteurs du dépistage mais les résultats ne sont pas encore connus)	15,5 % soit 1 enfant sur 7 a une diminution de l'acuité visuelle, dont 63 % à 76 % (selon les secteurs régionaux étudiés) n'étaient pas connues avant le dépistage

*Les différents test utilisés sont décrits au chapitre VI

II.2. Prévalence des facteurs de risque d'amblyopie dans la population générale

Une étude espagnole (23) a étudié la fréquence des facteurs amblyogènes sur 1 179 enfants âgés de 3 à 6 ans. Ces enfants représentaient ceux qui avaient pu être examinés à partir d'un échantillon de 2 000 enfants tirés au sort sur l'ensemble des 8 167 enfants nés dans la même ville durant un période de 2 ans et demi. Le fait que plus de 600 enfants parmi les 2 000 tirés au sort n'aient pas pu être examinés pourrait être une source de biais.

L'acuité visuelle a été testée à l'aide d'optotypes de Marquez³ (non utilisés en France) chez 81,6 % des enfants ou d'optotypes de Pigassou (24) (test explicité plus loin) chez les autres. Une acuité visuelle anormale, même après correction, a été retrouvée chez 122 soit 10,4 % des enfants, avec une acuité visuelle inférieure à 5/10^{es} chez 55 enfants de moins de 5 ans et inférieure à 6/10^{es} chez 67 enfants de plus de 5 ans. Une différence d'acuité visuelle supérieure à 2/10^{es} entre les deux yeux a été retrouvée chez 88 enfants, soit 7,5 % des enfants.

Un strabisme ou un microstrabisme a été détecté par le test de l'écran (explicité plus loin) chez 78 enfants, soit 6,7 % de l'échantillon.

La réfraction a été étudiée après cycloplégie. Quarante-six enfants, soit 3,9 % de l'échantillon, étaient myopes (tous degrés de myopie confondus), 184 soit 15,6 % étaient hypermétropes (hypermétropie > 3 dioptries), 146 soit 12,4 % étaient astigmatés (astigmatisme > 1 dioptrie), et 17 enfants soit 1,4 % étaient anisométriques (anisométrie > 1,5 dioptrie). De plus, 6 soit 0,5 % avaient une anomalie au fond d'œil.

Une étude réalisée aux USA (25) a recherché la fréquence des mêmes facteurs amblyogènes chez 949 enfants âgés de 6 à 59 mois ayant bénéficié d'un examen ophtalmologique comportant une étude de la réfraction après cycloplégie. Trois enfants soit 0,32 % de l'échantillon étaient strabiques, 40 soit 4,2 % étaient myopes (myopie > 1 dioptrie), 70 soit 7,3 % étaient hypermétropes (hypermétropie > 2,75 dioptries), 122 soit 12,8 % étaient astigmatés, et 11 soit 1,16 % étaient anisométriques (anisométrie > 1,5 dioptrie). Un seul enfant présentait une opacité des milieux de l'œil (sans plus de précision).

Une étude britannique (26) a retrouvé la fréquence des troubles de la réfraction suivants chez 247 enfants de 1 an examinés par rétinoscopie sous cycloplégie : 5,2 % de myopies (tous degrés de myopie confondus), 45,3 % d'hypermétropies > 2 dioptries, 19,8 % d'hypermétropies > 3 dioptries, 9,7 % d'hypermétropies > 4 dioptries, 21,1 % d'astigmatismes > 1 dioptrie et 6,9 % d'astigmatismes > 2 dioptries. Aucune anisométrie > 2 dioptries n'a été retrouvée.

Une étude suédoise (27) a suivi de manière prospective 1 571 enfants, à partir de 1 an jusqu'à 7 ans. La prévalence à 7 ans du strabisme manifeste était de 8,7 % et celle du strabisme latent ou occasionnel était de 12 %. Les situations cliniques associées à l'existence du strabisme sont détaillées plus loin.

Une étude américaine (28) a étudié la prévalence dans une région donnée du Minnesota entre le 1^{er} janvier 1980 et le 31 décembre 1989 d'un cas particulier de strabisme, le strabisme convergent congénital, défini dans cette étude comme un strabisme installé avant 6 mois, permanent, avec une déviation importante des axes visuels, non lié à un trouble de l'accommodation, et sans anomalie du système nerveux. Sept cas ont été identifiés sur 17 536 enfants nés vivants, soit une prévalence de 27 pour 10 000. Les facteurs de risque associés sont détaillés plus loin.

³ Un optotype est un symbole utilisé pour tester l'acuité visuelle (lettre ou image).

Une étude de cohorte canadienne (29) sur 10 616 enfants examinés lors de leur entrée à l'école élémentaire (6-7 ans, les âges exacts ne sont pas précisés) par rétinoscopie sans cycloplégie a montré une prévalence de la myopie de 6 % dans cette tranche d'âge.

II.3. Conclusion

La prévalence de l'amblyopie en France est mal connue. Selon les études épidémiologiques dont la qualité méthodologique est discutable, elle varie de 0,48/1000 pour les amblyopies définies par une acuité visuelle inférieure ou égale à 4/10^{es} à 15,5 % pour les amblyopies définies par toute diminution de l'acuité visuelle.

La prévalence des facteurs amblyogènes dans la population des enfants de moins de 6 ans vivant dans les pays développés varie, selon les études, de 3 à 8,7 % pour le strabisme, de 4 à 6 % pour la myopie, de 7,3 à 19,8 % pour l'hypermétropie ($\geq 2,75$ dioptries), de 1,4 à 9 % pour l'anisométrie. Il n'a pas été identifié d'études méthodologiquement correctes permettant d'apprécier la prévalence des facteurs amblyogènes en France.

III. FACTEURS DE RISQUE D'AMBLYOPIE OU FACTEURS AMBLYOGÈNES ET LIAISON AVEC L'AMBLYOPIE

III.1. Facteurs amblyogènes d'origine ophtalmologique

III.1.1. Le strabisme

Dans l'étude israélienne déjà citée (16) portant sur 38 000 enfants très jeunes (1 an à 2 ans et demi), sur les 498 enfants strabiques, 206, soit 41 %, étaient amblyopes. Le strabisme convergent était 3 fois plus fréquent que le strabisme divergent et la moitié des strabiques convergents étaient amblyopes.

Dans une étude finlandaise (14) déjà citée au chapitre prévalence, qui a étudié en détail les 526 enfants présentant un trouble visuel à l'issue d'un programme de dépistage sur une année scolaire sur l'ensemble des 14 000 enfants de 1 à 6 ans du district, 141 enfants sur 526 étaient strabiques, avec 53 % de strabismes convergents et 47 % de strabismes divergents. L'amblyopie était présente dans 66 % des strabismes convergents et dans seulement 11 % des strabismes divergents.

Les données de la littérature montrent donc qu'il existe une liaison entre strabisme et amblyopie.

N.B. La recherche bibliographique pour cette recommandation a exclu toutes les données relatives au traitement. Il n'a donc pas pu être identifié d'études mentionnant les risques d'amblyopie liés aux microstrabismes résiduels méconnus après traitement chirurgical du strabisme. Cependant, une des recommandations de l'Association d'orthoptique américaine (consensus d'experts) mentionne ce risque (9) et par consensus, le groupe de travail a souhaité que ce type particulier de strabisme soit identifié comme facteur de risque. Par ailleurs les autres causes de déviation oculaire que sont les paralysies congénitales des nerfs oculomoteurs (par exemple le syndrome de Stilling-Türk-Duane et le syndrome de Brown) n'ont pas été développées soit du fait de leur rareté soit parce qu'elles sont peu amblyogènes (syndrome de Stilling- Türk-Duane).

III.1.2. Les troubles de la réfraction

— *Les amétropies (myopie, hypermétropie, astigmatisme)*

Dans l'étude finlandaise de Latvala mentionnée ci-dessus (14) sur 87 enfants hypermétropes (hypermétropie importante c'est-à-dire $\geq 3,5$ dioptries sur un œil ou sur les deux), 47 soit 54 % étaient amblyopes, et chez les 7 myopes (myopie importante c'est-à-dire $\geq -3,5$ dioptries), 2 étaient amblyopes. Sur 111 enfants astigmatés (astigmatisme > 1 dioptrie), 26 soit 23 % étaient amblyopes.

Une étude britannique (30) a dépisté les troubles de la réfraction chez 3 166 enfants âgés de 7 à 9 mois par photoréfraction après cycloplégie associée à un examen orthoptique. Tous les troubles de la réfraction dépistés ont été confirmés par rétinoscopie sous cycloplégie. Le groupe des enfants porteurs d'un trouble de la réfraction ainsi qu'un groupe contrôle d'enfants sélectionnés après randomisation parmi les enfants sans trouble de la réfraction, sans strabisme et sans atteinte organique de l'œil ont été suivis jusqu'à 4 ans. À cet âge, il y avait 6 fois plus d'amblyopes (13 fois plus de strabiques) parmi les 76 enfants diagnostiqués hypermétropes entre 7 et 9 mois et non corrigés depuis (hypermétropie $> 3,5$ dioptries) que parmi les 123 enfants du groupe contrôle.

Dans une autre étude (31) prospective britannique réalisée chez 186 enfants de 1 an, la présence à cet âge d'une hypermétropie bilatérale (> 2 dioptries) et/ou d'un astigmatisme ($> 1,5$ dioptrie), diagnostiqués par rétinoscopie après cycloplégie, était significativement associée à la présence d'une amblyopie à 3 ans et demi ($p < 0,00001$).

— *L'anisométrie définie par une différence de réfraction entre les deux yeux*

Dans une étude réalisée aux USA (32) sur une cohorte de 411 enfants non strabiques, de 3 à 14 ans et demi (âge moyen 8 ans 3/4), la recherche d'une amblyopie a été faite chez 50 enfants non anisométriques (groupe contrôle) et chez 361 anisométriques (anisométrie en liaison avec une hypermétropie ou avec une myopie, isolée ou associée à un astigmatisme). L'existence d'une anisométrie myopique importante (> 2 dioptries de différence entre les deux yeux) ou hypermétropique importante (> 1 dioptrie de différence entre les deux yeux) était significativement associée à l'existence d'une amblyopie ($p < 0,05$). L'existence d'une anisométrie myopique ou hypermétropique associée à un astigmatisme ($> 1,5$ dioptrie de différence entre les deux yeux) était significativement associée à l'existence d'une amblyopie ($p < 0,05$). Au-delà de ces seuils, plus l'anisométrie était importante, plus l'amblyopie était profonde ($p = 0,001$).

Dans une étude française réalisée par Vital-Durand (33) chez 2 143 enfants âgés de 5 à 15 mois, après un bilan visuel comprenant le test du bébé-vision tropique (explicité plus loin), un examen orthoptique, une rétinoscopie sous cycloplégie et un examen du fond d'œil, 87 enfants ont été identifiés comme amblyopes. Il a été retrouvé 17 % d'anisométries (≥ 1 dioptrie de différence entre les deux yeux) chez les amblyopes *versus* 7 % chez les non-amblyopes. Le risque de développer une amblyopie chez les enfants anisométriques était significativement plus élevé que chez les enfants non anisométriques (*odds-ratio* égal à 2,77-IC 95 % :1,48-5,12). Une des limites de cette étude est que la population étudiée n'est pas forcément représentative, les enfants examinés étant présentés par des parents soit inquiets à cause d'une histoire familiale de troubles visuels ou de risques périnataux, soit particulièrement soucieux de faire examiner tôt la vision de leur enfant.

Dans l'étude finlandaise de Latvala (14), sur les 57 enfants présentant une anisométrie (> 1 dioptrie de différence entre les deux yeux), 32 soit 56 % étaient amblyopes.

Dans une petite série de 20 enfants présentant à 1 an une anisométrie importante (> 3 dioptries), 70 % étaient toujours anisométriques à 10 ans même si c'était de manière moins importante chez certains. Chez les 6 patients dont l'anisométrie avait augmenté dans les 10 ans, une amblyopie était apparue (34).

III.1.3. Les atteintes organiques de l'œil ou du système oculaire et les amblyopies de privation

Par rapport au strabisme et aux troubles de la réfraction elles sont beaucoup plus rares (voir paragraphe suivant). Du fait de leur rareté, par consensus du groupe de travail, il a été décidé de ne pas donner plus de détails sur les différentes étiologies des amblyopies organiques (déjà listées au chapitre « Définition ») et sur leur fréquence.

III.1.4. Fréquence relative des différents facteurs amblyogènes dans la genèse de l'amblyopie

Cette fréquence n'a pu être estimée (sauf pour la dernière étude citée) qu'à partir des données des études publiées sur les programmes de dépistage, avec les biais liés à ce type d'étude, déjà mentionnés au chapitre sur l'épidémiologie. Par conséquent les données ci-dessous ne sont qu'indicatives.

Dans l'étude finlandaise de Latvala déjà citée (14), sur les 109 amblyopies détectées chez 18 000 enfants 57 étaient d'origine strabique, 22 étaient liées à une anisométrie sans strabisme, 18 étaient d'origine organique et 9 liées à une amétropie isolée (sans strabisme ni anisométrie associés).

Dans une étude prospective britannique sur 47 mois (35), 1 531 nouveaux cas d'amblyopie ont été identifiés chez des enfants de 0 à 15 ans dans un district donné (Leicestershire). L'amblyopie était liée au strabisme dans 689 cas (soit 45 %), à un strabisme combiné à une anisométrie dans 540 cas (soit 35 %), à une anisométrie seule dans 252 cas (soit 17 %). Il n'a été identifié que 50 cas d'amblyopie de privation (soit 3 % des cas).

Dans une autre étude prospective britannique (36), sur 8 142 enfants de 3 ans et demi à 4 ans et demi ayant bénéficié d'un programme de dépistage sur 9 ans, 426 ont été identifiés comme amblyopes. L'amblyopie était liée à un trouble de la réfraction dans 58,2 % des cas, (sans qu'il soit précisé s'il s'agissait d'une amétropie ou d'une anisométrie) et à un strabisme dans 26,5 % des cas (dans 8,2 % des cas, l'étiologie de l'amblyopie était inconnue).

Dans une étude prospective réalisée aux USA (37), sur 608 enfants ayant bénéficié d'un programme de dépistage destiné aux enfants d'âge préscolaire (3-4 ans) ou scolarisés en école maternelle ou élémentaire, 27 soit 3,7 % étaient amblyopes. Sur les 27 amblyopies, 44 % étaient liées à un strabisme, 44 % à une anisométrie, et seulement 12 % à une amétropie bilatérale. L'année scolaire suivante, le même programme de dépistage a été appliqué à 285 enfants, dont 15 étaient amblyopes. Sur les 15 amblyopies, 33 % étaient liées à un strabisme, 33 % à une anisométrie, et 33 % à un astigmatisme bilatéral (38).

Dans l'étude française de Vital-Durand (33), le risque d'amblyopie n'était pas significativement plus élevé chez les myopes (quel que soit le degré de la myopie), chez les hypermétropes (hypermétropie ≥ 2 dioptries) et chez les astigmatés (astigmatisme > -1 dioptrie ou $> 1,5$ dioptrie). Seule l'anisométrie était associée à un risque accru d'amblyopie.

III.1.5. Conclusion

Les données de la littérature confirment que l'amblyopie est liée aux troubles de la réfraction (en particulier l'anisométrie), au strabisme et aux atteintes organiques de l'œil.

Les amblyopies d'origine organique ou par privation sont rares, cependant, compte tenu de la gravité de leur impact sur le pronostic visuel, le groupe de travail a considéré qu'elles doivent systématiquement être recherchées précocement lors du dépistage des troubles visuels et particulièrement lors de l'examen clinique, détaillé plus loin.

Le thème de ces recommandations ayant été limité aux modalités du dépistage des troubles visuels, il n'a pas été prévu d'analyse de la littérature sur les modalités et les résultats des traitements des facteurs amblyogènes. Néanmoins, il est admis que la plupart d'entre eux (par exemple strabisme, troubles de la réfraction) sont accessibles à un traitement efficace.

III.2. Situations cliniques favorisant l'apparition des facteurs amblyogènes

L'existence de situations cliniques avec une fréquence accrue de facteurs de risque d'amblyopie a pu être estimée à partir de deux types d'études :

- soit des études de cohorte où en suivant une population présentant une pathologie ou une caractéristique particulière on évalue la fréquence d'apparition des facteurs amblyogènes ;
- soit des enquêtes exposés-non exposés rétrospectives où l'on compare la fréquence d'un ou plusieurs facteurs amblyogènes dans une population exposée à un risque particulier à sa fréquence dans une population indemne du risque.

L'intérêt d'identifier des populations à risque de troubles visuels est de pouvoir cibler en priorité le dépistage sur elles.

III.2.1. La prématurité, le petit poids de naissance

Il n'a pas été possible d'apprécier le petit poids de naissance en tant que facteur de risque indépendant de la prématurité, car les études identifiées qui ont étudié la relation entre petit poids de naissance et facteurs amblyogènes ont été réalisées aux USA où la prématurité est définie à partir du poids de naissance et non de l'âge gestationnel (à cause des difficultés à chiffrer ce dernier avec précision), ce qui a conduit à inclure dans ces études aussi bien des vrais prématurés que des enfants avec un retard de croissance intra-utérin.

— *La prématurité avec ou sans rétinopathie*

Une cohorte de 558 enfants (39), soit 98,8 % des enfants nés entre 23 et 32 semaines de gestation en 1990 et 1991 dans une région déterminée d'Angleterre, a été suivie de manière prospective jusqu'à 2 ans. À cet âge, les anomalies visuelles suivantes ont été retrouvées :

- 2,9 % soit 16 enfants présentaient des séquelles de rétinopathie du prématuré. Chez 81,3 % d'entre eux (13 enfants) un trouble de la réfraction important était présent et 6 d'entre eux présentaient un handicap visuel ;

- 12 % soit 69 enfants présentaient eux aussi un trouble réfractif important en dehors d'une rétinopathie du prématuré. Chez 11 d'entre eux un strabisme était associé ;
- 12,5 % soit 70 enfants présentaient un strabisme. Le strabisme était présent chez 51,9 % des enfants avec une infirmité motrice cérébrale handicapante. En excluant les strabismes associés à la rétinopathie du prématuré et à l'infirmité motrice cérébrale, 7,2 % des enfants de cette cohorte présentaient un strabisme ;
- 1,3 % présentait un handicap visuel d'origine corticale avec un nystagmus. Tous sauf 1 présentaient une infirmité motrice cérébrale.

Dans une cohorte de 308 grands prématurés (40) (soit tous les enfants ayant moins de 25 semaines révolues de gestation nés en Irlande et en Grande-Bretagne entre mars et décembre 1995), 283 soit 92 % ont pu être examinés à 30 mois d'âge corrigé (c'est-à-dire l'âge calculé à partir de la date présumée du terme et non l'âge réel). Soixante et onze d'entre eux, soit 25 %, présentaient un strabisme.

Dans une cohorte de 413 enfants (41) pesant moins de 1 500 grammes à la naissance en 1986, 313 survivants ont été examinés pour connaître l'incidence de la rétinopathie du prématuré. Elle était présente chez 21 % d'entre eux. Chez les 291 enfants évalués de manière prospective à 7 ou 8 ans, une anomalie visuelle était constatée chez 79 % des enfants ayant présenté une rétinopathie aiguë du prématuré (tous stades confondus) et chez 60 % des enfants indemnes de rétinopathie ; 21 % des enfants de la cohorte était myopes et 22 % présentaient un strabisme (avec dans les 2 cas une fréquence significativement plus élevée - presque deux fois supérieure dans le groupe ayant présenté une rétinopathie du prématuré) ; 29 % des enfants ayant présenté une rétinopathie du prématuré avaient une acuité visuelle inférieure à 4/10^{es} sur l'œil le plus faible, contre 15 % dans le groupe indemne de rétinopathie.

Dans une cohorte de 827 enfants (42) prématurés pesant moins de 1251 grammes à la naissance suivis de manière prospective jusqu'à 5 ans et demi d'âge corrigé (c'est-à-dire l'âge calculé à partir de la date présumée du terme et non l'âge réel), et n'ayant pas été traités pour une rétinopathie du prématuré, 21,2 % étaient myopes à 1 an et 15,7 % à 4 ans et demi. Les yeux atteints d'une forme sévère de rétinopathie du prématuré présentaient une fréquence plus élevée de myopie et de myopie sévère (> 5 dioptries), et ce de manière statistiquement significative.

Dans une cohorte de 3 030 enfants prématurés (43) pesant moins de 1 251 grammes à la naissance, 6,6 % présentaient un strabisme à 3 mois et sur les 2 449 examinés à 1 an d'âge corrigé (c'est-à-dire l'âge calculé à partir de la date présumée du terme et non l'âge réel), 11,8 % étaient strabiques. Après une analyse par régression logistique multiple, la présence d'un strabisme était significativement liée à l'existence à 3 mois d'une rétinopathie du prématuré en phase aiguë, d'une anisométrie ou d'un retard de développement ainsi qu'à une anomalie bilatérale de la fixation.

Dans l'étude de population sur la prévalence du strabisme convergent congénital dans le Minnesota (28) citée plus haut, les facteurs de risque significativement associés étaient la prématurité (*odd-ratio* 11,5, IC 95 % : 3,4-39,2), un poids de naissance inférieur à 2 500 grammes (*odd-ratio* 4,6, IC 95 % : 1,7-12,9), un score d'Apgar bas à 1 minute (*odd-ratio* 4,3, IC 95 % : 1,7-11,2), et à 5 minutes (*odd-ratio* à 6,3, IC 95 % : 1,3-30,7) et une histoire familiale de strabisme (détaillée plus loin).

Dans l'étude de cohorte canadienne (29) sur 10 116 enfants de 6 ans également citée plus haut, une analyse comparant les 592 myopes à 1 162 contrôles a montré que le risque de myopie était faiblement lié à un poids de naissance inférieur à 2 500 grammes mais de manière statistiquement significative (*odd-ratio* à 1,87, IC 95 % : 1,13-3,10).

Une enquête exposés-non exposés rétrospective suédoise (44) a comparé la fréquence des anomalies oculaires retrouvées chez 528 enfants de 5 à 10 ans, nés prématurés entre 1976 et 1981 (moins de 1 501 grammes de poids de naissance, et/ou moins de 33 semaines de gestation révolues) à celles présentées par 1 047 enfants contrôles non prématurés randomisés parmi les enfants nés pendant la même période dans la même ville. La prévalence des anomalies oculaires était beaucoup plus élevée parmi les enfants prématurés que parmi les contrôles :

- diminution d'acuité visuelle ($\leq 20/33^{\text{es}}$ sur le meilleur œil à l'échelle de Snellen détaillée plus loin) : 4 % *versus* 0,1 % ($p < 0,001$)
- amblyopie : 3 % *versus* 0,3 % ($p < 0,001$)
- myopie ($\geq -0,25$ dioptrie) : 6,3 % *versus* 1,8 % ($p < 0,001$)
- anisométrie (≥ 1 dioptrie) : 5,9 % *versus* 1,5 % ($p < 0,001$)
- strabisme : 9,9 % *versus* 2,1 % ($p < 0,001$)
- nystagmus : 2,4 % *versus* 0,1 % ($p < 0,001$).

Quand on comparait les anomalies oculaires des enfants pesant moins de 1 000 grammes à la naissance à celles observées chez les enfants pesant de 1 000 à 1 500 grammes à la naissance, on trouvait significativement plus de cas de strabisme, d'acuité visuelle inférieure à 20/66^{es} et d'absence de vision binoculaire chez les enfants les plus petits à la naissance.

Une étude a été réalisée aux USA (45) chez 136 enfants de 5 à 7 ans, dont 68 enfants nés avant 32 semaines de gestation et 68 contrôles nés à terme, appariés pour le sexe et l'âge corrigé (c'est-à-dire l'âge calculé à partir de la date présumée du terme et non l'âge réel). Les troubles de la réfraction étaient significativement plus fréquents chez les prématurés (41 %) que chez les contrôles (13 %). La différence n'était significative que pour la myopie avec ou sans astigmatisme (20 % *versus* 4 %) mais pas pour l'hypermétropie, avec ou sans astigmatisme ou pour l'astigmatisme isolé. Pour le strabisme, seul le strabisme cliniquement évident était significativement plus fréquent chez les prématurés que chez les enfants à terme (19 % *versus* 0 %). L'acuité visuelle des enfants prématurés était elle aussi significativement plus basse que celle des enfants nés à terme.

Mais si on excluait les enfants avec anomalies oculaires (troubles de la réfraction, strabisme manifeste, atteinte du nerf optique, cicatrices de rétinopathie du prématuré) et/ou anomalies cérébrales (infirmité motrice cérébrale, retard mental, lésions cérébrales mêmes minimales), les 32 prématurés restants comparés aux 32 contrôles appariés ne montrent pas de différence d'acuité visuelle ni de vision du relief, mais ils avaient une sensibilité au contraste significativement plus basse.

— La prématurité avec lésions cérébrales

Dans une cohorte de 252 enfants de moins de 1 500 grammes à la naissance (46), 74 ont subi un examen ophtalmologique complet à 11 mois d'âge corrigé. Trente-quatre d'entre eux avaient présenté une hémorragie intraventriculaire. Parmi ces 34 enfants, 37 % présentaient un strabisme, convergent dans 32 % des cas et divergent dans 5 %. Le pourcentage de strabisme augmentait à 55 % dans les formes graves d'hémorragie intraventriculaire. Les enfants présentant ces formes graves avaient un risque

statistiquement significatif de développer un strabisme (*odd-ratio* à 5, $p = 0,04$), après élimination de tous les facteurs de confusion tels que le sexe, la race, le poids de naissance et les comorbidités de la prématurité susceptibles d'être liées à un strabisme (asphyxie à la naissance, dysplasie broncho-pulmonaire, maladie des membranes hyalines, leucomalacie périventriculaire, rétinopathie du prématuré, méningite, entérocolite nécrosante, infection bactérienne, administration de corticoïdes par voie générale, administration de surfactant artificiel, convulsions néonatales, et nécessité d'une ventilation mécanique).

Dans une série française (47) de 490 prématurés nés entre 23 et 31 semaines d'âge gestationnel, 288 ont pu être examinés à 2 ans. Parmi eux, un strabisme était présent chez 33 % des enfants présentant des séquelles neurologiques (séquelles neurologiques liées de manière significative à la sévérité des atteintes cérébrales à la naissance ou à une anémie ou à l'absence d'une corticothérapie anté-natale) et chez seulement 3,7 % de ceux indemnes de ces séquelles (*odd-ratio* à 13, IC 95 % : 5,9 à 29). Seuls 129 enfants ont bénéficié d'une étude de la réfraction, et 14 d'entre eux soit 11% étaient myopes (aucun d'entre eux n'avait de séquelles neurologiques).

Une enquête exposés-non exposés rétrospective (48) a été réalisée chez 74 enfants prématurés. Quarante-huit présentaient une leucomalacie périventriculaire (14 une forme sévère et 34 une forme modérée) et 18 indemnes de leucomalacie périventriculaire ont servi de contrôles (il n'existait pas de différence statistiquement significative entre les âges gestationnels et les poids de naissance entre les 3 groupes). Aucun enfant ne présentait d'anomalies oculaires significatives (rétinopathie de la prématurité supérieure à un grade III, atrophie du nerf optique, troubles de la réfraction importants sans précision sur les seuils retenus). Les enfants atteints d'une forme sévère de leucomalacie périventriculaire avaient une acuité visuelle significativement plus basse que celle des 2 autres groupes. Le pourcentage de strabisme était significativement plus élevé chez les enfants atteints de leucomalacie périventriculaire qu'elle qu'en soit la sévérité par rapport au groupe contrôle.

— Conclusion

La prématurité (moins de 32 semaines révolues de gestation) et/ou le petit poids de naissance (moins de 1 500 grammes) représentent un risque accru de baisse de l'acuité visuelle et/ou d'apparition d'un facteur amblyogène (anomalie visuelle organique, strabisme, troubles de la réfraction), surtout s'il existe une rétinopathie du prématuré et/ou une complication cérébrale de la prématurité.

III.2.2. L'infirmité motrice cérébrale et les autres troubles neuromoteurs (hors trisomie 21), y compris les conséquences des encéphalopathies et hypoxies néonatales

Dans la cohorte de 558 enfants nés dans une même région d'Angleterre (49) (déjà mentionnée plus haut au chapitre sur la prématurité), la fréquence des troubles visuels chez les 54 enfants de la cohorte présentant une infirmité motrice cérébrale après une naissance prématurée (avant 32 semaines de gestation) a été comparée à celle des mêmes troubles chez les enfants de la cohorte indemnes d'infirmité motrice cérébrale. Chez ces enfants infirmes moteurs cérébraux, il existait une fréquence significativement accrue des rétinopathies du prématuré, des handicaps visuels d'origine corticale, et du strabisme (51,9 % chez les enfants avec infirmité motrice cérébrale et seulement 8,4 % chez les enfants indemnes). Il n'y avait pas plus de troubles de la réfraction isolés (non associés à un strabisme) chez les enfants avec infirmité motrice cérébrale.

Une enquête exposés-non exposés rétrospective espagnole (50) a recensé la fréquence des troubles de la réfraction chez 290 enfants de 7 à 73 mois dont 101 présentaient des troubles neuromoteurs dus à différentes étiologies (hors trisomie 21) et 181 étaient indemnes de ces pathologies. À partir de cet échantillon, 4 groupes ont été définis :

- un groupe de 50 enfants avec une infirmité motrice cérébrale ;
- un groupe de 16 enfants avec un retard psychomoteur dû à une encéphalopathie néonatale et/ou à une hypoxie lors de la naissance, sans infirmité motrice cérébrale ;
- un groupe de 37 enfants avec un dysfonctionnement psychomoteur sans infirmité motrice cérébrale ;
- un groupe contrôle avec les enfants indemnes.

Les âges des enfants de ces 4 groupes ne différaient pas significativement.

En comparant dans un premier temps l'ensemble des enfants malades par rapport aux enfants contrôles, on retrouve significativement plus d'anisométries et surtout plus d'hypermétropies chez les enfants malades. Il existe aussi une tendance non significative vers plus d'astigmatismes chez les enfants malades. Lors de l'analyse par sous-groupe, il n'a pas été trouvé de différence quant au degré d'hypermétropie entre les 3 groupes d'enfants malades. L'existence d'un strabisme n'était pas précisée.

Ces 2 études donnent des résultats discordants sur troubles de la réfraction et infirmité motrice cérébrale. Les auteurs de l'étude la plus récente (49) expliquent cette différence par le fait que les études antérieures ont étudié des infirmités motrices cérébrales sévères et d'étiologies plus diverses.

— *Conclusion*

Il semble exister une fréquence accrue des troubles de la réfraction et du strabisme chez les enfants atteints d'infirmité motrice cérébrale ou d'autres troubles neuromoteurs.

III.2.3. Les anomalies chromosomiques et génétiques

— *La trisomie 21*

L'étude d'une série de 68 enfants trisomiques (51) de 5 à 19 ans a montré une prévalence de 22 % d'amblyopes, soit 15 enfants, dont 8 avaient une amblyopie liée à un strabisme. En plus des amblyopes, 24 % des enfants, soit 16, avaient une acuité visuelle en vision binoculaire inférieure à 20/50^{es}.

Une enquête exposés-non exposés rétrospective (52) a comparé la fréquence des troubles de la réfraction chez 92 nourrissons et enfants de 4 mois à 12 ans porteurs d'une trisomie 21 à celle des mêmes troubles chez 115 enfants contrôles, appariés pour l'âge. Pour les enfants trisomiques comme pour les enfants contrôles, 3 groupes d'âge ont été considérés : les nourrissons de moins de 12 mois, les enfants d'âge préscolaire de plus de 12 mois à 4 ans, et les enfants d'âge scolaire de 4 à 12 ans.

Il n'existait pas de différence significative pour la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme chez les nourrissons.

Chez les enfants d'âge préscolaire, il y avait significativement plus de myopies et d'hypermétropies chez les trisomiques que chez les contrôles (50,6 % chez les trisomiques - dont 41,8 % d'hypermétropies et 8,8 % de myopies - *versus* 5,8 % d'hypermétropies chez les contrôles $p = 0,03$).

Chez les enfants d'âge scolaire la différence était également statistiquement significative avec 54,6 % des enfants trisomiques présentant soit une myopie (12,6 %) soit une hypermétropie (42 %) contre 3,2 % de myopes dans le groupe contrôle ($p = 0,001$). Il existait également significativement plus d'enfants astigmatiques chez les enfants trisomiques, mais uniquement chez les enfants d'âge scolaire (37,5 % *versus* 0 %, $p < 0,001$).

— *Le syndrome de l'X fragile*

Dans une série de 48 patients (53), 25 % des enfants atteints de ce syndrome présentaient un problème oculaire avec 17 % de troubles de réfraction (essentiellement l'hypermétropie et l'astigmatisme) et 8 % de strabismes.

N.B. Il n'a pas été identifié dans la littérature parue depuis 1990 d'autres études sur l'association anomalies chromosomiques et facteurs amblyogènes. Cependant, pour le groupe de travail, toutes les malformations chromosomiques peuvent s'accompagner d'un risque accru de présenter un trouble visuel potentiellement amblyogène. Par ailleurs une recommandation de l'Association d'orthoptique américaine (consensus d'experts) mentionne le retard mental comme facteur de risque d'amblyopie, sans préciser les origines (chromosomiques ou non) de ce retard (9).

— *Conclusion*

Il semble exister une fréquence accrue du strabisme et des troubles de la réfraction chez les enfants atteints de trisomie 21 ou d'un syndrome de l'X fragile. Cette augmentation de fréquence existerait également pour les enfants atteints d'une autre malformation chromosomique.

III.2.4. Les craniosténoses et les malformations de la face.

Dans une série américaine (54) sur 58 patients porteurs de craniosténoses, 15 patients avaient un syndrome d'Apert, 25 un syndrome de Crouzon, et 18 d'autres formes de craniosténoses. Une perte visuelle complète d'un œil voire des deux existait chez 30 patients sur les 58, dans la très grande majorité des cas par amblyopie (selon le type de malformation faciale, la genèse de l'amblyopie dans la perte visuelle variait de 67 à 94 %). Vingt-sept enfants (45 %) présentaient une diminution importante de leur acuité visuelle (définie par une acuité visuelle maximale après correction inférieure à 20/40^{es} pour les enfants d'âge verbal ou par l'incapacité à une fixation monoculaire stable chez les enfants d'âge préverbal). Quarante-six, soit 78 %, présentaient un trouble de la réfraction (étudié par rétinoscopie après cycloplégie) essentiellement un astigmatisme ($> 0,75$ dioptrie), présent chez 42 enfants. Quarante-sept, soit 79 %, présentaient un strabisme. Quatorze enfants présentaient un ptosis, et 23 un nystagmus (uniquement dans les syndromes de Crouzon où le nystagmus était présent dans 90 % des cas).

Les auteurs mentionnent que contrairement à ce qui est couramment rapporté dans les craniosténoses où la perte visuelle est le plus souvent liée à des anomalies structurelles du globe oculaire ou à une augmentation de la pression intracrânienne responsable d'une atrophie du nerf optique, la perte visuelle dans leur série était liée à l'amblyopie, elle-même secondaire à des causes accessibles à un traitement. Ils insistent donc sur le défi que représentent le dépistage et le traitement d'un facteur de risque amblyogène curable chez ces enfants, compte tenu de la multiplicité des handicaps à traiter.

Une série française (55) de 53 enfants, dont 39 ont été opérés pour plagiocéphalie et 14 pour trigonocéphalie, a étudié la prévalence de l'amblyopie, du strabisme et de l'astigmatisme chez ces enfants. Douze enfants plagiocéphales et 2 enfants trigonocéphales, soit 26,4 % du total des enfants opérés, étaient amblyopes. L'astigmatisme, (étudié par réfractométrie automatique après cycloplégie) était présent chez 17 des 39 plagiocéphales (43 %) et chez les 14 trigonocéphales (100 %). Le strabisme était présent chez 23 (59 %) des plagiocéphales et chez 2 (14 %) des trigonocéphales. Sans qu'il y ait d'analyse statistique, on note dans cette publication que plus la date de la chirurgie est tardive, plus le degré de l'astigmatisme est grand.

N.B. Il n'a pas été identifié d'autres études sur les atteintes visuelles liées aux craniosténoses et aux malformations de la face dans la littérature depuis 1990. Cependant, le groupe de travail a souhaité que les malformations de la face soient mentionnées comme facteurs de risque de strabisme.

— *Conclusion*

Les craniosténoses sont liées à une fréquence accrue de strabismes et d'astigmatismes. Cette fréquence serait également plus importante dans les autres malformations de la face.

III.2.5. Les antécédents familiaux

— *Antécédents familiaux et strabisme*

Dans l'étude de cohorte suédoise déjà citée (27), parmi les 1 571 enfants suivis de manière prospective, 632 avaient des antécédents familiaux de strabisme (père et/ou mère et/ou parents plus éloignés strabiques). Les 939 enfants sans ces antécédents ont servi de contrôles. Les antécédents familiaux représentaient un facteur de risque de développer un strabisme manifeste entre 1 et 7 ans (*odd-ratio* à 2,9, IC 95 % : 2,04-4,22). Le risque était encore augmenté si les antécédents familiaux et la présence d'une hypermétropie importante (≥ 3 dioptries) à 1 an étaient associés. Pour les strabismes latents ou occasionnels, l'hérédité n'est pas un facteur de risque significatif : ce n'est que la combinaison des antécédents familiaux à l'existence d'une hypermétropie importante à 1 an qui représentait un facteur de risque accru (*odd-ratio* à 2,1, IC 95 % : 2,5-3,1).

Dans l'étude réalisée au Minnesota (28) pour déterminer la prévalence du strabisme convergent congénital, en dehors des facteurs de risque périnataux, une histoire familiale de strabisme a également été identifiée comme un facteur de risque (*odd-ratio* à 3,5 avec un IC 95 % 1,5-8,3).

Dans une étude de cohorte (56) portant sur 3 521 familles avec une naissance gémellaire ou multiple (3 enfants ou plus), si un enfant présentait un strabisme convergent, le risque de voir aussi un strabisme convergent chez son jumeau ou chez son frère ou sa sœur né en même temps que lui était significativement augmenté, même en tenant compte des autres facteurs de risque (*odd-ratio* à 2, IC 95 % : 2,2-3,2). Pour le strabisme divergent le risque n'est pas significatif pour les jumeaux, mais il est très significatif pour les enfants issus de naissance multiples (*odd-ratio* à 303, IC 95 % : 18-5 040).

— *Antécédents familiaux et troubles de la réfraction*

Dans l'étude de cohorte (29) sur 10 116 enfants de 6 ans de Robinson citée plus haut, une analyse comparant les 592 myopes à 1 162 contrôles a montré que le risque de myopie était faiblement lié (mais de manière statistiquement significative) à un port précoce de lunettes chez la mère (*odd-ratio* à 1,56, IC 95 % : 1,18-2,06), indépendamment du risque lié au petit poids de naissance mentionné plus haut.

À partir d'une analyse rétrospective des données d'une étude antérieure réalisée chez 766 enfants dont 12 % étaient myopes, les auteurs ont montré que pour 90 % des enfants porteurs d'une myopie d'apparition précoce (*juvenile onset myopia*), un ou les deux parents étaient myopes (57).

Dans une étude de cohorte (58) prévoyant un suivi longitudinal sur 24 ans de 277 enfants, les enfants (âge moyen 13,3 ans) avec deux parents myopes avaient un risque significativement plus élevé de développer une myopie par rapport aux enfants qui n'avaient qu'un seul ou aucun parent myope (*odd-ratio* à 6,42, IC 95 % : 2,77-14,88). La prévalence de la myopie n'était pas plus élevée chez les enfants avec un seul parent myope par rapport aux enfants sans parents myopes.

N.B. Il n'a pas été identifié dans la littérature parue depuis 1990 d'autres études sur l'association antécédents familiaux et hypermétropie et/ou anisométrie. Cependant, pour le groupe de travail, les enfants avec des antécédents familiaux d'hypermétropie ou d'anisométrie ont également plus de risques de présenter le trouble de la réfraction présent dans leur famille que les enfants sans antécédents familiaux. Les recommandations de l'Association d'orthoptique américaine (consensus d'experts) mentionnent également les antécédents familiaux de strabisme, d'anisométrie et d'amétropie comme facteurs de risque d'amblyopie (9).

— *Conclusion*

Les antécédents familiaux de strabisme ou de troubles de la réfraction semblent exposer à un risque accru d'apparition de ces facteurs amblyogènes.

III.2.6. Infections *in utero* ou néonatales

Deux recommandations établies par consensus d'experts citent comme facteurs de risque d'amblyopie et de strabisme chez l'enfant l'exposition *in utero* à la rubéole, à la toxoplasmose, à l'herpès génital, au cytomégalovirus, et au VIH (6,59). Tous ces facteurs de risque n'ont pas fait l'objet d'études récentes. Seules les études réalisées depuis 1990 sont détaillées ci-dessous.

— *Toxoplasmose congénitale*

Soixante-seize nouveau-nés traités pendant 1 an pour une toxoplasmose congénitale par l'association pyriméthamine-sulfadiazine et 18 enfants contrôles historiques (enfants non traités et adressés aux auteurs à l'âge de 1 an ou plus) ont été suivis de manière prospective pendant une durée médiane de 5 ans pour les enfants traités et de 11 ans pour le groupe contrôle. Le handicap visuel a été défini par une acuité visuelle inférieure à 20/40^{es} chez les enfants d'âge verbal chez qui une acuité visuelle pouvait être quantifiée ou par une incapacité de fixation monoculaire stable chez les enfants d'âge préverbal. Un tel handicap visuel a été retrouvé unilatéralement chez 22 % et bilatéralement chez 29 % des enfants traités. Chez les enfants non traités, le handicap visuel unilatéral existait chez 50 % et il était bilatéral chez 2 %.

Dans la majorité des cas (74 % chez les enfants traités, 100 % chez les enfants contrôles), les lésions ophtalmologiques consistaient en des cicatrices chorioretiniennes, bilatérales dans 68 % des cas chez les enfants traités, et dans 56 % des cas chez les enfants contrôles.

N.B. Le recrutement des enfants contrôles était biaisé. En effet, ils avaient été adressés aux auteurs pour l'évaluation d'un problème visuel déjà suspecté (60).

— *Infection congénitale à cytomégalovirus*

Deux publications (61,62) ont été identifiées depuis 1990 sur les séquelles visuelles de l'infection congénitale à cytomégalovirus.

Une étude prospective a inclus 445 patients avec une infection à cytomégalovirus (61), dont 113 (25 %) présentaient des symptômes liés à cette infection à la naissance. Le type d'infection maternelle n'a pu être déterminé que chez 45 % des enfants inclus : 135 étaient nés après une primo-infection maternelle et 67 après une infection récurrente. Tous ont subi un examen visuel bi-annuel pendant leur première année de vie. Les anomalies visuelles décrites ci-dessous sont celles qui ont été constatées pendant cette première année.

Les enfants symptomatiques à la naissance présentaient plus d'anomalies visuelles que les enfants asymptomatiques, et ce de manière statistiquement significative (19 % *versus* 3,9 % pour les chorioretinites, 3,5 % *versus* 0 % pour les atrophies optiques sans chorioretinite, 7,1 % *versus* 0,3 % pour les atrophies optiques avec chorioretinite, 7,1 % *versus* 3 % pour les rétinites pigmentaires, 23 % *versus* 1,5 % pour les strabismes).

La fréquence de la chorioretinite était également différente selon le type de l'infection maternelle : 8,9 % des enfants nés de mère ayant présenté une primo-infection avaient une chorioretinite, contre 1,5 % chez les enfants nés de mère ayant présenté une récurrence, et la différence était statistiquement significative ($p = 0,0034$). La différence pour les autres anomalies visuelles n'était pas significative.

Une enquête exposés-non exposés a étudié de manière prospective 42 enfants symptomatiques et 83 enfants asymptomatiques après une infection congénitale à cytomégalovirus, ainsi que 21 enfants contrôles. Chez les enfants infectés par le cytomégalovirus et symptomatiques, il a été vérifié l'absence de toute autre infection congénitale (toxoplasmose, rubéole, infection à herpes simplex, syphilis, infection à VIH, infection due au virus de la chorioméningite lymphocytaire). Au moment de l'étude, l'âge moyen des enfants symptomatiques était de 4 ans, celui des enfants asymptomatiques de 10,8 ans et celui des enfants contrôles de 8,9 ans.

Chez les enfants symptomatiques, 78 % avaient une vision normale (définie par une acuité visuelle supérieure à 20/40^{es} ou par la présence d'une bonne qualité de poursuite oculaire chez les enfants d'âge préverbal), chez les enfants asymptomatiques, 98,8 % avaient une vision normale, et la différence entre les deux groupes était statistiquement significative ($p < 0,001$). Tous les enfants du groupe contrôle avaient une vision normale. Un seul enfant asymptomatique avait une acuité visuelle réduite (20/40^{es}) à cause d'une cicatrice de chorioretinite sur la macula, alors que 9 (22 %) des enfants du groupe présentant des symptômes dus à l'infection à cytomégalovirus avaient soit une acuité visuelle inférieure à 20/40^{es} soit une mauvaise fixation voire une absence de fixation.

Douze enfants symptomatiques (29 %), 1 enfant asymptomatique et 1 enfant du groupe contrôle présentaient un strabisme et la différence était statistiquement significative ($p < 0,001$ pour la différence entre les enfants symptomatiques et asymptomatiques, $p = 0,045$ pour la différence entre les enfants symptomatiques et les contrôles) (62).

— *Infection congénitale à VIH*

Une seule étude a été identifiée (63). Vingt-trois enfants infectés par le VIH (dont 17 par transmission verticale materno-infantile) ont été suivis de manière prospective pendant 2 ans. Les atteintes visuelles susceptibles d'entraîner une amblyopie étaient rares. Trois cas d'atteintes vasculaires de la rétine (2 cas de dilatation vasculaire et 1 cas de périvasculite progressivement extensive), et 3 altérations de la rétine (1 cas de chorioretinite évoquant

une atteinte toxoplasmique, 1 cas de foyers réiniens blanchâtres - différents des atteintes liées aux candida -, 1 cas d'altération bilatérale de l'épithélium pigmentaire maculaire) ont été observés.

— *Conclusion*

L'infection à cytomégalovirus et la toxoplasmose congénitale sont liées à une fréquence accrue d'atteintes visuelles organiques et de strabismes. L'infection congénitale à VIH, en dehors des risques d'atteinte oculaire par infection opportuniste, semble entraîner moins de troubles visuels que les deux infections congénitales précédemment citées.

III.2.7. Exposition aux toxiques *in utero*

Une recommandation établie par consensus d'experts considère comme facteurs de risque de strabisme et d'amblyopie l'exposition *in utero* au tabagisme, à l'alcoolisme et à la toxicomanie maternelle (9). Il n'a été identifié dans la littérature depuis 1990 que deux études sur les conséquences sur la vision de l'enfant de l'exposition *in utero* au tabagisme et à la cocaïne.

— *Tabagisme maternel pendant la grossesse*

Une enquête exposés-non exposés rétrospective (64) a étudié chez tous les enfants strabiques nés pendant une période donnée l'association entre ce strabisme et les facteurs de risque prénataux, y compris le tabagisme. Les 377 enfants identifiés ont été appariés chacun avec un contrôle né le même jour dans le même hôpital. L'analyse statistique par régression logistique a été ajustée sur un certain nombre de facteurs de confusion pouvant être liés soit au strabisme, soit au tabagisme (le statut marital au moment de la naissance, l'âge du père et de la mère, le niveau d'éducation de la mère, la race, le poids de naissance, l'âge gestationnel, le score d'Apgar à 5 minutes, l'existence d'une anomalie congénitale et la consommation d'alcool pendant la grossesse) afin de voir d'une part l'effet du seul facteur tabagisme sur le strabisme, d'autre part si l'effet du tabagisme était modifié ou non par la coexistence d'un autre facteur. En cas de tabagisme maternel à la cigarette pendant la grossesse, le risque de strabisme convergent était légèrement mais significativement augmenté (*odd-ratio* à 1,8, IC 95 % : 1,1-2,8). La relation avec le strabisme divergent n'était pas statistiquement significative. Il n'a pas été montré de relation entre l'intensité du tabagisme et la fréquence du strabisme (pas d'effet dose-réponse).

L'association entre tabagisme maternel et strabisme était plus importante pour les enfants avec un poids de naissance de moins de 2 500 grammes (*odd-ratio* à 8,2, IC 5 % : 1,1-62,7) et de plus de 3 500 grammes (*odd-ratio* à 5,6 avec un IC 95 % : 2,1-15,4). Le risque accru de strabisme disparaissait pour les enfants dont la mère avait arrêté de fumer avant voire même pendant la grossesse. L'exposition de la mère à un tabagisme passif pendant sa grossesse n'augmentait pas le risque de strabisme chez l'enfant.

— *Exposition in utero à la cocaïne*

Une enquête exposés-non exposés (65) a comparé les anomalies visuelles retrouvées chez 55 enfants nés de mères cocaïnomanes à celles identifiées chez 100 enfants contrôles tirés au sort parmi les enfants vus en consultation. L'âge ne différait pas significativement entre les deux groupes, en revanche, le poids de naissance était significativement plus élevé dans le groupe contrôle. Aucune différence statistique entre les troubles de la réfraction n'a été retrouvée entre les deux groupes d'enfants. En revanche, 27 % des enfants exposés *in utero* à la cocaïne présentaient un strabisme contre 7 % chez les enfants contrôles et la différence

était statistiquement significative. Compte tenu du biais lié à la différence de poids de naissance entre les deux groupes, d'autant plus que le petit poids de naissance est en lui-même un facteur de risque de strabisme, une analyse statistique a été refaite en ajustant le poids de naissance. En considérant les enfants de plus de 2 500 grammes (23 enfants seulement dans le groupe exposés *in utero* à la cocaïne, 88 dans le groupe contrôle), le strabisme est toujours statistiquement plus fréquent chez les enfants exposés *in utero* à la cocaïne. Chez les enfants d'un poids de naissance inférieur, la différence n'est plus significative.

— *Conclusion*

L'exposition *in utero* au tabac et à la cocaïne semble liée à un risque accru de strabisme. L'alcoolisme fœtal serait également un facteur de risque d'amblyopie.

IV. SIGNES D'APPEL

La seule littérature exposant les signes d'appel des troubles visuels chez l'enfant est constituée d'opinions d'auteurs. Aucun travail n'a étudié les performances diagnostiques des différents signes d'appel proposés. La liste des signes d'appel ci-dessous a été établie par consensus avec les membres du groupe de travail, principalement à partir du livret établi par le CADET (Cercle d'Action pour le Dépistage des Troubles Visuels chez l'Enfant) (66).

IV.1. Signes d'appel à l'âge préverbal

IV.1.1. Signes d'appel avant 6 mois

— *La présence d'anomalies objectives au niveau :*

- des paupières : ptosis, colobome (perte de substance), angiome, asymétrie des fentes palpébrales ;
- des globes oculaires : microphthalmie, buphtalmie (gros œil), exophtalmie, asymétrie des globes oculaires ;
- des conjonctives : œil rouge ou larmoiement ;
- de la cornée : mégalocornée (qui peut révéler un glaucome congénital), opacités ou troubles de la transparence (qui peuvent révéler une cataracte) ;
- des pupilles : colobome, mydriase unilatérale, leucocorie (tache blanche sur la pupille) ; l'existence d'une leucocorie peut révéler une cataracte, un rétinoblastome, un décollement de rétine ou un trouble du vitré.

— *La présence d'un strabisme*

— *La présence d'un nystagmus*

— *Une anomalie du comportement visuel :*

- manque d'intérêt aux stimuli visuels ;
- absence de clignement à la lumière dès les premiers jours ;
- absence du réflexe de fixation (incapacité de l'œil à se diriger vers un stimulus visuel) après 1 mois ;
- absence de réflexe de défense à la menace après 3 mois ;
- absence du réflexe de poursuite oculaire (incapacité à maintenir une fixation durable sur une cible en mouvement) après 4 mois ;

- retard d'acquisition de la préhension des objets (normalement présente entre 4 et 5 mois) associé ou non à un retard psychomoteur ;
- pauvreté de la mimique ;
- absence de sourire ;
- plafonnement ou errance du regard ;
- signe oculo-digital (l'enfant touche fréquemment ses yeux avec ses doigts).

La présence d'une ou de plusieurs anomalies du comportement visuel doit faire évoquer une malvoyance profonde.

IV.1.2. Signes d'appel de 6 mois à 2-3 ans

À cet âge, les signes d'appel précédemment décrits sont toujours valables. On peut y ajouter d'autres signes évocateurs d'un trouble visuel :

- l'enfant se cogne, tombe fréquemment, bute sur les trottoirs ou les marches d'escalier (comportement évocateur d'un trouble de la vision binoculaire) ;
- il plisse les yeux ou fait des grimaces (comportement évocateur d'un trouble de la réfraction, myopie ou astigmatisme) ;
- il ferme un œil au soleil (signe fréquent et précoce d'un strabisme divergent intermittent) ;
- il semble photophobe.

IV.2. Signes d'appel à l'âge verbal

Aux signes précédemment décrits pour l'âge préverbal s'ajoutent les signes fonctionnels signalés par l'enfant :

- picotements et brûlures oculaires ;
- photophobie ;
- gêne visuelle en vision de loin, pouvant révéler une myopie, un astigmatisme, un nystagmus ;
- gêne visuelle en vision de près, pouvant révéler une hypermétropie, une insuffisance de convergence, un strabisme convergent ou divergent latent ;
- vision double (diplopie), pouvant révéler une paralysie oculomotrice ou un strabisme récent ;
- céphalées, surtout quand elles surviennent en fin de journée ou après fixation prolongée, pouvant révéler une hypermétropie latente (malgré une acuité visuelle normale sans correction), une insuffisance de convergence, un strabisme convergent ou divergent latent.

IV.3. Conclusion

Les signes ci-dessus, bien que pour certains peu spécifiques, doivent faire évoquer un trouble visuel. Mais surtout :

- la présence d'anomalies objectives de l'œil surtout s'il s'agit d'anomalies de la cornée ou des pupilles ou d'un nystagmus d'apparition récente doit conduire à un examen ophtalmologique dans les jours qui suivent leur constatation ;
- la présence avant 6 mois de l'une ou de plusieurs anomalies du comportement visuel, telles qu'elles sont décrites ci-dessus, doit faire évoquer une malvoyance profonde et doit faire demander un examen ophtalmologique ;
- tout strabisme constant avant 4 mois et tout strabisme même intermittent après 4 mois est pathologique et doit faire l'objet d'un examen ophtalmologique.

V. EXAMEN CLINIQUE

La seule littérature exposant les données de l'examen clinique à la recherche d'un trouble visuel chez l'enfant est constituée soit d'opinions d'auteurs soit de recommandations sur le dépistage de la vue chez le nourrisson et l'enfant, établies par consensus d'experts sans précision des modalités de recherche de la bibliographie qui les sous-tendent. Il s'agit des recommandations élaborées collectivement par l'Académie américaine de pédiatrie (AAP) (67), l'Association américaine pour l'ophtalmologie pédiatrique et le strabisme (AAPOS), et l'Académie américaine d'ophtalmologie (AAO) et les recommandations de la Société Canadienne de Pédiatrie (68).

Les modalités de l'examen clinique décrites ci-dessous ont été retenues par consensus du groupe de travail à partir de ces 2 recommandations et de l'opinion du CADET (66).

V.1. Examen clinique à l'âge préverbal

V.1.1. Examen standard

Ses modalités varient selon l'âge de l'enfant.

— *Interrogatoire des parents*

L'interrogatoire des parents doit préciser les antécédents personnels et familiaux afin de préciser l'existence éventuelle de facteurs de risque d'amblyopie, tels qu'ils ont été définis au chapitre III, et l'existence de signes d'appel, tels qu'ils ont été définis au chapitre IV (consensus du groupe de travail).

— *Examen externe de l'œil*

Un examen des paupières et des orbites, de la sclérotique, de la cornée, de l'iris et des pupilles fait partie intégrante de l'examen physique de tous les nouveau-nés (67,68).

La symétrie des globes oculaires doit être vérifiée (les différences entre globes oculaires ont été définies au chapitre signes d'appel) (67).

L'examen de la sclérotique, de la conjonctive, de la cornée, de l'iris et de la pupille se fait avec un point lumineux (« lampe stylo »). Une cornée nuageuse ou agrandie (mégaloconée) de manière symétrique ou asymétrique peut être le signe d'un glaucome congénital. Les pupilles doivent être noires, rondes, de même taille et réactives à la lumière des deux côtés (réflexe photomoteur) (67). L'existence d'une tache blanche sur la pupille (leucocorie) et d'anomalies de la cornée (anomalies de taille ou opacités) impose un avis ophtalmologique dans les jours qui suivent leur constatation (consensus du groupe de travail).

— *Examen des premiers réflexes visuels*

Dès la naissance, les réflexes suivants sont présents (66). Ils sont à rechercher selon l'ordre indiqué ci-dessous (consensus du groupe de travail) :

- réflexe d'attraction du regard à la lumière douce ;
- réflexe photomoteur,
- réflexe de fermeture des paupières à l'éblouissement.

Dès le premier mois, apparaît le réflexe de fixation (déplacement de l'œil en réponse à un stimulus) (66).

Au troisième mois, le réflexe de clignement à la menace est normalement présent, et les deux yeux se dirigent de façon conjuguée sur l'objet à fixer ; une incoordination motrice légère et variable entraînant un strabisme intermittent peut exister de façon physiologique jusqu'à 3 ou 4 mois, mais après 4 mois, le parallélisme des yeux doit être maintenu (66).

Au quatrième mois le réflexe de poursuite (capacité à maintenir une fixation durable sur une cible en mouvement) s'améliore. Il est recherché en faisant fixer un jouet (ou les cercles concentriques de Daum appelés aussi œil de bœuf, *figure 1*). Le jouet est bougé de haut en bas puis d'un côté à l'autre. En cas d'amblyopie d'un œil, du côté de l'œil sain, la poursuite oculaire est facile, de l'autre côté la poursuite n'est pas possible, et nécessite la rotation de la tête (mieux visible après 3 mois), voire du corps (mieux visible à partir de 6 mois) puisque l'enfant suit avec l'œil controlatéral sain (consensus du groupe de travail).



Figure 1. Cercles de Daum.

Au quatrième mois également, le réflexe de convergence⁴ est normalement présent en rapport avec une bonne accommodation⁵ (66) : quand on fait fixer à l'enfant un objet présenté à distance de son nez et qu'on le rapproche de lui, les axes visuels perdent leur parallélisme et les deux yeux convergent sur l'objet de manière symétrique.

— *Défense à l'occlusion*

La recherche d'une défense à l'occlusion est possible dès qu'un enfant est capable de suivre et de fixer une cible (jouet ou visage). On commence par faire bouger devant l'enfant un jouet (ou un visage) puis avec la main, on réalise une occlusion alternée en cachant un œil puis l'autre et on demande à l'enfant de fixer et de suivre le même jouet ou le visage. La plupart du temps, l'enfant qui refuse l'occlusion d'un œil et accepte l'occlusion de l'autre est suspect d'amblyopie sur l'œil qu'il accepte de voir caché (67).

⁴ La convergence est la fonction qui permet aux yeux de diriger les axes visuels sur l'objet fixé afin que l'image se forme sur les deux fovéas.

⁵ L'accommodation est la fonction qui permet de voir net, c'est-à-dire de conserver une focalisation correcte de l'image en fonction de la distance de l'objet fixé.

À partir de 4 mois, si l'enfant l'accepte, il est préférable d'utiliser pour l'occlusion, au lieu de la main, soit un pansement oculaire occlusif (on peut utiliser un pansement spécifique : l'Opticlude®) soit au mieux des lunettes munies d'un cache unilatéral que l'on retourne à 180° pour tester œil droit puis œil gauche (consensus du groupe de travail).

— *Reflets cornéens*

La recherche des reflets cornéens (test de Hirschberg) permet de déceler les cas de désalignement oculaire.

En projetant la lumière d'un point lumineux sur l'œil, on étudie la réflexion de la lumière à partir de la cornée. Le reflet obtenu dans chaque œil doit se présenter symétriquement sur les deux cornées, c'est-à-dire être centré sur la pupille ou très légèrement plus nasal que le centre de la pupille. L'asymétrie de l'aspect du reflet cornéen peut être une indication d'un déséquilibre des muscles oculomoteurs et donc d'un risque de strabisme ultérieur (66,67).

V.1.2. Examens spécialisés : l'examen de la lueur pupillaire et le test de Brückner

L'examen de la lueur pupillaire se fait avec un ophtalmoscope dans une pièce sombre, à une distance de 1 mètre environ des yeux de l'enfant, chaque œil étant examiné séparément. Cet examen permet de dépister une opacité cornéenne et/ou une leucocorie (telles que l'on peut les voir dans les cataractes ou les tumeurs intra-oculaires comme le rétinoblastome), mieux qu'un examen avec un simple point lumineux (consensus du groupe de travail).

Le test de Brückner (ou *red-reflex* test pour les Anglo-Saxons) se fait également à l'ophtalmoscope en regardant à travers la pupille. La lueur obtenue doit être rouge (ou rouge orangé chez les enfants à peau pâle) de couleur et de brillance identiques pour les deux yeux (67,69). Pour les recommandations canadiennes, ce test est réalisable dès la naissance (68). Il fait partie du bilan visuel recommandé par l'Académie américaine de pédiatrie entre la naissance et 2 ans (67).

Des anomalies de la lueur pupillaire ou des anomalies au test de Brückner (taches sur la pupille, absence de lueur, lueur blanche ou lueur plus pâle d'un côté) justifient une consultation avec un ophtalmologiste (67,68). Pour le groupe de travail, cette consultation doit avoir lieu dans les jours qui suivent la constatation de taches sur la pupille.

V.2. Examen clinique à l'âge verbal

Il ne diffère pas de celui de l'enfant d'âge préverbal (67), sauf pour la recherche des premiers réflexes visuels (consensus du groupe de travail). À l'âge verbal, seul le réflexe photomoteur sera systématiquement recherché. La recherche des autres réflexes visuels à cet âge n'a d'intérêt qu'en cas de signes d'appel en faveur d'une malvoyance, et cette recherche sera faite par l'ophtalmologiste à qui l'enfant doit être adressé (consensus du groupe de travail).

V.2.1. Conclusion

L'examen clinique pour dépister un trouble visuel comprend un interrogatoire des parents, un examen externe de l'œil (paupières, orbite, sclérotique, conjonctive, cornée, iris, pupille, à l'œil nu puis à l'aide d'une « lampe stylo » en particulier pour la cornée et la pupille), une recherche des premiers réflexes visuels (à adapter selon l'âge de l'enfant), une recherche des reflets cornéens. Cet examen peut être complété par un examen à l'ophtalmoscope pour vérifier la lueur pupillaire et réaliser le test de Brückner.

VI. TESTS DE DÉPISTAGE DISPONIBLES ET LEURS PERFORMANCES

VI.1. Introduction

Pour un certain nombre d'examens clés, il n'existe toujours pas d'évaluation des performances des différents tests utilisés (sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive, valeur prédictive négative) par rapport à un examen de référence. Seul l'examen ophtalmologique reste le *gold standard* pour confirmer une baisse d'acuité visuelle et doit comporter un examen de la réfraction sous cycloplégie (après dilatation de la pupille) et un fond d'œil pour rechercher une éventuelle anomalie organique. L'examen de la réfraction peut se faire soit par une rétinoscopie (skiascopie) soit par un examen à l'aide d'un réfractomètre automatique, si la coopération de l'enfant le permet.

La difficulté à évaluer les tests visuels disponibles pour le dépistage de l'amblyopie a été bien montrée par une revue systématique de la littérature publiée entre 1966 et janvier 1999 sur le sujet. Les auteurs n'ont retenu que les études concernant des tests réalisables en pratique ophtalmologique courante, chez des enfants de 2 à 5 ans ou sur une population incluant cette tranche d'âge ou des enfants d'âge préscolaire (3 à 5 ans). De plus, ils ont exigé les critères méthodologiques suivants pour leur sélection : tous les enfants chez qui le test était anormal et tous les enfants (ou un échantillon tiré au sort) chez qui le test était normal devaient avoir un examen ophtalmologique avec étude de la réfraction sous cycloplégie. L'examineur réalisant le dépistage devait ignorer les résultats de l'examen ophtalmologique et vice versa, et les critères de définition d'un examen ophtalmologique anormal devaient être spécifiés. La recherche bibliographique comprenait 9 551 références, mais seules 4 études réunissant tous les critères ont été retenues (70). Trois études évaluaient une technique de photoréfraction et seront détaillées au chapitre correspondant. La quatrième évaluait une méthode de dépistage dite manuelle (associant un test d'acuité visuelle à un test de vision du relief) qui sera détaillée plus loin (au paragraphe sur les tests de vision stéréoscopique chez l'enfant d'âge verbal) ainsi qu'un appareil de photoréfraction non commercialisé qui ne sera pas détaillé.

Dans cette recommandation, la sélection bibliographique a été moins sévère afin de rendre compte de l'ensemble des données existantes sur les tests, mais pour les études retenues malgré leurs biais méthodologiques, ceux-ci ont été précisés.

VI.2. Tests de dépistage disponibles à l'âge préverbal

VI.2.1. Dépistage de l'amblyopie (mesure de l'acuité visuelle)

À cet âge, l'évaluation de l'acuité visuelle se fait essentiellement par des méthodes dites de regard préférentiel. Ces méthodes sont basées sur les observations de Fantz, en 1958 (71), qui a montré que très tôt un enfant est capable de distinguer d'une surface uniforme une image présentant différents types de contrastes (stries de différentes largeurs). Après avoir fixé l'image homogène, si on lui présente l'image avec contraste, il détournera le regard de la surface homogène pour suivre l'image contrastée. Plusieurs méthodes de regard préférentiel ont été développées. Les deux le plus couramment utilisées, les cartons de Teller et le bébé-vision tropique, seront seules développées ici.

— *Descriptif du test de Teller ou cartons de Teller*

Les cartes ou cartons d'acuité de Teller sont des cartons de 25,5 à 28 cm de large sur 51 à 56 cm de long selon les modèles, de teinte gris neutre homogène, qui portent à une des extrémités un réseau constitué de raies verticales noires et blanches alternées. Le réseau a la même luminance que le reste de la surface. Elles sont présentées à l'enfant assis sur les genoux de sa mère dans l'orifice d'un paravent destiné à masquer les éléments distractifs de l'environnement. L'examen se déroule dans une pièce normalement éclairée. L'expérimentateur saisit les cartes à l'envers (pour ignorer de quel côté est situé le réseau) et à travers un petit trou percé au milieu de la carte, observe de quel côté se dirige le regard de l'enfant (72-74). Les cartes couvrent une gamme de cycles (un cycle représentant un sous-ensemble d'une raie noire et d'une raie blanche), chaque carton étant caractérisé par sa fréquence spatiale, c'est-à-dire le nombre de cycles par centimètres de son réseau. La progression d'une carte à l'autre se fait par demi-octave, une octave étant le double ou la moitié de la fréquence spatiale d'un réseau donné (74). On présente successivement à l'enfant des réseaux de plus en plus fins, le réseau le plus fin vers lequel se porte le regard de l'enfant est un indicateur de son acuité visuelle. L'examen permet de mesurer soit l'acuité visuelle binoculaire, soit l'acuité visuelle monoculaire. Pour l'évaluation de l'acuité visuelle monoculaire, l'enfant doit accepter d'avoir un œil puis l'autre recouvert par un cache. Ce test évalue une acuité visuelle dite «de résolution» par détection d'une rayure, alors que l'acuité visuelle détectée par l'identification de dessins ou de lettres fait appel à la reconnaissance des formes et porte donc le nom d'acuité visuelle de reconnaissance (75).

— *Normes d'acuité visuelle pour l'acuité visuelle de résolution au test de Teller*

Les normes d'acuité visuelle au test de Teller sont exprimées soit en cycles par centimètres, soit en cycles par degrés, c'est-à-dire la valeur en degrés de l'angle visuel qui sous-tend d'une part l'image rétinienne et d'autre part l'objet regardé. Cet angle tient compte de la distance entre l'enfant et le carton, en règle 55 centimètres (pour que les yeux soient à 57 centimètres du carton), parfois moins pour les enfants très jeunes (38 centimètres). Ces normes ont été établies à partir de 6 études chez des enfants considérés comme ayant une vision normale, études détaillées par Teller dans la publication où est décrite sa méthode (72). Ce sont les normes utilisées dans la version commerciale des cartons de Teller (cartes de Teller de la société Vistech). Pour la population française elles ont été confirmées sur un sous-groupe de 96 enfants indemnes de risque personnel ou héréditaire parmi 517 enfants (74). Une conversion approximative avec une acuité visuelle exprimée en fractions est donnée par Vital-Durand pour la France (74) et par Teller pour les pays anglo-saxons sans donner de détails sur la méthode utilisée pour cette conversion (72).

Les normes initiales ont récemment été remises en cause par deux études de 1995. La première (76), réalisée au Brésil, a porté sur 646 enfants des deux sexes de 0 à 36 mois, considérés comme normaux sur le plan visuel (sans anomalie neurologique ou médicale connue, non prématurés ou en corrigeant l'âge en cas de prématurité, c'est-à-dire en calculant l'âge à partir de la date présumée du terme, ayant bénéficié d'un examen ophtalmologique avec cycloplégie excluant toutes les causes de diminution potentielle de l'acuité visuelle, strabisme, amétropies importantes, anomalies du fond d'œil, maladie de l'œil). La population était très hétérogène en termes d'origine ethnique, mais il n'a pas été retrouvé de différences significatives d'acuité visuelle chez les enfants de même âge quels que soient leur sexe ou leur origine ethnique. Les normes d'acuité visuelle dans cette étude ont été établies avec une limite de tolérance pour 90 % de la population avec une probabilité de 95 %. Elles étaient supérieures aux normes initiales chez les enfants de 4 à 12 mois. Il n'existait pas non plus de différence significative entre l'acuité visuelle monoculaire et

l'acuité visuelle binoculaire, contrairement à ce qui avait été observé dans les études antérieures.

Dans une étude américaine (77) portant sur 460 enfants de 1 mois à 4 ans des deux sexes (50 % de chaque), essentiellement de race blanche, considérés comme ayant une acuité visuelle normale selon des critères très similaires à ceux de l'étude précédente, les normes d'acuité visuelle, en vision monoculaire uniquement, ont été calculées avec une limite de tolérance de 95 % et de 99 %. Les normes d'acuité visuelle ainsi établies sont supérieures aux normes initiales pour les enfants entre 1 et 18 mois. Elles sont analogues aux normes initiales pour les enfants de 24 à 36 mois.

— *Faisabilité du test de Teller*

Le nombre d'enfants chez qui il était effectivement possible de faire le test a été précisé dans 6 études, réalisées chez des enfants visuellement normaux, des prématurés avec une rétinopathie de la prématurité et chez des enfants ayant un déficit visuel connu (74,76-80). Le test était réalisable chez au moins 80 % des enfants, le pourcentage de succès variait selon l'âge de l'enfant, selon que le test était réalisé en monoculaire ou en binoculaire.

La durée du test variait selon l'âge de l'enfant, et le nombre de mesures réalisées. Dans les études où elle a été évaluée, elle était d'environ 10 minutes mais a pu atteindre 21 minutes chez un enfant de quelques semaines. Les données sont détaillées dans le *tableau 3*.

Tableau 3. Cartons de Teller : faisabilité du test.

Auteur, année, référence	Type d'étude	Nombre et âge des enfants testés	Nombre d'enfants chez qui le test est réalisable ou taux de succès	Durée du test en minutes	Commentaires
Salomao 1995 (76)	Étude de population	726 de 0 à 3 ans visuellement normaux	99,3 % en monoculaire 96,1% en binoculaire	Durée moyenne de 12,61 minutes (déviations standard de 5,28 minutes) avec un temps médian de 11 minutes pour 3 mesures (2 monoculaires, 1 binoculaire)	L'examen était plus rapide (temps moyen de 6,91 minutes - déviations standard de 3,63 minutes) pour un examen uniquement binoculaire chez des enfants de 2 semaines.
Mayer 1995 (77)	Étude de population avec deux tests pour chaque enfant et un observateur différent à chaque test	560 de 1 à 4 ans, visuellement normaux	99 % (553/560) tous âges confondus pour le premier test 99 % (532/540) tous âges confondus pour le deuxième test	Selon l'âge, durée médiane : 3,2 à 8,4 minutes, durée minimum : 1,6 à 3,8 minutes, durée maximum : 7,9 à 20,8 pour 2 mesures en monoculaire	Les durées d'examen les plus longues ont été observées chez les enfants les plus jeunes (durée médiane de 8,4 minutes chez les enfants de 1 mois, de 7 minutes chez les enfants de 1,5 mois. Le taux de succès était aussi variable selon l'âge : 100 % de 1 à 12 mois, 97 % de 18 à 48 mois.
Vital-Durand 1990 (74)	Étude de population	623 de 100 à 399 jours	83 % soit 517, dont 96 sans risque visuel personnel ou héréditaire, 163 avec un déficit visuel, 258 avec un facteur de risque visuel	5 à 6 minutes chez l'enfant normal pour 3 mesures, 2 en monoculaire, 1 en binoculaire	

Tableau 3 (suite). Cartons de Teller : faisabilité du test.

Auteur, année, référence	Type d'étude	Nombre et âge des enfants testés	Nombre d'enfants chez qui le test est réalisable ou taux de succès	Durée du test en minutes	Commentaires
Quinn 1993 (79)	Étude de population, avec 3 observateurs différents	570 de 2 semaines à 17 ans, avec une anomalie visuelle connue	87 à 92 % pour l'œil gauche, 90 à 93 % pour l'œil droit	Non précisée	Les différences de taux de succès indiquées sont celles qui ont été observées entre les 3 observateurs.
Spierer 1999 (80)	Étude de population	1 126 sans pathologie connue de 6 à 36 mois	99 % soit 1 114	Non précisée	
Dobson 1990 (78)	Étude prospective de suivi de la rétinopathie de la prématurité	814 enfants prématurés d'environ 1 an *	95 % pour 2 mesures monoculaires	Non précisée	* Le test a été réalisé soit à 1 an d'âge corrigé, soit 1 an après le traitement de la rétinopathie de la prématurité.

— *Reproductibilité du test de Teller*

La reproductibilité de la mesure inter-observateurs a été considérée comme très bonne dans trois études, une réalisée chez des enfants visuellement normaux (77), deux chez les prématurés atteints d'une rétinopathie de la prématurité sévère (78,81). Elle a été moins bonne sur un sous-groupe d'enfants extraits de l'étude de Salamao déjà citée (76). Les résultats sont détaillés dans le *tableau 4*.

La reproductibilité de la mesure intra-observateur n'a été retrouvée que dans deux études. Dans l'étude de Mayer (77), sur 460 enfants, dans 99 % des cas, la différence d'acuité visuelle mesurée par un même observateur à deux sessions différentes était inférieure ou égale à une octave et dans 95 % des cas inférieure ou égale à une demi-octave. Le coefficient de corrélation entre deux mesures d'un même observateur à 2 jours différents était élevé (0,96). Une étude sur une série de 20 patients, testés à 5 jours d'intervalle, a retrouvé une différence moyenne de 0,93 octave entre les deux mesures, soit une variabilité moyenne de 8 % (avec une déviation standard de 20 %) entre les deux mesures. Ces derniers résultats sont à relativiser car la méthodologie statistique de cette dernière étude est discutable (82).

Tableau 4. Cartons de Teller : reproductibilité inter-observateurs de la mesure de l'acuité visuelle.

Auteur, année, référence	Type d'étude	Nombre et âge des enfants testés par plusieurs observateurs	Nombre d'observateurs	Reproductibilité inter-observateurs	Commentaires
Salomao 1995 (76)	Étude de population	49 parmi 646 de 0 à 3 ans visuellement normaux	2 pour chaque enfant, 8 pour le total de l'étude	Parmi les 98 yeux testés deux fois, la même acuité visuelle n'a été retrouvée que dans 24 cas seulement. Dans un cas, la différence entre les deux observateurs pour le même œil était de 3 octaves.	Les enfants retestés n'étaient pas randomisés mais présentaient déjà une mesure anormale ou une difficulté à réaliser le test.
Mayer 1995 (77)	Étude de population	460 de 1 à 4 ans visuellement normaux	2	Bonne corrélation (coefficient de corrélation = 0,95), tous âges confondus, pour l'acuité visuelle monoculaire.	Différences faibles (1/3 d'octave environ) mais statistiquement significatives pour 3 groupes d'âge (1 mois, 2 mois et demi, 24 mois). L'acuité visuelle binoculaire n'était pas testée.

Tableau 4 (suite). Cartons de Teller : reproductibilité inter-observateurs de la mesure de l'acuité visuelle.

Auteur, année, référence	Type d'étude	Nombre et âge des enfants testés par plusieurs observateurs	Nombre d'observateurs	Reproductibilité inter-observateurs	Commentaires
Harvey 1999 (81)	Étude de cohorte avec suivi prospectif = depuis l'âge de 1 an puis à 2, 3,5, 4,5, 5,5 ans	73 enfants prématurés avec une rétinopathie du prématuré tirés au sort à partir de l'ensemble des participants à un suivi prospectif de leur rétinopathie	2 pour chaque enfant, 7 pour le total de l'effectif de l'étude	Bonne corrélation (coefficient de corrélation = 0,86-kappa à 0,73), tous âges confondus, pour l'acuité visuelle monoculaire. La reproductibilité inter-observateurs était analogue à celle observée avec les deux tests d'acuité visuelle de reconnaissance utilisés parallèlement au test de Teller chez les enfants de plus de 3,5 ans (test ETDRS* : coefficient de corrélation = 0,83-kappa à 0,80, test HTOV* coefficient de corrélation = 0,86-kappa à 0,84)	
Dobson 1990 (78)	Étude de population	13 randomisés à partir d'une population de 814 enfants prématurés avec une rétinopathie du prématuré	2 pour chaque enfant et pour le total de l'effectif de l'étude	La différence moyenne inter-observateurs était de 0,44 octave, la différence minimale était de 0 octaves et la différence maximale de 1 octave (1 seul cas)	

*Il s'agit de 2 tests de reconnaissance de lettres, utilisés aux USA, non utilisés en France. L'échelle ETDRS est pour le suivi des patients traités présentant une rétinopathie diabétique. Le test HTOV est une échelle utilisant uniquement ces 4 lettres. Il fait partie des tests recommandés par l'Académie américaine de pédiatrie chez l'enfant d'âge verbal (67).

— *Performances du test de Teller*

Dans une étude (80) de population sur 1 126 enfants de 6 à 36 mois, 1 114 ont accepté le test. Sur ces 1 114, 55 (5 %) présentaient des résultats anormaux. Un examen ophtalmologique complet (étude de la réfraction sous cycloplégie, examen ophtalmoscopique, examen à la lampe à fente) a pu être réalisé chez 39 d'entre eux, et chez 56 enfants de la même population ayant une acuité visuelle normale au test de Teller, par un examinateur ignorant des résultats du test de Teller. Il a été retrouvé 9 % de faux négatifs et 44 % de faux positifs.

À partir de cet échantillon, les auteurs ont extrapolé des valeurs de sensibilité et de spécificité pour l'ensemble des 1 114 enfants et ont considéré que la sensibilité attendue du test de Teller par rapport à l'examen ophtalmologique de référence était de 24,8 % et que sa spécificité attendue était de 97,5 %.

Ces chiffres sont à considérer avec précaution car les 39 enfants avec un test de Teller anormal n'étaient peut-être pas représentatifs de l'ensemble des 55 cas de Teller anormaux identifiés, et les modalités de tirage au sort des 56 contrôles avec un Teller normal sont discutables.

Une étude chez 108 enfants strabiques (série de cas) (83) a comparé les performances des cartons de Teller pour détecter une amblyopie, par rapport à l'évaluation clinique faite par un ophtalmologiste pédiatre, considérée comme examen de référence. Dans cette étude, l'amblyopie était définie par une différence supérieure ou égale à une octave entre les deux yeux au test de Teller et par toute préférence d'un œil par rapport à l'autre à l'examen clinique. L'examineur réalisant l'examen clinique ignorait les résultats du test de Teller. Les cartons de Teller étaient moins sensibles que l'évaluation clinique de manière statistiquement significative pour détecter l'amblyopie ($p = 0,0005$ pour une différence d'acuité visuelle entre les deux yeux supérieure à une octave pour définir l'amblyopie et $p = 0,0001$ pour une différence d'acuité visuelle entre les deux yeux supérieure ou égale à une octave pour définir l'amblyopie). Cette étude présente cependant un certain nombre de biais : un biais de recrutement puisque les enfants refusant un cache sur l'œil pour le test de Teller ont été exclus, et un biais en faveur de l'examen clinique par rapport au test de Teller puisque toute différence entre les deux yeux était considérée, alors que pour le test de Teller une différence minimale d'une octave était exigée.

Un essai contrôlé non randomisé (84) a étudié les performances du test de Teller chez 87 enfants strabiques et/ou anisométriques (dont 69 à risque d'amblyopie), chez 19 enfants avec une anomalie oculaire organique et chez 49 enfants considérés comme normaux. Cette étude comporte un certain nombre de biais méthodologiques : les enfants normaux n'ont pas eu un examen ophtalmologique bien défini, les modalités de l'examen ophtalmologique chez les enfants avec une anomalie visuelle n'étaient pas identiques, l'analyse des résultats n'a fait appel à aucune analyse statistique, les auteurs dans l'exposé de leurs résultats isolent parfois les strabiques des anisométriques et parfois les regroupent. Cependant, leur conclusion est que les cartons de Teller ne sont pas fiables pour détecter une amblyopie d'origine strabique. Dans cette étude, l'acuité visuelle de résolution obtenue par les cartons de Teller a été comparée à l'acuité visuelle de reconnaissance, les résultats de cette comparaison sont détaillés plus bas.

Les performances du test de Teller ont également été étudiées dans un essai contrôlé non randomisé chez 46 enfants de 1 mois à 1 an et demi, 20 enfants considérés comme visuellement normaux (l'étude de leur réfraction sous cycloplégie a vérifié qu'ils n'avaient

aucun trouble pouvant altérer leur acuité visuelle), 16 enfants avec une anomalie organique visuelle connue et habituellement responsable d'une baisse d'acuité visuelle, et 10 enfants strabiques. Pour s'assurer que les enfants considérés comme visuellement normaux l'avaient été de manière valide, leur acuité visuelle a de nouveau été mesurée à 4 ans. À cet âge tous avaient une acuité visuelle à 8/10^{es} aux deux yeux, sauf deux qui avaient développé un strabisme à respectivement 2 et 3 ans. Le petit nombre d'enfants étudiés dans chaque sous-groupe ne permet pas d'analyse statistique, et ne donne qu'une idée très indicative des performances du Teller (85), cependant sur les seuls résultats du test de Teller, 6 handicaps visuels sur 16 et 2 strabismes sur 5 auraient été méconnus.

Les mêmes auteurs ont répété le même type d'essai chez 106 enfants plus âgés. Les résultats du test de Teller ne sont donnés avec précision que chez un sous-groupe de 50 enfants de 1 an et demi à 3 ans et 9 mois (les critères pour définir les limites d'âge utilisées pour les sous-groupes ne sont pas explicités). Là encore, sur les seuls résultats du test de Teller, 1 handicap visuel sur 15 et 2 strabismes sur 14 auraient été méconnus. Comme dans l'étude précédente, le petit nombre d'enfants ne donne qu'une idée approximative des performances du test de Teller. Dans cette étude, l'acuité visuelle de résolution obtenue par les cartons de Teller a été comparée à l'acuité visuelle de reconnaissance, les résultats de cette comparaison sont détaillés plus loin (86).

Dans une étude sur 30 enfants de 3 ans d'âge moyen (87), les performances du test de Teller (pour détecter une différence d'acuité visuelle entre les deux yeux ou une baisse d'acuité visuelle) ont été comparées à un examen ophtalmologique réalisé par un ophtalmologiste ignorant des résultats du test de Teller. Vingt-cinq enfants seulement ont pu être testés en monoculaire par les cartons de Teller. Pour l'analyse statistique, les enfants non testables ont été considérés comme ayant un test de Teller anormal. La concordance entre les résultats du test de Teller et l'examen ophtalmologique était médiocre (coefficient kappa à 0,46). C'est dans cette étude que la sensibilité du test de Teller par rapport à l'examen ophtalmologique était la plus élevée (64,3 %) mais l'échantillon étudié est en nombre limité.

Les résultats de ces 6 études sont détaillés dans le *tableau 5*.

N.B. La présente recommandation est limitée au dépistage des troubles visuels, donc les données sur la validité des cartons de Teller pour le suivi de l'acuité visuelle ne seront pas détaillées.

Tableau 5. Cartons de Teller : performances du test.

Auteur, année, référence, type d'étude	Nombre et âge des enfants testés	Test de référence	Sensibilité %	Spécificité %	Commentaires
Spieler 1999 (80) Étude de population	95 enfants à partir d'une population de départ de 1 114	Examen ophtalmologique (rétinoscopie sous cycloplégie, examen ophtalmoscopique, examen à la lampe à fente)	24,8	97,5	Il s'agit d'une sensibilité et d'une spécificité extrapolées à l'ensemble d'une population à partir de la comparaison du test de Teller à l'examen de référence chez 95 enfants en estimant que ces 95 enfants étaient représentatifs de la population globale.
Ellis 1988 (83) Série de cas	108 enfants strabiques (nouveau-nés à 8 ans)	Évaluation clinique faite par un ophtalmologiste pédiatre (test de l'écran, étude de la fixation et de la poursuite oculaire, étude de la fixation à l'ophtalmoSCOPE et test d'Allen* pour détecter une différence d'acuité visuelle entre les deux yeux	38 pour une différence supérieure à une octave entre les deux yeux 68 pour une différence supérieure ou égale à une octave entre les deux yeux	82 pour une différence supérieure à une octave entre les deux yeux 90 pour une différence supérieure ou égale à une octave entre les deux yeux	Dans cette étude, on n'a considéré que la capacité à détecter une différence d'acuité visuelle entre les deux yeux et non l'évaluation globale de l'acuité visuelle. La sensibilité des cartons de Teller par rapport à l'évaluation clinique était meilleure si on considérait comme anormale une différence d'acuité visuelle dès qu'elle atteint ou dépasse une octave.
Katz 1990 (84) Essai contrôlé non randomisé	69 enfants strabiques à risque d'amblyopie (extraits d'une population de 87 enfants âgés de 0,7 à 13,8 ans âge moyen 5,8 ans), 19 enfants avec une anomalie visuelle organique (âgés de 0,2 à 13,6 ans âge moyen 5,2 ans), 49 enfants normaux (0,2 à 4 ans âge moyen 1 an)	Test de l'écran pour définir l'existence ou non d'une fixation préférentielle et donc le risque d'amblyopie chez les enfants strabiques Examens orthoptiques non détaillés pour définir la normalité	Non précisée	Non précisée	Sur les 69 enfants strabiques à risque d'amblyopie, seuls 16 présentaient une différence supérieure ou égale à une octave entre les deux yeux au test de Teller. Pour les auteurs, les résultats du test de Teller confirmaient le déficit visuel attendu chez les 19 amblyopies organiques. Sur les 46 enfants normaux qui ont pu être testés, 84,2 des mesures en monoculaire étaient dans les normes.

*Le test d'Allen est un test de reconnaissance d'images non utilisé en France mais considéré comme un test de référence aux USA.

Tableau 5 (suite). Cartons de Teller : performances du test.

Auteur, année, référence, type d'étude	Nombre et âge des enfants testés	Test de référence	Sensibilité %	Spécificité %	Commentaires
Rydberg 1998 Essai contrôlé randomisé	(85) 46 enfants de 1 mois à 1 an et demi (20 visuellement normaux, 16 avec un handicap visuel connu, et 10 strabiques)	Rétinoscopie sous cycloplégie pour vérifier l'absence d'anomalie visuelle chez les enfants considérés comme visuellement normaux	Non précisée	Non précisée	Chez les 20 enfants normaux, 19 ont pu être testés et avaient un test de Teller normal. Chez les 16 enfants avec un handicap visuel, tous ont été testés, 6 avaient un test de Teller normal. Chez les 10 enfants strabiques, 5 ont pu être testés et 2 avaient un test de Teller normal
Rydberg 1999 Essai contrôlé randomisé	(86) 50 enfants de 1 an et demi à 3 ans et 9 mois (20 visuellement normaux, 15 avec un handicap visuel connu, et 15 strabiques) parmi 105 enfants de 1 an et demi à 6 ans	Rétinoscopie sous cycloplégie, et fond d'œil pour vérifier l'absence d'anomalie visuelle chez les enfants considérés comme visuellement normaux Examen orthoptique avec test de l'écran, examen des mouvements oculaires, évaluation de la vision du relief pour les enfants chez qui elle est possible (sans précision du test utilisé)	Non précisée	Non précisée	Seules les valeurs du test de Teller chez ces 50 enfants étaient interprétables dans l'article. Les normes utilisées pour le test de Teller dans cette étude étaient les normes initiales, remises en cause depuis. Chez les 20 enfants normaux, 15 ont pu être testés et avaient un test de Teller normal. Chez les 15 enfants avec un handicap visuel, tous ont pu être testés et 1 avait un test de Teller normal. Chez les 15 enfants strabiques, 14 ont pu être testés et 2 avaient un test de Teller normal.
Schmidt 1994 Série de cas	(87) 25 enfants, sur une population de 30 d'âge moyen 3 ans	Examen ophtalmologique (rétinoscopie sans cycloplégie, test de l'écran)	64,3	81,2	Dans cette étude, le test de Teller était considéré comme anormal quand l'acuité visuelle était inférieure à 20/40 ^{es} ou quand la différence entre les deux yeux était supérieure à une octave.

— *Comparaison entre l'acuité visuelle de résolution et l'acuité visuelle de reconnaissance*

Les cartons de Teller ont été initialement développés pour tester l'acuité visuelle chez les enfants d'âge préverbal. Cependant, 5 études ont comparé, chez des enfants d'âge verbal, les résultats obtenus avec les cartons de Teller et différents tests d'acuité visuelle de reconnaissance (reconnaissance de lettres ou de symboles). Elles sont détaillées dans le *tableau 6*. Sur le plan méthodologique, toutes ces études sont discutables : 3 études n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique pour comparer le test de Teller aux autres tests utilisés, et la validité des tests de reconnaissance utilisés comme tests de référence (sensibilité, spécificité par rapport à l'examen ophtalmologique) n'a pas été établie (ce point sera repris en détail au chapitre sur les tests d'acuité visuelle chez l'enfant d'âge verbal).

Leurs résultats sont discordants, cependant 4 études sur 5, dont 1 avec une analyse de la sensibilité et de la spécificité du Teller par rapport au test de référence, concluent que les cartons de Teller soit surestiment l'acuité visuelle, soit sous-estiment la différence d'acuité visuelle entre les deux yeux.

Tableau 6. Cartons de Teller : comparaison avec les tests d'acuité visuelle de reconnaissance.

Auteur, année, référence, type d'étude	Nombre et âge des enfants testés	Test(s) d'acuité visuelle de reconnaissance utilisés	Résultats de la comparaison	Commentaires
Katz 1990 (84) Série de cas	47 enfants strabiques amblyopes (âge non précisé) dont 4 avec une anisométrie associée	Test C de Landolt	Chez 37 enfants, la différence d'acuité visuelle interoculaire mesurée au test de Teller était inférieure à celle mesurée au test de Landolt (pas d'analyse statistique).	Les auteurs ont conclu que le Teller sous-estimait l'amblyopie d'origine strabique.
Rydberg 1999 (86) Série de cas	105 de 1,5 an à 6 ans, séparés en 2 sous-groupes (1,5 an à 3 ans et 9 mois et 3 ans et 10 mois à 6 ans et 11 mois) Selon le test comparateur utilisé, le nombre d'enfants varie pour chaque comparaison et ne sera pas détaillé	4 tests utilisant soit une reconnaissance de symboles, soit une reconnaissance de lettres dont le test HTOV *	Par rapport à tous les autres tests utilisés, le test de Teller surestimait l'acuité visuelle.	Les auteurs ont conclu qu'une mesure valable de l'acuité visuelle ne peut pas être obtenue tant qu'on ne peut pas mesurer l'acuité visuelle avec des échelles de lettres ou de symboles.

*Les tests comparateurs ne sont pas utilisés en France et ne seront pas détaillés sauf le test HTOV : c'est une échelle d'acuité visuelle utilisant ces 4 lettres uniquement. Il n'est pas utilisé en France mais fait partie des tests recommandés par l'Académie américaine de pédiatrie chez l'enfant d'âge verbal (67).

Tableau 6 (suite). Cartons de Teller : comparaison avec les tests d'acuité visuelle de reconnaissance.

Auteur, année, référence, type d'étude	Nombre et âge des enfants testés	Test(s) d'acuité visuelle de reconnaissance utilisés	Résultats de la comparaison	Commentaires
Speeg-Schatz 1995 (75) Série de cas	60 enfants issus d'une population de 2 000 enfants âgés de 3 à 42,5 mois et sélectionnés parce qu'ils avaient un suivi de leur acuité visuelle au Teller de 3 mois à 4 ans	Test de Pigassou*	Dans 54 % des cas, le test de Pigassou montrait une amblyopie alors que le Teller était normal. L'amblyopie était légère (entre 6/10 ^{es} et 10/10 ^{es}) dans 40 % des cas, moyenne (entre 2/10 ^{es} et 60/10 ^{es}) dans 44 % des cas, profonde (inférieure à 2/10 ^{es}) dans 16 % des cas.	Les données sont indicatives car les 60 enfants n'étaient pas obligatoirement représentatifs de la population de départ.
Kushner 1995 (88) Série de cas avec suivi prospectif	69 enfants capables de lire (âge non précisé) tous amblyopes ou avec un handicap visuel	Échelle de lettres de Snellen † (testée à 6 mètres)	Par rapport à l'échelle de Snellen, la sensibilité du test de Teller pour détecter une acuité visuelle (AV) ≥ 20/40 ^{es} était de 58 %, de 39 % pour une AV ≥ 20/70 ^{es} , de 24 % pour une AV de 20/200 ^{es} .	Les auteurs concluaient que le test de Teller sous estime l'amblyopie quel qu'en soit le type.
Mash 1998 (89) Série de cas	127 enfants de 4 ans, anciens prématurés ou ayant subi des complications périnatales	Test HTOV †	Il existait une corrélation statistiquement significative entre l'acuité visuelle estimée par le test de Teller et celle mesurée par le test HTOV.	Le coefficient de corrélation était de 0,70 (p < 0,001).

* Le test de Pigassou est un test de reconnaissance d'images détaillé au chapitre chez l'enfant d'âge verbal.

†L'échelle de Snellen est l'échelle d'acuité visuelle de référence pour les Anglo-Saxons. Le test HTOV est une échelle d'acuité visuelle utilisant ces 4 lettres uniquement. Ils ne sont pas utilisés en France mais font partie des tests recommandés par l'Académie américaine de pédiatrie chez l'enfant d'âge verbal (67).

— *Test du bébé-vision tropique*

Ce test, développé par Vital-Durand, est basé sur le même principe que les cartons de Teller. Sur un fond gris uniforme, une des extrémités porte un motif circulaire concentrique dont la densité suit un profil atténué sur les bords. Cette atténuation progressive permet d'éviter les illusions de contraste sur les bords du motif, parfois observées avec les cartons de Teller, où le bord franc du motif permet de repérer le côté du réseau même si on ne distingue pas le réseau lui-même (90).

Comme pour le test de Teller, l'épaisseur de chaque cercle du motif varie selon le carton, et chaque carton est défini par sa fréquence spatiale, c'est-à-dire le nombre de cycles par centimètre. Pour le test du bébé-vision par rapport au test de Teller, la différence de fréquence spatiale entre chaque carton est inférieure, ce qui permettrait une mesure plus précise (91).

— *Comparaison entre le test du bébé-vision tropique et le test de Teller*

Une étude (série de cas) (91) a comparé les valeurs d'acuité visuelle obtenues chez 75 enfants âgés de 1 à 84 mois, avec le bébé-vision tropique et les cartons de Teller, le même jour et avec le même observateur, ce qui évitait les biais liés à la différence entre observateurs et à la variation dans le temps, mais introduisait le biais que l'observateur connaissait le résultat d'un test avant de faire le suivant. Pour les 127 acuités visuelles obtenues en monoculaire, les résultats étaient concordants dans 86 cas. Dans les 41 cas discordants, l'acuité visuelle donnée par le bébé-vision était plus souvent hors normes que le test de Teller de manière significative (sans précision sur la méthode statistique utilisée). Pour les 18 acuités visuelles mesurées en binoculaire, les effectifs étaient trop petits pour conclure à une différence entre les cartons de Teller et le bébé-vision tropique. Pour l'ensemble de la population, les valeurs d'acuité visuelle monoculaire et binoculaire étaient plus élevées avec les cartons de Teller qu'avec le test du bébé-vision tropique, de manière non significative (sans précision sur la méthode statistique utilisée).

Pour les auteurs, cette discordance est liée soit à des normes trop élevées pour le bébé-vision tropique, soit à une moindre sensibilité du Teller par rapport au bébé-vision tropique pour la détection des baisses d'acuité visuelle.

— *Conclusion*

L'acuité visuelle (dite de résolution) chez l'enfant d'âge préverbal peut être mesurée soit par les cartons de Teller soit par le bébé-vision tropique.

L'examen par les cartons de Teller est simple dans son principe, faisable chez au moins 80 % des enfants dès les premiers mois de vie. Mais il est difficile à réaliser en pratique pédiatrique courante (manque de place, de temps, matériel trop complexe).

Les normes initiales sont remises en cause et il n'existe pas actuellement de normes clairement définies. La reproductibilité entre observateurs est variable selon les études mais paraît acceptable. Les données sur la reproductibilité intra-observateur sont plus limitées et difficiles à interpréter.

Les études sur la validité du test sont méthodologiquement discutables mais on peut cependant en déduire que la sensibilité du test est insuffisante pour un test de dépistage.

Compte tenu de toutes ses limites et surtout de sa sensibilité, il n'est pas possible de retenir l'examen par les cartons de Teller comme un test valable de dépistage d'un trouble visuel chez l'enfant d'âge préverbal. Il peut cependant constituer un examen intéressant pour le suivi de l'amblyopie chez l'enfant d'âge préverbal.

Le test du bébé-vision tropique est trop récent et les données de la littérature ne sont pas suffisantes pour évaluer les avantages de ce test par rapport aux cartons de Teller. Il est donc prématuré de pouvoir l'utiliser comme un test de dépistage.

VI.2.2. Dépistage du strabisme

— *Tests utilisables en pratique pédiatrique courante : test de l'écran unilatéral, test de l'écran alterné, lunettes à secteur de dépistage, étude des reflets cornéens*

Dans le test de l'écran unilatéral, un écran opaque (ou à défaut la main de l'examineur) est placé devant un œil puis l'autre pendant que l'on demande à l'enfant de fixer un objet situé soit à 40 centimètres (test de l'écran de près) soit à 3 mètres (test de l'écran de loin). Si l'enfant porte déjà des lunettes, l'écran doit être placé sur les lunettes (67). Chez l'enfant non strabique, il n'y a pas de mouvement de l'œil libre à la mise en place de l'écran sur l'autre œil.

Le test de l'écran peut révéler une défense à l'occlusion (déjà explicitée au chapitre sur l'examen clinique) : un signe de mauvaise vision d'un œil étant le refus de l'enfant d'avoir l'œil controlatéral caché (67). Pour le groupe de travail, le test de l'écran peut être réalisé dès 4 mois, en présentant l'objet à fixer à 40 centimètres.

Il n'a pas été retrouvé dans la littérature de données sur les performances du test de l'écran chez les enfants d'âge préverbal, même si son utilisation à cet âge est préconisée par deux recommandations nord-américaines (67,68). La recommandation de l'Académie américaine de pédiatrie indique que le test de l'écran de près est possible dès que l'enfant est capable de fixer et de suivre un jouet ou un visage, soit 3 mois au moins pour la plupart des enfants, et qu'il est difficile de réaliser le test de l'écran de loin avant 2 ans. Pour la Société Canadienne de Pédiatrie, le test est recommandé dès 6 mois (sans précision de la distance de l'objet à fixer).

Chez l'enfant d'âge verbal, il a été montré que les performances du test de l'écran sont liées à l'expérience que l'examineur a du test (92). Il est probable qu'il en soit de même chez l'enfant d'âge préverbal.

N.B. Il existe également un écran translucide (écran de Spielman) qui laisse passer les afférences lumineuses mais supprime la vision des formes. L'intérêt de ce type d'écran est que l'observateur peut voir non seulement l'œil libre, mais également l'œil sous l'écran. Tout mouvement d'un des deux yeux à la mise en place de l'écran (œil sous écran ou œil libre) doit être considéré comme pathologique (3).

Le test de l'écran alterné consiste à couvrir alternativement un œil puis l'autre afin qu'ils ne soient jamais découverts simultanément (93). Il doit être réalisé après le test de l'écran unilatéral (3). Tout mouvement d'un œil à la mise en place de l'écran sur l'autre œil ou à la levée de l'écran est pathologique. Par rapport au test de l'écran unilatéral, il permettrait de mieux dépister les strabismes latents (consensus du groupe de travail).

Les lunettes à secteur de dépistage dites aussi lunettes du Docteur Badoche ont un champ nasal dépoli. Si les iris sont équidistants du bord des secteurs, il n'y a pas de strabisme ; si un iris est amputé par un secteur, il s'agit d'un strabisme convergent ; si un iris est plus éloigné du bord du secteur, il s'agit d'un strabisme divergent. Pour l'inventeur du test, il est intéressant quand le test de l'écran est trop difficile à interpréter ou en cas d'épicanthus (celui-ci est masqué par les secteurs). Les lunettes sont utilisables de 4 mois à 2 ans et demi. L'utilisation de ces lunettes permet la réalisation du test « Droite/Gauche » : si pour suivre un objet vers la droite, l'œil gauche reste fixateur, on peut suspecter une amblyopie de l'œil

droit ; si pour suivre l'objet vers la gauche, l'œil droit reste fixateur, on peut suspecter une amblyopie de l'œil gauche (66) (expérience clinique de l'auteur du test confirmée par le consensus du groupe de travail). Il n'a pas été identifié d'étude sur les performances du test « Droite/Gauche ».

L'étude des reflets cornéens ou test de Hirschberg a déjà été détaillé au chapitre de l'examen clinique. Il n'a pas été identifié dans la littérature de données permettant de préciser sa validité comme examen de dépistage chez l'enfant de moins de 6 ans.

— *Tests spécialisés : prisme à 4 dioptries de Irvine ou test de Jampolsky, bi-prisme de Gracis, photoréfraction ou photoscreening*

Le prisme à 4 dioptries de Irvine ou test de Jampolsky a été décrit initialement par Irvine (94) puis repris par Jampolsky (95). La description ci-dessous est une synthèse des descriptions initiales d'Irvine et de Jampolsky et de celle donnée par Norn (96) : l'enfant fixant un point lumineux à 5 ou 6 mètres, on place un prisme dont la base est située du côté temporal devant un œil. Si l'enfant a une vision binoculaire normale, l'œil sous le prisme réagit par une saccade en convergence (l'œil se dirige vers la pointe du prisme) qui lui permet de retrouver la fusion des images et l'œil non prismé ne bouge pas ou présente au maximum de petits mouvements de rotation. En cas d'anomalie de la vision binoculaire, si le prisme est placé sur l'œil dominant, sur cet œil on observe la saccade en convergence, et l'œil non dominant fait au même moment un mouvement divergent, avec la même amplitude, pour prendre et garder une direction parallèle à celle de l'œil prismé ; si le prisme est placé sur l'œil non dominant ou amblyope, l'œil sous le prisme ne bouge pas et l'œil dominant non testé ne bouge pas non plus.

Ce test serait utilisable à partir de 6 mois (3). Il n'a pas été identifié d'étude sur ses performances.

Le bi-prisme de Gracis est constitué de deux prismes opposés et accolés par les sommets l'un à l'autre. On demande à l'enfant de fixer un objet et on place le prisme devant un des yeux. La présentation successive de ces deux prismes par un simple mouvement vertical induit une double saccade sur cet œil. Si l'œil testé possède une bonne qualité de fixation, la double saccade induite sur lui est transmise à l'autre œil. Si l'œil testé par le bi-prisme présente une mauvaise qualité de fixation, les saccades induites sur lui ne seront pas transmises à l'autre œil. Ce test ne permet pas de préciser l'origine du défaut de fixation (amétropie ou microstrabisme (97)). Pour le groupe de travail, ce test est surtout utile pour le dépistage des microstrabismes. Les seules données identifiées dans la littérature sur ses performances chez le petit enfant sont issues d'une seule étude (97) sur 27 patients d'âge moyen 5,2 ans, porteurs d'un microstrabisme congénital, avec une acuité visuelle inférieure à 3/10^{es}, chez qui le test par le bi-prisme était anormal, alors que le test de l'écran était normal chez 26 % d'entre eux.

N.B. L'intérêt du bi-prisme dans le suivi des microstrabismes ne fait pas partie du champ de la présente recommandation.

La photoréfraction ou *photoscreening* permet de dépister essentiellement les troubles de la réfraction, mais aussi les troubles de l'alignement binoculaire dont les strabismes. Elle est détaillée au chapitre sur le dépistage des troubles de la réfraction.

— *Conclusion*

En pratique pédiatrique courante, le dépistage du strabisme chez l'enfant d'âge préverbal par le test de l'écran et par l'utilisation des lunettes à secteur de dépistage est simple à réaliser ; l'étude des reflets cornéens peut être plus complexe mais reste réalisable. Pour le test de l'écran, il semble que ses performances soient liées à l'entraînement de l'examineur.

L'utilisation de prismes (prisme d'Irvine et Jampolsky, bi-prisme de Gracis) est à réserver à l'examen en milieu spécialisé. Il est possible que l'utilisation du bi-prisme de Gracis permette une meilleure détection des microstrabismes que le test de l'écran.

VI.2.3. Tests de vision stéréoscopique

Les composantes optiques, neurologiques et motrices de chaque œil doivent être fonctionnelles pour que puisse exister une vision stéréoscopique (ou vision du relief) normale. L'exploration de la vision stéréoscopique permettrait donc de révéler des défauts visuels tels que les troubles de la réfraction importants, y compris l'anisométrie, le strabisme et l'amblyopie organique ou fonctionnelle (98). Les caractéristiques générales des tests de vision stéréoscopique seront développées davantage au chapitre correspondant chez l'enfant d'âge verbal.

Les deux seuls tests de vision stéréoscopique utilisables à l'âge préverbal sont le test de Lang I et le test de Titmus ou test de Wirt (limité à la présentation de la mouche).

— *Caractéristiques générales des tests de vision stéréoscopique*

Une image en relief est vue sous un angle légèrement différent par chacun des deux yeux, la différence entre ces deux angles constituant la parallaxe stéréoscopique. Cette parallaxe s'exprime en secondes d'arc. Plus la vision du relief est bonne, plus petite est la valeur de la parallaxe (ces notions générales sont adaptées du *Manuel de strabologie pratique* (3) et du *Dictionnaire du strabisme* (4)).

— *Test de Lang*

Il est constitué d'une plaque de plastique épaisse dont la surface est nervurée sur laquelle sont imprimés des stéréogrammes c'est-à-dire des images qui ne sont perçues qu'en relief (99). Cette plaquette est présentée à l'enfant verticalement, à 40 centimètres de lui.

Il en existe deux versions successives : le test de Lang I présente trois stéréogrammes : un chat, une voiture, une étoile, le test de Lang II présente aussi trois stéréogrammes : un croissant de lune, une voiture et un éléphant et une image qui peut être perçue même en l'absence de vision du relief, ce qui est moins décourageant pour l'enfant incapable de voir les stéréogrammes, et qui pourra au moins nommer ou montrer une image (99). Chez l'enfant d'âge préverbal, qui ne pourra que montrer les images, seul le test de Lang I doit être utilisé, pour éviter tout risque de confusion : si l'enfant distingue les stéréogrammes et est capable de les montrer du doigt, le test est considéré comme réussi, si l'enfant se désintéresse totalement de la plaquette, le test est considéré comme un échec.

D'après Lang lui-même (100), le test est réalisable dès 6 mois : il a étudié sa faisabilité chez 193 enfants porteurs d'un pseudo-strabisme de 6 mois à 4 ans et montré que le test était réalisable par 42 % de ceux âgés de 6 à 12 mois, 75 % de ceux âgés de 12 à 18 mois et environ 90 % de ceux de plus de 18 mois (sans plus de précisions dans l'article).

Une étude française a retrouvé des résultats analogues chez 819 enfants de moins de 3 ans sans problèmes visuels (sans plus de précisions dans l'article), avec un test réalisable par 14,6 % des moins de 6 mois, 45,6 % des enfants de 6 à 12 mois, 71,6 % des enfants de 12 à 24 mois, 87,1 % des enfants de plus de 24 mois (101).

Dans une autre étude anglaise sur un plus petit échantillon (55 enfants, dont 45 de moins de 3 ans), le test a été réalisé par 50 % (soit 5 enfants) des enfants de moins de 1 an, par 72 % des enfants entre 12 et 18 mois, 78 % des enfants de plus de 18 mois (sans précisions sur les nombres exacts) (98).

Il n'existe pas d'études spécifiques sur les performances du test de Lang chez l'enfant d'âge préverbal. En effet, compte tenu de l'incapacité de l'enfant à s'exprimer verbalement, les chiffres issus des études de faisabilité citées ci-dessus montrent bien qu'un pourcentage non négligeable d'enfants visuellement normaux ne sont pas capables de réussir ce test. On peut donc considérer que le test de Lang à l'âge préverbal n'a de valeur que s'il est positif ou réussi, et on peut supposer dans ce cas qu'il existe une ébauche de vision stéréoscopique. Si le test est un échec, aucune conclusion ne peut être tirée sur l'état de la vision stéréoscopique (consensus du groupe de travail).

— *Test de Titmus ou test de Wirt*

Dans ce test, deux images superposées sont plus ou moins décalées. Vues au travers de lunettes polarisées, elles sont perçues en relief.

Le test de Titmus est parfois appelé test de la mouche, car la première image présentée est une mouche, et on regarde si l'enfant cherche à la saisir (3). L'image occupant la moitié de la surface du test, elle peut être effrayante pour certains enfants et parfois compromettre la poursuite du test (99). Un autre inconvénient du test est qu'il faut faire accepter à un enfant petit le port de lunettes polarisées. Pour cette raison, le test n'est considéré comme utilisable qu'à partir de 1 an. Si l'enfant cherche à saisir les ailes de la mouche ou au contraire semble effrayé par l'image, on peut présumer qu'il possède une certaine qualité de vision stéréoscopique (consensus du groupe de travail).

La vision de la mouche ne donne qu'une estimation grossière de la vision stéréoscopique (3 000 secondes d'arc). Le test de Titmus est complété par d'autres stéréogrammes qui ne sont utilisables que chez l'enfant d'âge verbal. Cette partie du test sera donc détaillée au chapitre correspondant.

— *Conclusion*

L'exploration de la vision stéréoscopique est possible dès 6 mois avec le test de Lang I, après 1 an avec le test de la mouche. Le test de Lang I n'a de valeur à l'âge préverbal que s'il est positif, et dans ce cas, on peut présumer que la vision stéréoscopique est normale. Pour le test de la mouche en revanche, compte tenu de la taille du stéréogramme, si l'enfant ne réagit absolument pas à sa présentation, on peut avoir des doutes sur la qualité de sa vision stéréoscopique. Cependant, compte tenu du caractère potentiellement effrayant de la mouche et du fait que ce test donne une estimation moins précise de la vision stéréoscopique que le test de Lang, seul ce dernier a été retenu dans les recommandations (consensus du groupe de travail).

VI.2.4. Dépistage des troubles de la réfraction

— *Photoréfraction ou photoscreening*

C'est une forme de rétinoscopie ou skiascopie photographique, basée sur le principe de l'étude de la lueur pupillaire ou du test de Brückner détaillé au chapitre sur l'examen clinique. Si les yeux focalisent bien, la lueur pupillaire est rouge foncé sur la pellicule photographique. En cas d'amétropie, la lueur est plus pâle. En cas de fixation excentrique (par strabisme ou microstrabisme), la lueur pupillaire de l'œil concerné est d'un brun jaunâtre, et peut même être blanche en cas de fixation excentrique importante.

Les études retenues pour l'évaluation de la photoréfraction dans ce texte ont inclus aussi bien des enfants d'âge préverbal que verbal. Elles sont détaillées dans ce chapitre et non reprises au chapitre sur le dépistage chez l'enfant d'âge verbal, puisque cette technique de dépistage ne repose pas sur la capacité de parole de l'enfant. Seules les études étudiant la photoréfraction sans cycloplégie ont été retenues car la possibilité de s'affranchir de la cycloplégie pour la détection des troubles de la réfraction serait un avantage pour une démarche de dépistage.

L'analyse des performances du *photoscreening* est basée sur quatre études dont trois (25,102,103) ont été retenues par une revue systématique récente de la littérature sur les tests de dépistage pour la détection de l'amblyopie déjà citée (70) pour leur bonne qualité méthodologique. La quatrième étude (104) est parue après la date limite de sélection de la littérature de cette revue systématique. À partir des données de ces études (détaillées dans le *tableau 7*), il est difficile d'avoir une idée définitive sur les performances de la photoréfraction, car même si elle a été comparée à un examen ophtalmologique de référence, les modalités de celui-ci étaient variables d'une étude à l'autre, ce qui ne facilite pas les comparaisons des études entre elles. De plus, seule une des études retenues mentionne la reproductibilité inter-observateurs, qui paraît acceptable, mais pour deux observateurs seulement (104).

Pour compléter les données sur ce point, deux études non retenues dans la revue systématique, (soit à cause de l'âge des enfants inclus (105) soit en raison de biais de sélection de la population, du faible nombre de photos interprétables par rapport au nombre d'enfants inclus et d'un examen de référence non considéré comme le *gold standard* (106)) et une étude postérieure à cette revue sont détaillées dans le *tableau 8*. Dans ces trois études, il est montré que les performances du *photoscreener* MTI (sensibilité, spécificité) sont très variables selon l'observateur. Une de ces études précise même que les résultats obtenus par les ophtalmologistes pédiatres, les ophtalmologistes non pédiatres et des volontaires non ophtalmologistes rapidement entraînés au maniement du MTI ne différaient pas de manière statistiquement significative, et donc que les variations inter-observateurs n'étaient pas liées à l'étendue de leurs connaissances en ophtalmologie (105). Aucune étude ne mentionne la reproductibilité intra-observateur.

La photoréfraction est donc un examen simple dont la sensibilité est bien étudiée par rapport à l'examen ophtalmologique. Mais l'absence de reproductibilité inter-observateurs actuelle (au moins pour le MTI) ne permet pas de pouvoir l'utiliser comme un test de dépistage chez l'enfant d'âge préverbal ou verbal. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour obtenir une calibration automatique des photos.

Tableau 7. Photoréfraction : performances du test par rapport à l'examen ophtalmologique.

Auteur, année, référence	Type de <i>photoscreener</i> utilisé	Nombre et âge des enfants inclus et % des enfants avec des photos interprétables	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Prévalence des troubles visuels identifiés par l'examen ophtalmologique (%) et commentaires
Ottar 1995 (25)	MTI	1 003 (âge moyen 28,7 mois) -97 %	Examen ophtalmologique avec étude de la réfraction sous cycloplégie, considéré comme anormal en cas de strabisme, anomalies de la cornée, du cristallin, myopie > 1 dioptrie, hypermétropie > 2,75 dioptries, astigmatisme > 1 dioptrie, anisométrie > 1 dioptrie. Les performances du MTI ont été recalculées en utilisant des critères plus sévères pour définir les anomalies de réfraction diagnostiquées par l'examen de référence : myopie ≥ 1 dioptrie, hypermétropie ≥ 2,5 dioptries, astigmatisme > 2 dioptries (enfants de moins de 1 an) ou > 1,5 dioptrie (enfants de plus de 1 an), anisométrie > 1 dioptrie.	75,4 (critères initiaux d'anomalies de l'examen de référence) 81,8 (nouveaux critères d'anomalies de référence)	89,8 (critères initiaux d'anomalies de l'examen de référence) 90,6 (nouveaux critères d'anomalies de l'examen de référence)	20 % avec les premiers critères d'anomalie utilisés. Dans la même population, la sensibilité de détection des troubles visuels par photoréfraction augmente quand les critères d'anomalies de l'examen de référence sont plus sévères. Aucune précision sur la variabilité inter-observateurs n'est donnée dans l'étude.
Cooper 1999 (104)	MTI et Fortune Optical VRB 100	105 de 12 à 44 mois (<i>photoscreening</i> réalisé par 2 observateurs différents) 97 % (premier observateur) et 92 % (deuxième observateur)	Examen ophtalmologique complet, considéré comme anormal en cas de strabisme, opacités des milieux de l'œil, anomalie au fond d'œil myopie > 2 dioptries, hypermétropie > 3,5 dioptries, astigmatisme > 2 dioptries, anisométrie > 1 dioptrie.	MTI 56 et 61 (selon l'observateur) Fortune Optical VRB 100 60 et 68 (selon l'observateur)	MTI 79 et 86 (selon l'observateur) Fortune Optical VRB 100 75 et 86 (selon l'observateur)	60 % L'étude a été réalisée en double aveugle (les examinateurs pour le <i>photoscreening</i> ignoraient les résultats de l'examen ophtalmologique et vice versa) Il n'existait pas de différence statistiquement significative de sensibilité et de spécificité du <i>photoscreening</i> entre les deux observateurs.

Tableau 7 (suite). Photoréfraction : performances du test par rapport à l'examen ophtalmologique.

Auteur, année, référence	Type de <i>photoscreener</i> utilisé	Nombre et âge des enfants inclus et % des enfants avec des photos interprétables	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Prévalence des troubles visuels identifiés par l'examen ophtalmologique (%) et commentaires
Cogen 1992 (102)	Visiscreen 100	63 (de 3 mois à 8 ans) 90 %	Examen ophtalmologique avec étude de la réfraction sous cycloplégie, considéré comme anormal en cas de myopie ≥ 1 dioptrie, d'hypermétropie $\geq 2,5$ dioptries, d'astigmatisme > 2 dioptries, d'anisométrie > 1 dioptrie.	85	94	60 % Aucune précision sur la variabilité inter-observateurs n'est donnée dans l'étude.
Morgan 1987(103)	Visiscreen 100	127 (de 6 mois à 6 ans) 89 %	Examen ophtalmologique complet, considéré comme anormal en cas de myopie > 5 dioptries, d'hypermétropie > 4 dioptries, d'astigmatisme > 2 dioptries, d'anisométrie > 1 dioptrie.	91	74	12 % Aucune précision sur la variabilité inter-observateurs n'est donnée dans l'étude.

Tableau 8. Photoréfraction : performances du MTI en fonction de l'observateur.

Auteur, année, référence	Nombre et âge des enfants inclus	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Nombre d'examineurs	Sensibilité %	Spécificité %	Commentaires
Tong 1998 (105)	100 de moins de 1 mois à 44 mois dont 90 % avaient entre 6 et 36 mois	Examen externe de l'œil, étude de la réfraction sous cycloplégie, fond d'œil, mesure de l'acuité visuelle, étude des fonctions pupillaires, et étude de la mobilité de l'œil	18	37 à 88 selon l'observateur	40 à 88 selon l'observateur	L'examineur des photos ignorait les résultats de l'examen ophtalmologique.
Hatch 1997 (106)	161 enfants de 2 ans et 9 mois à 10 ans et 9 mois (âge moyen 6 ans et 6 mois). Seulement 71 photos sur 138 ont été examinées par plusieurs observateurs	Examen externe de l'œil, acuité visuelle, étude de la réfraction sans cycloplégie, test de l'écran et examen ophtalmoscopique	12 pour l'examen de 71 photos	14 à 71 selon l'observateur	73 à 95 selon l'observateur	Le coefficient de concordance kappa entre les 12 observateurs était médiocre (0,38). Pour les 12 observateurs, il est précisé qu'ils ignoraient les résultats de l'examen ophtalmologique.
Simons 1999 (107)	100 de 4 mois à 12 ans (âge moyen 4,1 ans)	Acuité visuelle (Snellen*, Allen* ou Teller selon l'âge), réflexe de fixation, test de l'écran alterné et avec prisme de près et à distance, fond d'œil, étude de la réfraction sous cycloplégie	6	80 à 91 selon l'observateur	20 à 67 selon l'observateur	La variation inter-observateurs est différente selon le facteur amblyogène considéré.

L'échelle de Snellen est l'échelle de lettres de référence pour les Anglo-Saxons. Le test d'Allen est un test de reconnaissance d'images. Les deux ne sont pas utilisés en France mais font partie des tests recommandés par l'Académie américaine de pédiatrie (67).

— *Vidéophotoréfraction*

Cette méthode est dérivée dans son principe de la photoréfraction. Son intérêt, comme pour la photoréfraction, serait de pouvoir dépister les troubles de la réfraction sans avoir recours à la cycloplégie. Deux appareils sont actuellement à l'étude, le VPR 1 et le PR 2000.

Une étude a comparé les performances de la vidéophotoréfraction avec le VPR 1 avec et sans cycloplégie chez 247 enfants de 1 an par rapport à la rétinoscopie sous cycloplégie pour la détection des troubles de la réfraction listés dans le *tableau 9* ci-dessous. Sans cycloplégie, la sensibilité du VPR 1 était médiocre. Elle était très améliorée après cycloplégie (26).

Tableau 9. Performances de la vidéophotoréfraction avec le VPR 1 sans cycloplégie par rapport à la rétinoscopie après cycloplégie chez 247 enfants (26).

Trouble de la réfraction (dioptries)	Sensibilité sans cycloplégie %	Sensibilité avec cycloplégie %	Spécificité sans cycloplégie %	Spécificité avec cycloplégie %
Hypermétropie ≥ 2	30,4	81,3	90,4	65,9
Hypermétropie ≥ 3	26,5	65,3	96,5	87,9
Hypermétropie ≥ 4	12,5	83,3	99,1	90,6
Myopie	61,5	92,3	60,3	98,7
Astigmatisme ≥ 1	53,9	84,6	62,1	45,6
Astigmatisme ≥ 2	29,4	64,7	83	77,8

La reproductibilité inter ou intra-observateur n'est pas mentionnée dans l'étude.

Une étude chez 222 enfants d'âge moyen (108) de 4 ans et 2 mois (12,7 à 68,7 mois) dont 189 ont pu être testés sur les deux yeux a également comparé les performances de la vidéophotoréfraction avec le PR 2000, par rapport à la rétinoscopie sous cycloplégie. La méthodologie utilisée est précisément décrite et aucun biais n'a été identifié. Les performances du PR 2000 dans cette population sont détaillées dans le *tableau 10* ci-dessous.

Tableau 10. Performances de la vidéophotoréfraction avec le PR 2000 sans cycloplégie par rapport à la rétinoscopie sous cycloplégie chez 189 enfants (108).

Trouble de la réfraction (dioptries)	Prévalence du trouble de la réfraction dans la population considérée %	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive	Valeur prédictive négative
Hypermétropie > 3,75	19	80	82	51	95
Anisométrie > 1,25	12	91	92	62	99
Astigmatisme > 1,25	16	94	75	43	98

Dans cette étude, la reproductibilité inter-observateurs a été évaluée sur l'œil droit de 19 enfants. Il existait une différence moyenne entre les mesures des deux observateurs qui ne dépassait pas 0,05 dioptrie (avec un écart-type de +/- 0,17 dioptrie). La reproductibilité intra-observateur sur l'œil droit de 28 enfants montrait une différence moyenne qui ne dépassait pas 0,06 dioptrie (avec un écart-type de +/- 0,62 dioptrie). La plus grande variabilité inter ou intra-observateur était observée pour l'astigmatisme.

Les auteurs concluaient que le PR 2000 pourrait être un outil de dépistage au moins aussi performant que d'autres dispositifs similaires, surtout pour sa capacité à mettre en évidence l'anisométrie (puisque c'est pour ce trouble de la réfraction que l'on obtient la combinaison sensibilité et spécificité la plus élevée et la meilleure valeur prédictive positive) et pour la reproductibilité de ces résultats.

Néanmoins, les études sur la vidéophotoréfraction sans cycloplégie sont trop peu nombreuses et les résultats obtenus sont encore trop discordants pour pouvoir conclure sur son intérêt en test de dépistage. C'est cependant une voie de recherche intéressante, afin de voir si les résultats obtenus avec le PR 2000 peuvent être confirmés.

— *Réfractomètre portable*

Le principe de l'appareil est de pouvoir donner une mesure de la réfraction, avec ou sans cycloplégie, et avec un appareil non fixé sur une table, ce qui permettrait son utilisation en dépistage.

Deux appareils sont actuellement disponibles, le Retinomax® portable et le SureSight®. Quatre études ont étudié les performances du Retinomax® en l'absence de cycloplégie, une pour détecter l'astigmatisme (109), l'autre pour détecter l'hypermétropie (110), les deux dernières pour détecter les troubles de la réfraction en général (111,112). Les résultats de ces quatre études sont détaillés dans le *tableau 11*.

Il n'a été identifié qu'une seule étude avec le SureSight® chez l'enfant (113). Cette étude chez 166 enfants de 3 à 5 ans a comparé les performances du Retinomax® et du SureSight® utilisés à celles d'une rétinoscopie sous cycloplégie pour le dépistage de l'astigmatisme. Dans cette étude les performances des deux appareils étaient comparables. Les résultats sont détaillés dans le *tableau 12*.

Le dépistage des troubles de la réfraction par réfractomètre portable sans cycloplégie semble être une voie de recherche intéressante, car quels que soient l'appareil considéré et le trouble de la réfraction étudié, la sensibilité et la spécificité de l'examen par rapport à une rétinoscopie sous cycloplégie sont supérieures à 70 %. Cependant les données de la littérature sont encore trop peu nombreuses pour recommander le dépistage des troubles de la réfraction par réfractomètre portable en l'absence de cycloplégie.

— *Conclusion*

Compte tenu des données actuelles sur les examens utilisables pour l'étude de la réfraction sans cycloplégie (photoréfraction, vidéophotoréfraction, réfractomètres portables sans cycloplégie), l'examen de la réfraction sous cycloplégie reste le seul examen à retenir pour un dépistage fiable des anomalies de la réfraction chez l'enfant d'âge préverbal.

Tableau 11. Performances du réfractomètre portable Retinomax[®] sans cycloplégie pour la détection des troubles de la réfraction.

Auteur, année, référence	Nombre et âge des enfants inclus	Critères d'anomalie retenus pour le Retinomax [®] sans cycloplégie	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive %	Valeur prédictive négative %	Commentaires
Cordonnier 1999 (109)	1 205 de 9 à 48 mois dépistés par Retinomax [®] sans cycloplégie dont 302 ont eu un examen de référence	Astigmatisme $\geq 1,5$ dioptrie	Examen de la réfraction au Retinomax [®] avec cycloplégie Astigmatisme ≥ 2 dioptries	71 - 84 selon l'œil considéré	90-92 selon l'œil considéré	58-71 selon l'œil considéré	94-96 selon l'œil considéré	Les 302 enfants n'étaient pas randomisés à partir de l'échantillon de départ et la prévalence de l'astigmatisme était plus élevée dans le sous-groupe des 302 que dans l'échantillon de départ.
Cordonnier 1998 (110)	897 de 6 mois à 5 ans dépistés par Retinomax [®] sans cycloplégie dont 220 ont eu un examen de référence.	Hypermétropie > 1 dioptrie et $> 1,5$ dioptrie [§]	Examen de la réfraction au Retinomax [®] avec cycloplégie Hypermétropie $\geq 3,5$ dioptries	78,7* 70,2 [§]	79,2* 94,6 [§]	51,4* 78,6 [§]	93* 91,9 [§]	Les 220 enfants ne sont pas randomisés à partir de l'échantillon de départ.

* Performances obtenues pour un seuil d'hypermétropie > 1 dioptrie lors de la mesure au Retinomax[®] sans cycloplégie.

§ Performances obtenues pour un seuil d'hypermétropie $> 1,5$ dioptrie lors de la mesure au Retinomax[®] sans cycloplégie.

Tableau 11 (suite). Performances du réfractomètre portable Retinomax[®] sans cycloplégie pour la détection des troubles de la réfraction.

Auteur, année, référence	Nombre et âge des enfants inclus	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive %	Valeur prédictive négative %	Commentaires
Miller 1999 (112)	245 de 3 à 5 ans	Examen de la réfraction par rétinoscopie et par Retinomax [®] sous cycloplégie (avec étude de la concordance entre les deux mesures sous cycloplégie) : anisométrie $\geq 1,5$ dioptrie, astigmatisme entre 1,5 et 2,5 dioptries selon l'âge, hypermétropie entre 4 et 5 dioptries selon l'âge myopie entre 1,5 et 4 dioptries selon l'âge	91	86	75	95	L'examinateur réalisant la rétinoscopie sous cycloplégie ne connaissait pas les résultats de l'examen par Retinomax [®] (avec ou sans cycloplégie). Parallèlement au Retinomax [®] , une échelle visuelle de reconnaissance d'images (non utilisée en France) a été comparée à la rétinoscopie sous cycloplégie, avec une sensibilité de 91 % mais une spécificité de 44 %. Les auteurs concluent que si l'échelle visuelle permet de ne pas méconnaître plus de troubles visuels que le Retinomax [®] sans cycloplégie, celui-ci évite un certain nombre de faux positifs du fait de sa meilleure spécificité.
Cass 1999 (111)	104 (âge moyen 54 mois)	Examen de la réfraction par rétinoscopie sous cycloplégie : anisométrie > 1 dioptrie, astigmatisme $> 1,5$ dioptrie, hypermétropie > 3 dioptries	94,5 (IC 95 % : 99,7-89,3)	94,5 (IC 95 % : 79,8-59,2)	Non précisée	Non précisée	L'expérimentateur qui a réalisé l'examen de référence ignorait les résultats obtenus au Retinomax [®] .

Tableau 12 Performances des réfractomètres portables Retinomax[®] et SureSight[®] pour la détection des troubles de la réfraction.

Auteur, année, référence	Nombre et âge des enfants inclus	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Faisabilité	Sensibilité %	Spécificité %	Commentaires
Harvey 2000 (113)	166 enfants de 3 à 5 ans originaires d'une tribu indienne des USA, où la prévalence de l'astigmatisme est particulièrement élevée	Examen de la réfraction sous cycloplégie : astigmatisme ≥ 2 dioptries pour les enfants de moins de 4 ans, $\geq 1,5$ dioptrie pour les enfants de 4 ans ou plus	Pour le SureSight [®] : 157 enfants (95 %) ont pu être examinés Pour le Retinomax [®] : 164 enfants (99 %) ont pu être examinés	Pour le SureSight : 78 Pour le Retinomax : 82	Pour le SureSight : 100 Pour le Retinomax : 100	Les résultats n'ont été donnés que pour l'œil droit. Les performances des deux appareils n'ont été données que pour le dépistage de l'astigmatisme. Cependant, les auteurs ont également comparé les mesures en dioptries pour l'hypermétropie, la myopie et l'astigmatisme obtenues avec les deux appareils par rapport à celles obtenues avec la rétinoscopie sous cycloplégie. Ils concluent que les deux appareils, en l'absence de cycloplégie, sur-estiment la myopie (et donc sous-estiment l'hypermétropie).

— *L'examen de la réfraction sous cycloplégie*

Il peut se faire par rétinoscopie (ou skiascopie) mais également par réfractomètre automatique, après dilatation de la pupille par un collyre cycloplégique.

Comme il s'agit du seul examen capable actuellement de dépister les troubles de la réfraction de façon fiable, il serait justifié d'étendre la fréquence de son utilisation chez l'enfant d'âge préverbal, idéalement à 9 mois, puisque le carnet de santé prévoit un examen de la vue à cet âge, entre 9 et 15 mois pour plus de faisabilité. Cet examen ne peut être proposé de manière systématique que si sa tolérance est acceptable (consensus du groupe de travail).

La tolérance de l'examen est liée à celle des collyres mydriatiques utilisables pour cette tranche d'âge, soit l'atropine à 0,3 % (Atropine 0,3 % Alcon[®]), soit le cyclopentolate à 0,5 % (Skiacol[®]). Ce dernier est contre-indiqué chez les enfants de moins de 1 an.

Le résumé des caractéristiques du produit de l'atropine à 0,3 % (114) mentionne les effets indésirables suivants : « sécheresse de la peau et de la bouche, fièvre, irritabilité, tachycardie, rougeur de la face, constipation, mydriase prolongée, syndrome confusionnel chez le sujet âgé », sans préciser ni leur fréquence, ni si certains sont spécifiques ou plus fréquents chez l'enfant. Pour le groupe de travail, la rougeur de la face est fréquente et les parents doivent être systématiquement prévenus, la fièvre est possible et là encore les parents doivent être avertis de la surveillance à exercer et des traitements antipyrétiques à mettre en œuvre si besoin.

Le résumé des caractéristiques du produit du cyclopentolate à 0,5 % (115) mentionne à la rubrique « effets indésirables » des effets indésirables oculaires et non oculaires. Les effets oculaires cités sont les suivants : « mydriase gênante, photophobie, risque de glaucome aigu par fermeture de l'angle, irritation, picotement, possibilité de réaction allergique. En raison de la présence de chlorure de benzalkonium, risque d'eczéma de contact, d'irritation. » Les effets non oculaires cités sont les suivants : « bien qu'administré par voie locale, ce médicament peut entraîner des effets systémiques qu'il convient de prendre en compte. Des cas d'effets indésirables neurologiques et psychiatriques ont été observés, plus particulièrement chez l'enfant. » Au chapitre « précautions d'emploi » il est précisé : « Skiacol[®] doit être administré avec précaution chez les patients présentant des symptômes d'une atteinte du système nerveux central, ce médicament pouvant entraîner des troubles du système nerveux central, surtout chez les jeunes enfants. »

Il n'a été retrouvé que deux publications rapportant les résultats de la réfraction sous cycloplégie dans une population d'enfants d'âge préverbal. L'une, anglaise a étudié la réfraction de 1 648 enfants de 11 à 13 mois en utilisant un collyre à l'atropine plus fortement dosé (1 %) (116). La seconde, française, a étudié sur 10 ans (1978 à 1987) la réfraction de 1 062 enfants âgés de 5 à 35 mois, après cycloplégie sous atropine à 0,3 % jusqu'à l'âge de 3 ans, sous Skiacol[®] pour les enfants plus âgés (117). Aucune des deux n'a abordé le problème de la tolérance. Il est donc impossible d'en tirer une conclusion sur la sécurité d'emploi des collyres mydriatiques utilisés.

Seules deux revues générales publiées depuis 1990 et les données de pharmacovigilance de l'AFSSAPS permettent d'apprécier la tolérance des collyres à l'atropine ou au cyclopentolate.

Dans les deux revues (118,119), les effets indésirables décrits sont identiques à ceux déjà indiqués dans les résumés des caractéristiques des produits. Une de ces revues précise également que les enfants blonds ou atteints de trisomie 21 ou ayant déjà reçu des anesthésiques locaux auraient un risque accru d'effets indésirables systémiques après administration d'un collyre mydriatique quel qu'il soit (sans plus de précisions dans l'article) (119).

Les données françaises de pharmacovigilance fournies par l'AFSSAPS (120) sur les effets indésirables notifiés spontanément entre 1995 et le 5 décembre 2000 lors de l'utilisation de l'atropine à 0,3 % et du cyclopentolate à 0,5 % chez le nourrisson âgé de 9 à 15 mois ne font état que de quatre cas, tous survenus sous atropine à 0,3 % :

- une rougeur subite de la face s'étendant au cou et au ventre, chez un petit garçon de 11 mois ;
- une fièvre à 38 °C avec rougeur de la face, chez un petit garçon de 10 mois ;
- une rougeur subite de la face avec agitation importante, chez un petit garçon de 9 mois ;
- un malaise accompagné de vasodilatation, chez une petite fille de 10 mois.

Pour les trois premiers cas il est indiqué une guérison spontanée, pour le dernier une guérison sans séquelles.

Les rares données de pharmacovigilance ne sont pas inquiétantes pour ce type de produit et dans cette indication (les cas présentés sont tous d'évolution favorable et la relation de causalité semble forte), mais ne sont pas non plus rassurantes car non exhaustives en raison d'une sous-notification probablement importante (120).

Compte tenu des données disponibles, l'examen de la réfraction sous cycloplégie par l'atropine à 0,3 % ou par le Skiacol® ne semble pas exposer à un risque d'effet indésirable inacceptable, à condition de respecter les contre-indications et précautions d'emploi préconisées (réserver le Skiacol® à l'enfant de 1 an ou plus et l'utiliser avec précaution chez les enfants présentant des symptômes d'une atteinte du système nerveux central). Chez l'enfant de 9 à 15 mois le rapport bénéfice-risque d'un tel examen paraît favorable.

VI.2.5. Dépistage des anomalies organiques

Il n'existe aucun test permettant de dépister une anomalie organique de l'œil non décelable à l'examen clinique. Seul le fond d'œil après cycloplégie et l'examen du segment antérieur à l'ophtalmoscope permettent un dépistage fiable (consensus du groupe de travail).

VI.3. Tests de dépistage disponibles à l'âge verbal

VI.3.1. Dépistage de l'amblyopie (mesure de l'acuité visuelle)

À l'âge verbal, l'utilisation des échelles d'acuité visuelle devient possible. Il en existe différents types, échelles de lettres ou échelles d'images. Elles mesurent toutes une acuité visuelle subjective, l'acuité visuelle objective n'étant mesurable que par des méthodes électro-physiologiques, non utilisables en dépistage. La bibliographie existante sur les tests d'acuité visuelle permet de décrire chacun des tests, mais ne donne que rarement des données fiables sur les performances du test, compte tenu de sa qualité méthodologique insuffisante, avec en particulier l'absence de comparaison à un examen de référence.

— *Caractéristiques générales des échelles d'acuité visuelle*

Ces caractéristiques sont issues du dernier rapport de la Société Française d'Ophtalmologie (5), ouvrage collectif avec une recherche bibliographique dont la méthodologie n'est pas explicitée.

L'acuité visuelle subjective est définie par le plus petit écart permettant de voir deux points noirs séparés par un fond blanc. L'angle sous lequel est vu cet espace ou angle de résolution minimal ou pouvoir séparateur s'exprime en minutes d'arc. L'acuité visuelle subjective ou angulaire est exprimée par l'inverse de cet angle. La valeur de 1 minute d'arc a été choisie uniformément comme référence de normalité. En conséquence, les échelles de lecture sont conçues pour utiliser des optotypes aux dimensions adaptées à la distance de lecture.

Il existe deux types de progression entre la taille des optotypes qui définissent l'augmentation ou la diminution de l'acuité visuelle exprimée en fractions, soit une progression arithmétique du dénominateur (pour les échelles en dixièmes ou échelles décimales), soit une progression géométrique du dénominateur

L'exemple typique d'échelle décimale en France est l'échelle de lettres de Monoyer. L'acuité visuelle peut être notée de deux façons, soit en fractions décimales où l'acuité visuelle est exprimée comme l'inverse de l'angle minimum de résolution exprimé en minutes d'ARC (ex. : 1/2 ou 0,5 et 1/10 ou 0,1 en fraction décimale), soit en notation Monoyer où le dénominateur est 10 pour les acuités visuelles comprises entre 1/10^e et 10/10^{es} et pour les acuités inférieures à 1/10^e, c'est le numérateur qui ne change plus, fixé à 1 (ex. : 0,05 en fraction s'écrit 1/20^e en notation Monoyer). L'inconvénient des échelles décimales est que la différence d'angle apparent et donc d'acuité visuelle est beaucoup plus grande pour les acuités visuelles entre 1/10^e et 2/10^{es} que pour les acuités visuelles entre 9/10^{es} et 10/10^{es}.

Pour les échelles logarithmiques, la progression de la taille des optotypes d'une ligne à l'autre apparaît constante, l'intervalle entre l'avant-dernière ligne et la dernière ligne apparaît identique à celui qui sépare la première ligne du tableau de la deuxième. Cette progression se rapproche plus de la progression physiologique du signal visuel dans le système neuronal qui se fait en suivant une loi physique plus proche des fonctions logarithmiques que des fonctions linéaires. Il n'existe qu'une échelle logarithmique spécialement conçue pour les enfants : l'échelle de Sander-Zanlonghi.

Actuellement les échelles décimales ne correspondent plus à la norme internationale, en particulier à la norme ISO 8596 qui impose une échelle logarithmique. Pour faciliter l'interprétation des résultats, il existe des tables de conversion pour passer d'une notation logarithmique à une notation décimale.

L'anneau de Landolt (qui date de 1874) reste l'optotype de référence pour le comité des fonctions visuelles et le conseil international d'ophtalmologie. Il s'agit d'un anneau brisé dont l'épaisseur du trait et de la brisure sont le cinquième du diamètre total (*figure 2*). Il peut être présenté selon 8 orientations différentes. Il est toujours utilisé comme un test traditionnel d'acuité visuelle de loin et tous les tests d'acuité visuelle doivent être étalonnés par rapport à lui. Dans le cas des tests lettres ou images utilisés chez l'enfant, le tracé des optotypes est choisi empiriquement pour s'approcher du résultat donné par l'anneau de Landolt.

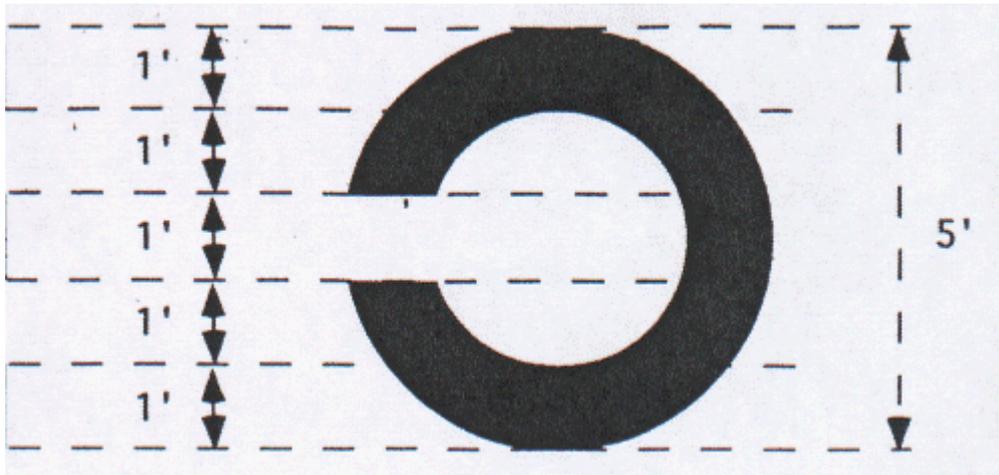


Figure 2. Anneau de Landolt.

— Normes d'acuité visuelle chez l'enfant d'âge verbal (pour les échelles décimales)

Le standard de mesure de l'acuité visuelle a été établi en 1988 (121) et on considère généralement qu'une ligne d'optotypes a été lue quand plus de 50 % des optotypes présentés (par exemple 3 sur 5 ou 4 sur 6) ont été lus correctement. Les normes d'acuité visuelle publiées n'ont pas été établies par des études scientifiquement valides mais ont été définies par consensus d'experts, en fonction de leur expérience clinique.

Les normes indiquées ci-dessous sont celles citées dans le dernier rapport de la Société Française d'Ophtalmologie comme communément admises (5) :

- à 4 ans : 5/10^{es}
- à 5 ans : 10/10^{es}

Le groupe du CADET indique des normes pour les enfants de 2 ans et demi à 5 ans, avec une norme bien supérieure à la précédente pour les enfants de 4 ans (66) :

- à 2 ans et demi : 6/10^{es}
- à 3 ans : 8/10^{es}
- à 4 ans : 9/10^{es}
- à 5 ans : 10/10^{es}

Pour le groupe de travail, les normes retenues en pratique habituelle sont les suivantes :

- à 3 ans : 7/10^{es}
- à 5 ans : 10/10^{es}

Ce qu'il importe de dépister c'est :

- une différence d'acuité entre les deux yeux, d'au moins 2/10^{es} (66) et ce même si l'acuité visuelle de chaque œil se maintient dans une moyenne acceptable pour l'âge (67). Les Anglo-Saxons expriment cette différence en lignes d'échelle d'acuité visuelle et considèrent comme pathologique le seuil de deux lignes de différence entre les deux yeux (67) ;
- une acuité inférieure à la moyenne normale admise pour l'âge de l'enfant (66).

Dans les deux cas, l'enfant doit être adressé à un ophtalmologiste (consensus du groupe de travail).

— *Principes généraux de mesure de l'acuité visuelle de loin*

Ces principes sont issus du *Manuel de strabologie pratique* (3), de la revue générale du CADET (66) et des recommandations de l'Académie américaine de pédiatrie (67).

- Tous les tests ne sont pas étalonnés pour la même distance. La majorité le sont pour 5 mètres, d'autres pour 4 mètres, certains pour 2,50 mètres. Pour l'acuité visuelle de loin, il est préférable pour un jeune enfant d'utiliser un test à 2,50 mètres, l'attention est plus soutenue (3), cependant si l'échelle visuelle est présentée par un projecteur, il est possible de faire varier l'étalonnage et d'utiliser une échelle à la distance souhaitée (consensus du groupe de travail).
- L'échelle utilisée, qu'elle soit présentée sur un tableau ou par un projecteur, doit comporter des signes groupés et non un signe isolé car l'utilisation d'un seul signe peut donner une acuité surévaluée (3) et il doit y avoir au moins 3 symboles par ligne (66).
- L'acuité doit être mesurée avec et sans correction, en position de torticolis s'il y a lieu, en monoculaire et en binoculaire pour le *Manuel de strabologie pratique* ou en monoculaire uniquement pour l'Académie américaine de pédiatrie et le groupe de travail, afin de ne pas décourager l'enfant par un examen trop long (3, 67).
- L'occlusion (pour l'acuité visuelle en monoculaire) doit être faite avec un cache efficace ou de larges lunettes avec un verre obturé et non par la main du sujet, un morceau de carton ou un petite palette, pour éviter toute tricherie à travers les doigts de la main ou une éventuelle compression du globe par un doigt trop appuyé (3,66,67).
- Le test le plus difficile que l'enfant est capable de faire doit être utilisé (67).

N.B. Les tests d'acuité visuelle de près (l'échelle de Rossano-Weiss et le test Cadet images de près) ne seront pas détaillés car ils ne sont pas utilisés en dépistage (consensus du groupe de travail).

— *Âge optimal d'utilisation des tests d'acuité visuelle de loin*

Pour les recommandations de l'Académie américaine de pédiatrie, l'acuité visuelle est testable par des tests images au plus tôt à 2 ans et demi et un test d'acuité visuelle est préconisé chez tous les enfants à partir de 3 ans. Au cas où l'enfant est incapable de coopérer pour un test d'acuité visuelle à 3 ans, une deuxième tentative doit être faite 4 ou 6 mois après. Si après plusieurs tentatives, il n'est toujours pas possible de tester l'enfant, il doit être adressé à un ophtalmologiste qui a une expérience pédiatrique (67).

Pour la Société Française d'Ophtalmologie (5), l'acuité visuelle est testable dès 2 ans (avec une échelle d'images) si on procède par appariement, en plaçant sous les yeux du jeune enfant une plaquette dite planche d'appariement qui contient un exemplaire de chacune des figures qui lui seront présentées sur l'échelle d'acuité visuelle. Les figures sont présentées sur cette plaquette dans un ordre aléatoire et on demande à l'enfant de montrer avec son doigt sur la planche d'appariement la même figure que celle qui lui est présentée à distance.

— *Les tests lettres*

Les échelles des E (de Snellen et de Raskin)

Ce sont des échelles décimales. Elles utilisent des lettres majuscules E de taille décroissante présentées selon 4 orientations différentes, la forme du E étant légèrement différente selon l'échelle de Snellen ou de Raskin (*figures 3-4*). Dans les deux cas la caractéristique du test est que l'épaisseur du trait est le cinquième de l'épaisseur de l'optotype. L'enfant doit indiquer l'orientation des branches du E (vers le haut, le bas, la droite ou la gauche) soit à

l'aide d'un petit instrument qui reproduit la forme de l'optotype qu'il doit orienter dans la même direction que le test présenté, soit avec sa main.

Pour la Société Française d'Ophtalmologie (5), ces échelles sont utilisables à partir de 3 ans, en utilisant au besoin une planche d'appariement.

L'échelle des E de Snellen fait partie des tests recommandés dès 3 ans par les recommandations de l'Académie américaine de pédiatrie déjà citées. Le test doit être présenté à 6 mètres pour l'étude de la vision binoculaire, à 3 mètres pour l'étude de la vision monoculaire (67).

Il n'a été identifié que 3 études comparant l'échelle des E de Snellen à l'échelle de Sheridan-Gardiner qui seront détaillées dans les paragraphes consacrés à cette dernière et au Scolatest (122-124).

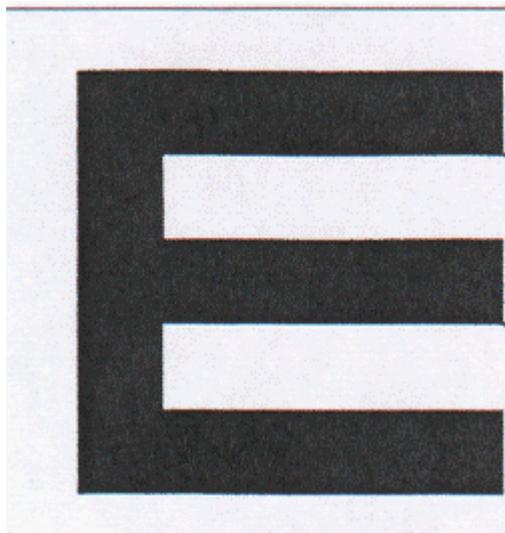


Figure 3. E de Raskin.

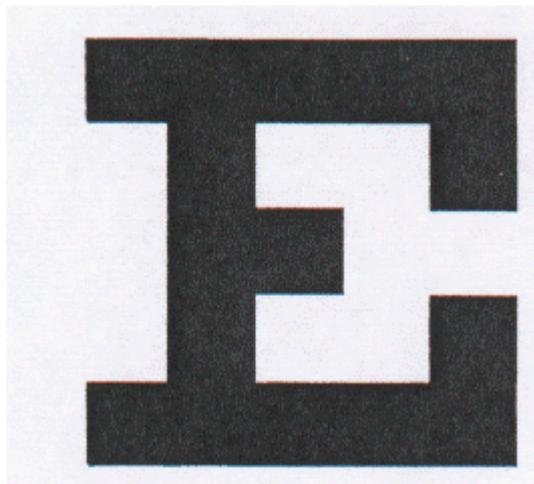


Figure 4. E de Snellen.

Le test Cadet lettres (*figure 5*)

Il s'agit d'une échelle décimale avec une progression arithmétique comparable à celle de l'échelle des E de Snellen.

Le test se présente comme un petit livret à spirales présenté à 2,5 mètres et utilise 6 lettres symétriques (A,H,O,T,U,X), pour éviter les difficultés de latéralisation fréquentes chez les jeunes enfants. La répartition des lettres sur l'échelle d'acuité a été déterminée de manière aléatoire par ordinateur, en réalisant des séquences de 3 lettres par ligne non répétitives. Le test a été étalonné par rapport au E de Snellen, l'épaisseur du trait étant le cinquième de l'épaisseur de l'optotype. Il existe une planche d'appariement (125).

Il n'a été identifié qu'une publication sur ce test (125). Elle décrit le test et mentionne trois études de comparaison avec d'autres tests. L'une a utilisé le test Cadet chez des enfants scolarisés (sans précision ni de leur nombre ni de leur âge) qui avec ou sans correction avaient 10/10^{es} au test des E de Snellen, et il n'a pas été constaté de différence significative entre les deux tests (sans mention d'une analyse statistique). Une deuxième étude chez des enfants de 4 à 6 ans a confirmé ces résultats (sans plus de précisions dans l'article). La troisième étude mentionnée dans l'article ne sera pas détaillée car elle a comparé le test Cadet lettres à un test qui n'est plus utilisé (le test ASBU d'Ardouin et Urvoy).

Pour les auteurs du test Cadet lettres, il est utilisable après 4 ans, pour le groupe de travail après 3 ans, en utilisant la planche d'appariement tant que l'enfant ne peut nommer les lettres. Chaque ligne d'acuité doit être présentée recto-verso pour éviter une mémorisation au moment de tester le deuxième œil.

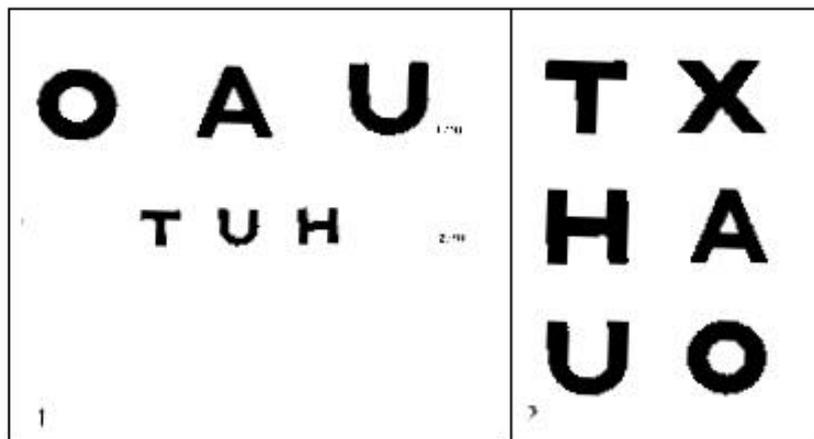


Figure 5. Test Cadet lettres.

L'échelle de Sheridan-Gardiner ou « Stycar test »

Il s'agit d'une échelle décimale, présentée à 6 mètres dans les 3 publications anglo-saxonnes retenues, avec soit une présentation groupée des lettres sur un tableau mural (126), soit une présentation isolée des lettres (122,123).

En présentation groupée, il existe actuellement une version à 7 lettres et une version à 4 lettres, non utilisées en France. La version à 4 lettres ou test HTOV fait partie des tests d'acuité visuelle de loin recommandés par l'Académie américaine de pédiatrie (67).

En présentation isolée, il existe deux versions, avec 7 (X, O, U, T, H, A, V) ou 5 (H, T, O, V, X) lettres symétriques. L'enfant peut répondre verbalement ou par appariement. Depuis 1960, les versions françaises du test (échelles de Sheridan-Inserm), qui existent sous forme de deux carnets, à 5 lettres pour les enfants de moins de 4 ans, à 7 lettres pour les plus de 4 ans, ne permettent que cette présentation isolée des lettres du test pour éviter les confusions qu'entraînait la présentation groupée. L'échelle Sheridan-Inserm est présentée soit à 5 mètres, soit à 2,5 mètres, avec un facteur de conversion de la mesure d'acuité visuelle selon la distance utilisée (127).

Une seule étude méthodologiquement acceptable a étudié les performances de l'échelle de Sheridan-Gardiner à 7 lettres, en présentation groupée à 6 mètres, par rapport à un examen ophtalmologique (126). Les résultats sont détaillés dans le *tableau 13*. La sensibilité du test varie selon le niveau d'acuité visuelle retenu comme anormal, mais ne dépasse pas 45 %.

Deux études ont comparé l'échelle de Sheridan-Gardiner, avec une présentation isolée des lettres, à l'échelle des E de Snellen (122,123).

Les résultats de la première de ces deux études chez des enfants de 3 à 7 ans, utilisant les deux versions à 5 et 7 lettres de l'échelle de Sheridan-Gardiner comparée à une version « modifiée » de l'échelle des E de Snellen (c'est-à-dire avec une présentation isolée des « E »), sont détaillés dans le *tableau 14*. Pour les auteurs, l'échelle des E était difficile à utiliser chez les moins de 5 ans, du fait des difficultés de latéralisation des enfants. En revanche, chez les 5 à 7 ans, même si elle était plus longue à utiliser que l'échelle de Sheridan-Gardiner, elle semblait plus fiable que cette dernière pour détecter les baisses d'acuité visuelle.

Dans la seconde étude, chez 75 patients amblyopes, d'âge moyen 3 ans et 3 mois, après le traitement initial par occlusion, l'acuité visuelle a été testée avec l'échelle de Sheridan-Gardiner (sans précision de la version 5 ou 7 lettres utilisée) et l'échelle des E de Snellen « classique », c'est-à-dire avec une présentation groupée des lettres, considérée comme échelle de référence. Les deux échelles étaient présentées à 6 mètres. Pour 52 enfants, soit 69,3 %, l'échelle de Sheridan-Gardiner mesurait une acuité visuelle supérieure d'au moins 3 lignes à l'acuité visuelle mesurée par l'échelle des E de Snellen.

À partir des données d'une seule étude, la sensibilité de l'échelle de Sheridan-Gardiner avec une présentation groupée des lettres apparaît médiocre pour permettre un dépistage fiable des troubles visuels. La version avec une présentation isolée des lettres est plus facile à utiliser chez l'enfant de moins de 5 ans que l'échelle des E de Snellen, mais il est possible qu'elle surestime l'acuité visuelle.

L'échelle de Monoyer

C'est une échelle décimale qui doit être lue à 5 mètres. Créée en 1875, elle reste la plus utilisée en France. Les optotypes sont constitués de lettres majuscules de taille croissante comprenant 10 à 12 valeurs d'acuité visuelle : $1/10^e$ à $12/10^{es}$ (5). En 1954 a été ajoutée la valeur $1,5/10^{es}$ (128). L'utilisation de cette échelle suppose une bonne connaissance de toutes les lettres de l'alphabet qui est rarement atteinte avant 6 voire 7 ans (consensus du groupe de travail).

L'échelle de Pêchereau

C'est une échelle de lettres logarithmique, présentée à 5 mètres. Comme pour l'échelle de Monoyer, elle suppose une bonne connaissance de l'alphabet ce qui limite son usage chez les moins de 6 ans (consensus du groupe de travail).

Tableau 13. Performances de l'échelle de Sheridan-Gardiner à 7 lettres pour la mesure de l'acuité visuelle.

Auteur, année, référence, type d'étude	Nombre et âge des enfants inclus	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive %	Commentaires
Jayatunga 1995 (126) Essai contrôlé non randomisé	492 entre 5 et 9 ans dépistés par l'échelle de Sheridan-Gardiner, dont 237 ont subi l'examen de référence : 106 des 109 enfants avec une acuité visuelle anormale au test de Sheridan-Gardiner et 131 des 383 enfants avec une acuité visuelle normale (groupe contrôle)	Examen par un ophtalmologiste ignorant les résultats du test d'acuité visuelle avec recherche d'un strabisme permanent ou latent, rétinoscopie sous cycloplégie avec étude de la réfraction et du fond d'œil	45 (IC 95 % : 27 à 63), pour un seuil d'acuité visuelle anormale à 6/9 ^{es}	91 (IC 95 % : 87 à 95) pour un seuil d'acuité visuelle anormale à 6/9 ^{es}	42 pour un seuil d'acuité visuelle anormale à 6/9 ^{es}	L'échelle de Sheridan-Gardiner était présentée à 6 mètres.
			29 (IC 95 % : 13 à 45) pour un seuil d'acuité visuelle anormale à 6/12 ^{es}	100 (IC 95 % : 98 à 100) pour un seuil d'acuité visuelle anormale à 6/12 ^{es}	100 (IC 95 % : 98 à 100) Pour un seuil d'acuité visuelle anormale à 6/12 ^{es}	Il n'est pas mentionné dans l'article que les 131 enfants du groupe contrôle ont été randomisés.

— *Les tests images*

L'échelle de Rossano (*figure 6*)

Il s'agit d'une échelle de progression décimale, présentée à 5 mètres. Elle est constituée de 3 planches différentes pour éviter les effets de mémorisation, et utilise douze dessins : poule, bateau, feuille, landeau, lune, maison, étoile, main, voiture, arbre, chien, vélo.

Seule sa version initiale à 10 dessins a été comparée à l'échelle des E de Raskin comme test de référence (129). Il est donc impossible de connaître les performances de l'échelle actuellement utilisée.



Figure 6. Échelle de Rossano.

L'échelle de Pigassou (*figure 7*)

Il s'agit d'une échelle de progression décimale, présentée initialement à 4 mètres. Elle comporte 7 dessins : maison, enfant, fleur, chat, soleil, voiture, oiseau. Le test est réalisable par appariement (24). Sa présentation se fait actuellement à 2,50 mètres (5).

Il n'a pas été identifié d'études sur les performances de cette échelle.

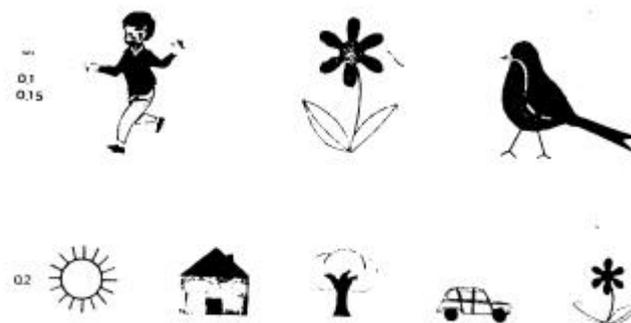


Figure 7. Échelle de Pigassou.

Le test Cadet images de loin (*figure 8*)

Il s'agit d'une échelle décimale avec une progression d'acuité du test comparable à celle du Cadet lettres. Le test se présente comme un petit livret à spirales présenté à 2,5 mètres et utilise 6 images familières au jeune enfant : un bateau, un sapin, une fleur, un oiseau, une maison, une voiture. Chaque ligne d'acuité doit être présentée recto-verso pour éviter une mémorisation au moment de tester le deuxième œil. Il existe une planche d'appariement (5). Il n'a été identifié que deux publications sur ce test (125,130) qui présentent les modalités d'élaboration et de validation du test. La progression arithmétique rigoureuse prévue au départ a dû être revue à cause de difficultés à obtenir des acuités visuelles supérieures à 7/10^{es} chez des enfants ou des adultes qui avaient par ailleurs 10/10^{es} au test Cadet lettres. Le test a donc été étalonné empiriquement par rapport au test Cadet lettres pour retrouver une acuité visuelle similaire aux deux tests chez un même sujet. Après cet étalonnage, les deux tests (lettres et images) ont été soumis à une centaine d'enfants (d'âge non précisé). Tous ont obtenu la même acuité visuelle au test lettres et au test images. Le test Cadet images, compte tenu de son étalonnage, permettrait plus un dépistage d'une baisse d'acuité visuelle et surtout d'une différence d'acuité visuelle entre les deux yeux qu'une réelle mesure de l'acuité visuelle (125).



Figure 8. Test Cadet images de loin.

L'échelle de Sander-Zanlonghi (*figure 9*)

C'est une échelle à progression logarithmique présentée à 2,50 mètres. Elle utilise 9 dessins : chat, voiture, téléphone, canard, ballon, bateau, poisson, chaussure, lapin. Il n'a pas été identifié d'étude méthodologiquement acceptable pour évaluer ses performances.



Figure 9. Échelle logarithmique de Sander-Zanlonghi.

— *Le Scolatest Essilor*

Il est constitué d'un boîtier comportant un éclairage interne. De chaque côté du boîtier il existe une lucarne de 4 centimètres sur 5. À l'intérieur, une bande rotative permet une présentation isolée (dans la version standard du Scolatest), soit d'une des images de Pigassou d'un côté, soit d'une des 5 lettres du test de Sheridan-Gardiner (H, O, V, T et X) de l'autre. La présentation du Scolatest se fait à 2,50 mètres. Une seule étude chez 385 enfants de 3 à 5 ans a comparé le Scolatest, pour la version lettres au test E de Snellen (en présentation isolée), pour la version images au test d'Allen (test images considéré comme test de référence aux USA). Seule la comparaison avec le E de Snellen sera détaillée, puisque le test d'Allen n'est pas utilisé en France. Les résultats de cette partie de l'étude sont présentés dans le *tableau 15*. Le nombre d'enfants ayant une acuité visuelle supérieure à 20/30^{es} était significativement plus élevé avec le Scolatest qu'avec l'échelle des E de Snellen, présentée à 6 mètres. Quand on présentait l'échelle des E de Snellen à la même distance que le Scolatest, la différence était toujours statistiquement significative, mais uniquement pour les acuités visuelles de 20/20^{es}. Ces résultats ne sont pas surprenants, compte tenu des résultats d'autres études ayant comparé le test de Sheridan-Gardiner au test E de Snellen, déjà détaillés plus haut.

Tableau 15. Comparaison du Scolatest (lettres de Sheridan-Gardiner) et de l'échelle des E de Snellen (124).

Nombre et âge des enfants testés	Distance de présentation de l'échelle des E de Snellen	Seuil d'acuité visuelle à partir duquel on observe une différence entre les lettres de Sheridan-Gardiner et les E de Snellen	Significativité statistique
153 de 4 à 5 ans	6 mètres (présentation normale du test)	Au-dessus de 20/30 ^{es}	P < 0,009
102 de 4 à 5 ans	2,50 mètres (présentation choisie pour avoir la même distance de présentation que le Scolatest)	Pour 20/20 ^{es} uniquement	P < 0,01

N.B. Une version de la bande rotative du Scolatest (bande n° 2) permet une présentation groupée des symboles. Elle est à demander spécifiquement lors de la commande du Scolatest.

— *Conclusion*

Le dépistage de l'acuité visuelle de loin est possible dès 2 ans-2 ans et demi, par appariement si l'enfant n'a pas encore acquis la maîtrise parfaite de la parole. Il n'existe que peu de données sur les performances des différentes échelles d'acuité visuelle, et ces données sont toutes méthodologiquement discutables.

Pour tester l'acuité visuelle de loin, les échelles d'images semblent les plus appropriées pour les enfants de 2 à 4 ans, les tests lettres pouvant être utilisés ensuite. Mais selon le principe d'utilisation du test le plus difficile à faire pour l'enfant, les tests lettres peuvent être essayés dès 3 ans, par appariement. La meilleure distance pour tester l'acuité visuelle de loin est 2,50 mètres, et il faut éviter une présentation isolée des optotypes. L'acuité visuelle doit être testée pour chaque œil séparément (en assurant une obturation efficace de l'œil non testé), avec les verres correcteurs de l'enfant s'il en porte. Enfin, pour se conformer à une norme récente, les échelles décimales devraient progressivement être remplacées par des échelles logarithmiques. Selon ces principes, on peut recommander comme échelles d'images le test Cadet images de loin, l'échelle de Pigassou, et surtout l'échelle logarithmique de Sander-Zanlonghi, et comme échelle de lettres le test Cadet lettres (en milieu spécialisé, à partir de 5 ans, il est possible d'utiliser l'échelle des E de Snellen ou de Raskin, en utilisant un projecteur qui ré-étalonne ces deux échelles et permet de les présenter à la distance que l'on souhaite).

L'échelle de lettres Sheridan-Gardiner présentée à 2,5 mètres et le Scolatest sont faciles à utiliser lors d'un programme de dépistage, en milieu scolaire par exemple. Ils ont l'avantage de permettre une présentation des optotypes à 2,50 mètres, mais il est possible qu'ils surévaluent l'acuité visuelle.

VI.3.2. Dépistage du strabisme

— *Tests de l'écran ou cover-test : test de l'écran unilatéral et test de l'écran alterné*

Leur principe a déjà été explicité au chapitre sur le dépistage du strabisme chez l'enfant d'âge préverbal. Ils sont toujours utilisables chez l'enfant d'âge verbal.

Le test de l'écran unilatéral fait partie des tests recommandés par l'Académie américaine de Pédiatrie pour les enfants de 3 ans et plus (67) qui précise que dans cette tranche d'âge, la cible que l'enfant doit fixer doit être située à 3 mètres de lui.

Il n'a été identifié qu'une seule étude méthodologiquement correcte sur les performances du test de l'écran unilatéral « de près » (92). Elle a été réalisée chez 877 enfants d'écoles primaires et a comparé en double aveugle les performances du test de l'écran réalisé en situation de dépistage des strabismes manifestes⁶ par des infirmières scolaires, à celles d'un test de l'écran réalisé dans le cadre d'un examen ophtalmologique réalisé par une équipe pluri-disciplinaire (ophtalmologiste, orthoptiste, infirmières scolaires).

⁶ On définit comme strabisme manifeste ce qui n'est ni un pseudo-strabisme (parfois appelé strabisme apparent), ni un strabisme latent, ni un microstrabisme (4).

Les modalités de l'examen ophtalmologique de référence ont été détaillées dans un autre article (131). La conclusion de cette étude est que la sensibilité du test de l'écran en situation de dépistage est médiocre et qu'elle est très dépendante de l'examineur. Dans cette étude, le dépistage n'avait comme objectif que la détection des strabismes manifestes. Il est cependant mentionné que chez 224 enfants qui avaient un strabisme latent, le test de l'écran « de près » était considéré comme normal chez 222, soit 99,1 % (92). Les résultats de cette étude sont détaillés dans le *tableau 16*.

Il n'a pas été identifié d'études permettant d'apprécier les performances du test de l'écran alterné avant 6 ans

Tableau 16. Performances du test de l'écran (92).

Nombre et âge des enfants inclus	Distance de réalisation du test de l'écran	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive %	Valeur prédictive négative %	Commentaires
877 (âges non précisés)	De près et de loin (sans plus de précisions)	Test de l'écran dans le cadre d'un examen ophtalmologique complet *	Test de l'écran de loin : 43,5 Test de l'écran de près : 52,1	Test de l'écran de loin : 100 Test de l'écran de près : 99,3	Test de l'écran de loin : 100 Test de l'écran de près : 66	Test de l'écran de loin : 98,5 Test de l'écran de près : 98,7	Les performances du test de l'écran ont été calculées à partir des données de l'article et ne s'appliquent qu'au dépistage des strabismes manifestes et non à celui des strabismes latents. Dans cette étude les résultats du test de l'écran étaient très dépendants de l'examineur.

*Cet examen comprenait un examen externe de l'œil, une étude de l'acuité visuelle de près et de loin, une étude des mouvements extra-oculaires, du réflexe photomoteur, de l'accommodation, un test de Lang, un examen ophtalmoscopique et une étude de la réfraction par rétinoscopie et une étude de la vision des couleurs.

— *L'étude des reflets cornéens ou test de Hirschberg*

Selon deux recommandations nord-américaines (67,68) établies par consensus d'experts, elle est à réaliser chez l'enfant d'âge verbal, comme chez l'enfant d'âge préverbal.

— *Tests prismatiques*

Le bi-prisme de Gracis et le prisme d'Irvine-Jampolsky, déjà décrits pour le dépistage du strabisme chez l'enfant d'âge préverbal, sont également utilisables chez l'enfant d'âge verbal (consensus du groupe de travail).

N.B. Le test de Worth ne sera pas détaillé, car pour le groupe de travail, il s'agit d'un test diagnostique, et non d'un test de dépistage.

— *Conclusion*

Le dépistage du strabisme à l'âge verbal est identique à celui que l'on peut faire à l'âge préverbal, sauf pour le test de l'écran qui est à réaliser «de près» et de loin (la cible à fixer doit être située à au moins 3 mètres de l'enfant). Pour ce dernier, ses performances semblent liées à l'expérience qu'en a l'examineur.

VI.3.3. Tests de vision stéréoscopique

L'intérêt de l'exploration de la vision stéréoscopique (ou vision du relief) et les caractéristiques générales des tests de vision stéréoscopique ont déjà été développés au chapitre des tests utilisables chez l'enfant d'âge préverbal.

— *Tests de Lang I et II*

Ils ont déjà été décrits au chapitre sur le dépistage du strabisme chez l'enfant d'âge préverbal. Chez l'enfant d'âge verbal, les deux versions, Lang I et Lang II, sont utilisables.

Pour le test de Lang I, selon les stéréogrammes, l'acuité stéréoscopique explorée va de 1200 à 550 secondes d'arc (3,132). Pour le Lang II, la plus petite acuité stéréoscopique observée est de 200 secondes d'arc (99), ce qui dans les deux cas ne permet qu'une appréciation grossière de la vision binoculaire.

Pour le Lang I, il n'a été identifié que trois études permettant d'apprécier la faisabilité et les performances du test soit seul (100) soit avec deux autres tests de vision stéréoscopique, le test de Frisby et le test TNO (98), cette dernière étude étant surtout utile pour les données sur la faisabilité du test plus que sur ses performances. Elles sont toutes méthodologiquement discutables. Elles sont détaillées dans le *tableau 17*. À partir de ces données très limitées, il est difficile d'apprécier les performances du test de Lang I. Ce test est facilement réalisable chez l'enfant d'âge verbal. Il semble meilleur dans la détection des strabismes (y compris des microstrabismes) que dans celle des anisométries. Les données comparatives du test de Lang I avec deux autres tests stéréoscopiques (Frisby et TNO) ne permettent pas de conclure à la supériorité de l'un ou l'autre de ces 3 tests pour le dépistage d'un trouble de la vision du relief.

Pour le Lang II, il n'a été identifié qu'une étude, méthodologiquement critiquable, qui a comparé les performances de ce test, du test de l'écran, et du test de Frisby à une échelle d'acuité visuelle considérée comme examen de référence (134). Les résultats sont détaillés dans le *tableau 18*. L'hypothèse testée par l'auteur était qu'un test de vision stéréoscopique pouvait détecter l'ensemble des troubles visuels susceptibles d'entraîner une baisse d'acuité visuelle. La conclusion est que ni le test de Frisby ni le test de Lang II ne peuvent remplacer

l'évaluation de l'acuité visuelle chez les enfants d'âge verbal, même si le test de Lang II semble plus performant que le test de Frisby. Il est intéressant de noter que dans cette étude, les comparaisons 2 à 2 du test de l'écran, du test de Lang II et du test de Frisby montrent une absence de corrélation entre les résultats obtenus.

L'intérêt du test de Lang II par rapport au test de Lang I n'a pas été étudié.

— *Test de Frisby*

Le test de Frisby est constitué de 3 plaques de Plexiglas d'épaisseur variable. Sur chaque plaque apparaissent quatre carrés constitués de triangles bleus de taille variable disposés au hasard. Quand on fait varier l'inclinaison de la plaque, sur un des carrés, un cercle renfermant les mêmes motifs triangulaires que le fond apparaît en relief. Selon l'épaisseur de la plaque, les cercles en relief sont plus ou moins facilement visibles, ce qui permet de tester plusieurs niveaux d'acuité stéréoscopique. Le test doit être présenté à 40 centimètres de l'enfant, et il est très important de respecter cette distance pour éviter tout artefact.

Les performances du test de Frisby ont été détaillées en même temps que celles des tests de Lang I et II (*tableaux 17 et 18*). Il est difficile de conclure compte tenu du peu de données disponibles et de leur qualité méthodologique médiocre, mais ces performances semblent analogues à celles du test de Lang I (98,133) et inférieures à celles du Lang II (134). Actuellement, selon le groupe de travail, l'usage du test de Frisby en France est limité.

Tableau 17. Faisabilité et performances du test de Lang I.

Auteur, année, référence	Nombre et âge des enfants inclus	Examen de référence et critères d'anomalie de l'examen	Faisabilité %	Performances	Commentaires
Lang 1988 (100)	-193 avec un pseudo-strabisme âgés de 6 mois à 4 ans -106 de 5 à 6 ans -114 avec un microstrabisme -23 avec une amblyopie par anisométrie	Non précisé dans le texte	Environ 90 % chez les plus de 18 mois avec un pseudo-strabisme (sans plus de précisions dans l'article) 93,5 % chez les enfants de 5 à 6 ans	Chez les enfants porteurs d'un microstrabisme, 88,5 % n'ont pu réussir le test, 8,7 % l'ont réussi partiellement, et 2,6 % totalement. Chez les 23 enfants anisométriques, 21,7 % n'ont pu réussir le test, 13 % l'ont réussi partiellement et 65,2 % totalement.	Il n'existe aucune mention dans l'étude d'un test de référence. Le texte ne précise pas si les 106 enfants de 5 à 6 ans ont une anomalie visuelle ou pas. Dans cette étude, les performances du test de Lang I semblaient meilleures pour la détection des microstrabismes que pour la détection de l'anisométrie.

Tableau 17 (suite). Faisabilité et performances du test de Lang I, du test de Frisby et du test TNO.

Auteur, année, référence	Nombre et âge des enfants inclus	Examen de référence et critères d'anomalie de l'examen	Faisabilité	Performances	Commentaires
Manny 1991 (133)	65 de 2 à 5 ans, dont 50 enfants avec une vision stéréoscopique normale et 25 strabiques et/ou amblyopes (23 réellement testés dont 16 strabiques sans anisométrie, 5 anisométriques et 2 strabiques avec anisométrie*)	La vision binoculaire était considérée comme normale en cas d'acuité visuelle > 20/30 ^{es} , et de normalité des tests de Hirschberg et de l'écran Le strabisme était défini par des tests de Hirschberg et de l'écran anormaux, l'amblyopie, par une acuité visuelle ≤ 20/40 ^{es}	42 enfants sur les 50 avec une vision binoculaire normale ont réussi les 2 tests (Frisby et Lang)	Aucun des 18 enfants strabiques n'a pu réussir le test de Lang ou le test de Frisby. 2 sur 5 des enfants anisométriques sans strabisme ont réussi le test de Frisby et 1 de ces 2 enfants a réussi le test de Lang.	Les auteurs concluent que les deux tests explorent bien la vision binoculaire, car aucun des 42 enfants avec une vision stéréoscopique normale n'a pu réussir le test en vision monoculaire. Comme pour l'étude précédente, il semble que les deux tests détectaient mieux le strabisme que l'anisométrie, mais les résultats sont à interpréter avec précaution, compte tenu de la faiblesse des effectifs du groupe avec strabisme et/ou anisométrie.
Broadbent 1990 (98)	55, 10 de moins de 1 an, 35 entre 1 et 3 ans, 6 entre 3 et 4 ans, 4 de plus de 4 ans	Examen de l'acuité visuelle, étude de la réfraction, (méthodes non précisées), test de l'écran, examen ophtalmoscopique	Test de Lang : 78 % des plus de 18 mois, 90 % des plus de 3 ans Test de Frisby : 65 % dont 20 % chez les moins de 1 an TNO 49 % dont 0 % chez les moins de 1 an	Test de Lang : un enfant avec un microstrabisme a réussi le test. Le seul enfant avec un strabisme divergent de l'échantillon a échoué. Test de Frisby : tous les enfants strabiques ont échoué, y compris celui avec un microstrabisme non détecté au test de Lang. Test TNO : l'enfant avec un microstrabisme a réussi la première partie du test TNO (exploration qualitative de la vision stéréoscopique).	L'étude présente trois biais : l'examen de référence est mal documenté, 12 enfants soit 22 % de l'échantillon n'ont pu réaliser aucun test (les % de faisabilité sont calculés sur les 43 restants) et le nombre de strabismes identifiés par l'examen de référence est très faible (un microstrabisme, un strabisme divergent), ce qui ne permet pas de conclure sur les performances du test. Les auteurs concluent que le TNO est plus difficile à réaliser que les deux autres tests surtout chez les enfants de moins de 2 ans principalement à cause du manque de tolérance des enfants aux lunettes rouge-vert

* L'anisométrie était définie par une différence de réfraction ≥ 1 dioptrie entre les deux yeux.

Tableau 18. Performances du test de Lang II, du test de Frisby (134).

Nombre et âge des enfants inclus	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive	Valeur prédictive négative	Commentaires
102 de 3 ans à 4 ans et 5 mois	Échelle d'acuité visuelle (Sheridan-Gardiner en présentation is olée ou échelle d'images de Kay*) Acuité visuelle $\leq 6/9^{es}$ sur l'un ou l'autre des deux yeux	Test de Lang II 43 Test de Frisby 13	Test de Lang II 89 Test de Frisby 96	Test de Lang II 56 Test de Frisby 50	Test de Lang II 83 Test de Frisby 78	L'examen de référence utilisé est discutable (le <i>gold standard</i> serait l'examen ophtalmologique avec étude de la réfraction sous cycloplégie). Dans cette étude, le test de l'écran a également été utilisé. Les résultats le concernant n'ont pas été détaillés car il ne paraît pas pertinent de comparer un test de détection du strabisme à une échelle d'acuité visuelle. Il est cependant intéressant de noter qu'il existait dans cette étude un manque de corrélation statistiquement significatif entre les résultats des 3 tests, Lang II, Frisby, test de l'écran, (comparés 2 à 2 par le test de Mac-Nemar).

*L'échelle de Kay, non utilisée en France, ne sera pas détaillée.

— *Test de Titmus ou test de Wirt*

Le principe du test a déjà été explicité chez l'enfant d'âge préverbal. Dans ce test, deux images superposées sont plus ou moins décalées. Vues au travers de lunettes polarisées, elles sont perçues en relief avec une valeur de parallaxe stéréoscopique plus ou moins importante.

Chez l'enfant d'âge verbal, on présente toujours la mouche, et on demande à l'enfant de saisir l'extrémité des ailes qu'il perçoit au-dessus de l'image s'il a la perception du relief (3). La vision de la mouche indique une acuité stéréoscopique de 3 000 secondes d'arc. La suite du test permet une estimation plus fine de la vision stéréoscopique avec la présentation de l'image de trois animaux en relief correspondant respectivement à 400, 200 et 100 secondes d'arc d'acuité stéréoscopique, puis avec la présentation de séries de cercles permettant d'apprécier une acuité stéréoscopique qui varie de 800 à 40 secondes d'arc (99).

Il n'a été retrouvé qu'une seule étude méthodologiquement acceptable, malgré un certain nombre de biais dans la sélection des enfants et l'analyse statistique, permettant d'apprécier les performances du test de Titmus ainsi que celles de trois autres tests de vision stéréoscopique (dont un, le Randot, ne sera pas détaillé car il s'agit dans cette étude d'une version ancienne du test qui n'est plus utilisée) (135). Leurs performances semblent analogues. Cette étude cas-contrôle est détaillée dans le *tableau 19*.

Une autre étude (136) retenue dans la revue systématique de Kemper déjà citée (70) a étudié les performances d'un dépistage associant le test de Titmus avec une échelle d'acuité visuelle (échelle des E de Snellen ou quand elle n'était pas réalisable le test des balles graduées de STYCAR - ce dernier test est un test d'acuité visuelle pour l'enfant d'âge préverbal qui ne sera pas détaillé car il n'est pas utilisé en France -). Les résultats de cette étude portant sur 1 245 enfants d'écoles maternelles sont détaillés dans le *tableau 20*. La sensibilité d'un tel dépistage ne dépasse pas 12,5 %.

Une troisième étude a évalué les performances d'un dépistage associant chez 2 477 enfants âgés de 4 ans : une mesure de l'acuité visuelle (avec une échelle non utilisée en France), un test de l'écran de près et le test de Titmus limité à la présentation de la mouche. Lors du dépistage, 364 enfants avec une suspicion de défaut visuel ont été identifiés, dont 54 seulement avaient échoué au test de la mouche (137). Parmi ces 54 échecs, à l'examen ophtalmologique de confirmation, 11 enfants n'avaient aucun problème visuel, sur les 43 problèmes visuels confirmés, 33 étaient considérés par les auteurs comme cliniquement significatifs.

À partir du peu de données existantes dans la littérature, il semble que, malgré la nécessité des lunettes polarisées, le test de Titmus soit facilement réalisable, puisque au moins dans une étude, il a pu être utilisé chez plus de 1 000 enfants, et en se limitant à la présentation de la mouche, chez plus de 2 000 enfants. En revanche, ses performances pour le dépistage des troubles visuels, même en association avec une échelle d'acuité visuelle, sont médiocres.

— *Test Randot*

Ce test est un test polarisé comme le test de Titmus, et il doit être réalisé avec le même type de lunettes. La seule description précise identifiée est la notice du fabricant (138). Le test est présenté à environ 40 centimètres de l'enfant. En cas de vision binoculaire normale, des animaux, des formes géométriques dont un E, puis des cercles apparaissent en relief. Différents seuils d'acuité stéréoscopique peuvent être explorés avec ce test, de 500 à 20

secondes d'arc. C'est donc, avec le TNO, un des tests qui permettent l'appréciation la plus fine de l'acuité stéréoscopique. Il n'a pas été identifié d'étude méthodologiquement valable pour apprécier le test de Randot actuellement utilisé (l'étude de Marsh, déjà citée au paragraphe sur le Titmus (135), a étudié un test Randot qui n'est plus disponible actuellement).

N.B. Une autre test stéréoscopique réalisable avec des lunettes polarisées est le Random-dot E : on présente à l'enfant, à une distance de 50 centimètres, deux planches en lui demandant de montrer celle sur laquelle le E est visible (99). En augmentant la distance de présentation, on teste une acuité stéréoscopique de plus en plus fine. Ce test non utilisé en France est cependant mentionné car il est largement utilisé dans les pays anglo-saxons. C'est le seul test de vision stéréoscopique à utiliser selon les recommandations de l'Académie américaine de pédiatrie dès 3 ans (67). Du fait de sa non-utilisation en France ses performances ne seront détaillées que brièvement *tableau 19*.

— Test TNO

Il se présente comme un livret de différentes planches constituées de points rouges et verts qui semblent disposés au hasard et doit être vu avec des lunettes complémentaires avec un verre rouge et un verre vert. En cas de vision binoculaire normale, des formes, différentes selon les planches, apparaissent en relief. Les planches doivent être présentées à 40 centimètres de l'enfant. Les premières planches montrent un papillon et des formes géométriques qui permettent une évaluation qualitative de la vision stéréoscopique. Les autres planches, dites quantitatives, montrent un cercle en relief, sauf sur un secteur et le sujet doit montrer la partie du cercle qui n'apparaît pas en relief, « un gâteau auquel il manque une part » selon l'expression utilisée par un auteur pour présenter cette partie du test (139) et elles permettent de tester une acuité stéréoscopique de 480 à 15 secondes d'arc. C'est donc le test qui permet l'évaluation la plus fine de l'acuité stéréoscopique (98,99). Il existe une planche présentant une image visible en monoculaire afin que le test soit moins décourageant pour l'enfant dont la vision stéréoscopique est diminuée ou absente (98).

Dans une étude déjà citée au paragraphe sur les tests de Lang, sur les 55 enfants testés, la majorité n'a pas pu utiliser les planches quantitatives, et les résultats ont été donnés uniquement pour les planches qualitatives (*tableau 18*). Dans cette étude, la faisabilité du test TNO était inférieure à celles du test de Lang et du test de Frisby et ses performances semblaient analogues à celles du test de Lang et du test de Frisby, avec les limites déjà exposées pour cette étude (petite taille de l'échantillon, absence d'analyse statistique pour les comparaisons) (98). Pour les auteurs de cette étude, les difficultés de faisabilité du test sont liées au fait que les enfants ne supportaient pas de porter les lunettes rouge-vert.

À partir des données d'une autre étude, déjà citée au paragraphe sur le Titmus et le Randot (135), ses performances semblent analogues à celles de ces deux tests : quel que soit le test, 1/3 des enfants avec une anomalie de la vision stéréoscopique avait un test normal. À partir des données de cette étude, aucun des deux tests stéréoscopiques étudiés utilisables en France, TNO et Titmus, ne pourrait être utilisé seul en dépistage des troubles visuels (*tableau 19*).

Des artefacts liés à la position des verres rouge-vert sur les lunettes ont été décrits chez 12 patients sur 15 amblyopes par anisométrie. En intervertissant simplement la position des verres rouge-vert, ces 12 patients avaient une acuité stéréoscopique qui variait du simple au double. Mais les discordances stéréoscopiques ont été observées chez des enfants de plus de

6 ans et lors de la présentation de planches quantitatives. Il est donc impossible de savoir si de tels artefacts existent chez des enfants plus jeunes et pour une évaluation uniquement qualitative, mais ce n'est pas exclu (139).

Le test TNO est donc un test qui permet dans son principe une évaluation très fine de l'acuité stéréoscopique, grâce aux planches d'évaluation quantitative. Mais la nécessité des lunettes rouge-vert complique parfois la réalisation de ce test avant 4 ans. Ses performances semblent comparables à celles des autres tests de vision stéréoscopique.

— *Conclusion*

Les données de la littérature sur les performances des différents tests de vision stéréoscopique sont peu nombreuses et souvent méthodologiquement discutables. Cependant, leurs performances pour le dépistage d'une anomalie de la vision stéréoscopique semblent comparables. Ils ne peuvent être utilisés seuls en dépistage compte tenu du nombre élevé de faux négatifs. À partir des données d'une seule étude méthodologiquement correcte, il semblerait qu'un dépistage associant le test de Titmus à une échelle d'acuité visuelle n'ait qu'une sensibilité très médiocre.

Les tests de Lang I et II sont les plus facilement utilisables en pratique pédiatrique courante. La nécessité des lunettes polarisées pour le test de Titmus et le Randot peuvent limiter leur usage par les médecins généralistes et les pédiatres, mais ces deux tests permettent d'évaluer une acuité stéréoscopique plus fine que le test de Lang. Le test TNO est le plus difficile à réaliser, compte tenu de la nécessité des lunettes rouge-vert, que l'enfant supporte mal. De plus la possibilité d'artefacts liés à ces lunettes n'est pas exclue. C'est cependant le test qui explore le plus précisément l'acuité stéréoscopique. Il est peut-être à réserver à un usage en milieu spécialisé (consensus du groupe de travail).

N.B. Les test du Mentor et du chat de Weiss sont des tests expérimentaux qui ne peuvent pas être encore utilisés en dépistage. Ils ne seront donc pas détaillés.

VI.3.4. Dépistage des troubles de la réfraction

À l'âge verbal, les méthodes de dépistage des troubles de la réfraction ne sont pas différentes de celles décrites pour l'âge préverbal. Certaines des études sur la photoréfraction, la vidéophotoréfraction et les réfractomètres décrites précédemment ont d'ailleurs inclus des enfants d'âge préverbal et verbal.

— *Conclusion*

À l'âge verbal comme à l'âge préverbal, l'examen de la réfraction sous cycloplégie reste le seul examen fiable pour le dépistage d'un trouble de la réfraction. À cet âge, compte tenu des possibilités d'évaluation de l'acuité visuelle, le dépistage des troubles de la réfraction chez l'enfant asymptomatique, avec une acuité visuelle normale, semble moins justifié que chez l'enfant d'âge préverbal.

Tableau 19. Performances du test de Titmus, TNO, Random-dot E (RDE) (135).

Nombre et âge des enfants inclus	Examen ophtalmologique de référence et critères de normalité retenus pour les enfants du groupe 1	Critères d'anomalie retenus pour les enfants du groupe 2	Nombre de faux positifs (nombre d'échecs au test chez les enfants du groupe 1)	Nombre de faux négatifs (nombre de succès au test chez les enfants du groupe 2)	Commentaires
60 enfants de 2 à 7 ans dont 30 enfants visuellement normaux (groupe 1) et 30 avec une anomalie de la vision stéréoscopique (groupe 2)	Examen ophtalmologique complet (sans plus de précisions) Acuité visuelle corrigée $\geq 20/40^{\text{es}}$, sans anisométrie significative (sans plus de précisions), absence de strabisme (les petits strabismes latents ont été considérés comme normaux), test de Worth normal	Présence d'une anisométrie ou d'un strabisme (peu ou non visible), avec un test de Worth « de loin » anormal pour la majorité d'entre eux, diminution de l'acuité visuelle, à condition que l'acuité visuelle résiduelle soit $\geq 20/60^{\text{es}}$	Titmus : 4 TNO : 5 RDE : 3	Titmus : 11 TNO : 10 RDE : 11	L'examen de référence pour les enfants du groupe 1 n'est pas décrit précisément et n'est pas mentionné pour les enfants du groupe 2. Seul 29 enfants du groupe 1 ont bénéficié de l'examen de référence. Les enfants du groupe 2 ont été sélectionnés pour, selon les auteurs, être représentatifs des enfants qui ne sont pas identifiés comme ayant une anomalie visuelle à l'examen clinique et aux tests d'acuité visuelle.

Tableau 20. Performances d'un dépistage associant une échelle d'acuité visuelle et le test de Titmus (136).

Nombre et âge des enfants inclus	Groupe contrôle	Examen ophtalmologique de référence et critères d'anomalie de l'examen	Sensibilité %	Spécificité %	Valeur prédictive positive %	Taux de faux négatifs %	Commentaires
1 245 enfants d'école maternelle (âges non précisés)	290 enfants (tous les enfants avec une anomalie visuelle à l'issue du dépistage et 20 % tirés au sort parmi la population de départ). L'anomalie visuelle était définie par une acuité visuelle < 20/40 ^{es} et/ou une acuité stéréoscopique au test de Titmus < 80 secondes d'arc	Acuité visuelle (Snellen ou balles graduées de STYCAR), test de l'écran, prismes (sans précision), examen au biomicroscope, réfraction sans cycloplégie, fond d'œil acuité visuelle < 20/30 ^{es} , strabisme permanent, myopie ou hypermétropie > 3 dioptries, astigmatisme > 2 dioptries	9 à 12,5	99	54	5,8 (IC 95 % : 3,8-10,6)	Les performances ont été calculées à partir des données du groupe contrôle, puis extrapolées à l'ensemble de la population. Les chiffres donnés dans ce tableau sont ceux pour l'ensemble de la population.

VII. MODALITÉS DE DÉPISTAGE (EXAMENS À PRATIQUER, ÂGE OPTIMAL DE DÉPISTAGE, ÉVALUATION DES PROGRAMMES DE DÉPISTAGE EXISTANTS)

VII.1. Recommandations sur les modalités du dépistage visuel chez l'enfant de moins de 6 ans

Sur les examens à pratiquer en fonction de l'âge les seules données disponibles dans la littérature sont, soit des opinions d'auteurs, soit des recommandations élaborées par consensus d'experts et dont la méthodologie n'est pas explicitée. Seules les recommandations ont été retenues. Elles sont brièvement résumées selon leur ordre de parution, des plus anciennes aux plus récentes.

Ont été ajoutées les conclusions de deux recommandations, élaborées avec une méthodologie explicite à partir d'une analyse systématique de la littérature, sur l'intérêt du dépistage visuel chez les enfants d'âge préscolaire. Pour mieux appréhender ces conclusions, il faut préciser que pour les Anglo-Saxons, l'âge de l'entrée à l'école correspond à l'âge de l'entrée à l'école élémentaire en France (soit 6 ans) et l'âge préscolaire correspond à l'âge des enfants d'école maternelle en France.

VII.2. Recommandations du *National Health and Medical Research Council* australien (consensus d'experts) (10)

Elles préconisent les modalités de dépistage suivantes.

À la naissance :

- un interrogatoire des parents pour vérifier s'il existe des facteurs génétiques pouvant influencer sur le statut visuel de l'enfant ; dans ce cas, l'enfant doit être examiné de préférence par un ophtalmologiste ;
- un examen réalisé par un médecin, en utilisant un ophtalmoscope (avec une lentille de plus 3 dioptries) à 20 ou 30 centimètres de l'enfant pour détecter une cataracte ou tout obstacle visuel entre l'observateur et la rétine.

À 6 semaines :

- un interrogatoire des parents, toujours à la recherche de facteurs génétiques susceptibles d'influencer la vision et ajoutant la recherche de signes d'appel notés par les parents (l'enfant regarde-t-il ses parents et suit-il les objets en mouvement ?) ;
- un examen clinique identique à celui pratiqué à la naissance ;
- en cas de doute, l'enfant doit être adressé à un ophtalmologiste.

À 6 mois :

- un interrogatoire des parents, identique au précédent, en demandant en plus si l'enfant fixe les petits objets ;
- pour les auteurs de la recommandation, il est impossible de recommander à cet âge un test de dépistage du strabisme (test de l'écran ou étude des reflets cornéens) et des recherches complémentaires doivent être effectuées : il est proposé une étude de l'efficacité et du coût-bénéfice du photoscreening en comparaison avec le test de l'écran et l'étude des reflets cornéens ; cependant, les professionnels qui continuent à utiliser ces deux derniers tests doivent avoir l'expertise et l'entraînement appropriés.

À 18 mois et entre 2 ans et demi et 3 ans et demi :

- un interrogatoire des parents ;
- un examen visuel (incluant une étude de la fixation et de la poursuite oculaire) ;
- en cas de doute, l'enfant doit être examiné par « une personne possédant des compétences spécifiques en ophtalmologie » (sans plus de précisions).

De 4 à 5 ans :

- les enfants doivent être revus, les parents doivent être réinterrogés ;
- l'acuité visuelle doit être testée, en utilisant soit l'échelle de Sheridan–Gardiner, soit une échelle avec une présentation isolée des lettres avec des « barres de confusion » (il n'existe pas d'équivalent de ce type d'échelle en France), soit, de préférence, l'échelle de Snellen (l'échelle de lettres de référence des Anglo-Saxons, dont l'équivalent en France serait l'échelle de Monoyer) (10).

VII.2.1. Recommandations de l'Académie américaine de pédiatrie, l'Association américaine pour l'ophtalmologie pédiatrique et le strabisme (AAPOS) et l'Académie américaine d'ophtalmologie (AAO) (consensus d'experts)

Ces recommandations déjà citées au chapitre de l'examen clinique ont été publiées par l'Académie américaine de pédiatrie (AAP) (67).

Les auteurs insistent sur :

- le rôle clé du pédiatre qui selon eux doit devenir un expert de l'examen visuel du jeune enfant ;
- l'importance de l'examen visuel systématique de tous les nouveau-nés ;
- l'importance d'une évaluation périodique de la fonction visuelle de l'enfant, avec une communication claire aux parents des résultats ainsi que des instructions pour le suivi.

Ils préconisent un bilan visuel systématique aux âges suivants :

- à la naissance pour tous les enfants, puis ensuite à chaque bilan de santé, avec pour les enfants à risque de troubles visuels, tels qu'une rétinopathie du prématuré, ou des antécédents familiaux de cataracte congénitale, de rétinoblastome, d'anomalies génétiques ou métaboliques un examen ophtalmologique pendant leur séjour en maternité ;
- à 6 mois pour tous les enfants afin d'évaluer s'il existe une fixation préférentielle d'un œil, pour vérifier l'alignement oculaire et la présence de toute anomalie de l'œil ;
- à chaque bilan de santé jusqu'à 3 ou 4 ans.

Un programme institutionnel de dépistage visuel devrait être organisé à partir de 3 ans.

La procédure générale à suivre pour un bilan visuel est la suivante.

- Les parents doivent être interrogés à la recherche de signes d'appel et d'antécédents familiaux (maladies des yeux ou port précoce de lunettes).
- L'enfant doit se sentir confortable et être en bonne santé au moment de l'examen, et si possible être préparé aux tests ; pour les plus petits, il est souvent pratique de les examiner quand ils sont assis sur les genoux de leurs parents.
- Les enfants qui portent des lunettes de manière régulière doivent avoir leur acuité visuelle testée avec ces lunettes, à l'exception des enfants qui ne doivent porter leurs lunettes que pour la lecture et qui doivent les enlever pour le test d'acuité visuelle de loin (les modalités de correction optique variant entre la France et les États-Unis, l'exception ne s'applique pas en France - consensus du groupe de travail).

- L'acuité visuelle peut être testée jusqu'à 3 à 4 ans avec des tests images. Après 4 ans, les échelles de lettres ou de chiffres peuvent être utilisées (les tests recommandés, non utilisés en France, ne seront pas détaillés).
- La recherche d'un désalignement oculaire repose sur l'étude des reflets cornéens, le test de l'écran (de près puis de loin) ou le Random-dot-E test comme test de vision stéréoscopique.

— *De la naissance à 2 ans*

L'examen visuel doit comprendre :

- un examen des paupières et des orbites ;
- un examen à l'aide d'un point lumineux de la conjonctive, de la sclère, de l'iris et des pupilles ;
- une étude du réflexe de poursuite oculaire (à partir de 3 mois) ;
- une étude des reflets cornéens ;
- un test de l'écran monolatéral de près ;
- un examen de la lueur pupillaire et un test de Brückner. Les détails de cet examen ont déjà été donnés au chapitre de l'examen clinique.

— *De 2 à 4 ans*

L'examen visuel doit être le même que celui pratiqué de la naissance à 2 ans, sauf pour le test de l'écran (le test de l'écran de loin, avec la cible à fixer à 3 mètres, est recommandé à partir de 3 ans).

Deux examens doivent y être ajoutés : la mesure de l'acuité visuelle et la rétinoscopie.

La mesure de l'acuité visuelle est possible dès 2 ans et demi. Elle est recommandée à partir de 3 ans. En cas de non-coopération à 3 ans, une nouvelle tentative sera faite 4 à 6 mois plus tard. En cas de nouvel échec, l'enfant doit être adressé à un ophtalmologiste pédiatrique. L'acuité visuelle doit être testée pour chaque œil séparément (les critères d'envoi à un ophtalmologiste sont précisés mais ne sont pas extrapolables en France compte tenu des tests utilisés, non disponibles en France). Les auteurs insistent sur la nécessité d'un avis spécialisé dès qu'il existe une différence de deux lignes d'acuité visuelle entre les deux yeux, même si l'acuité visuelle de chaque œil est normale pour l'âge.

La rétinoscopie avec examen du fond d'œil est possible chez les enfants de 4 ans très coopératifs, le Random-dot-E test est recommandé à partir de 3 ans (les critères d'envoi à un ophtalmologiste sont précisés mais ne sont pas extrapolables en France puisque ce test n'y est pas utilisé).

Après 5 ans, l'examen visuel doit être le même que pour les enfants plus jeunes, à cet âge, l'acuité visuelle est testable chez pratiquement tous les enfants et la rétinoscopie est possible chez presque tous les enfants.

VII.2.2. Recommandations particulières pour le prématuré

Elles ont été élaborées par l'Académie américaine de pédiatrie en 1997 pour le dépistage de la rétinopathie du prématuré (140).

Selon elles, les enfants avec un poids de naissance inférieur ou égal à 1 500 grammes ou un âge gestationnel inférieur ou égal à 28 semaines, ainsi que les enfants avec un poids de naissance supérieur à 1 500 grammes avec une évolution clinique qui fait craindre au néonatalogiste ou au pédiatre qu'ils soient à haut risque d'une rétinopathie du prématuré doivent bénéficier d'une rétinoscopie après cycloplégie.

Cet examen doit être réalisé par un ophtalmologiste ayant l'expérience de l'examen des prématurés et avoir lieu entre 4 et 6 semaines d'âge chronologique (après la naissance) ou entre 31 et 33 semaines d'âge post-conceptionnel (l'âge post-conceptionnel étant défini par l'âge gestationnel à la naissance plus l'âge chronologique).

VII.2.3. Recommandations de la Société Canadienne de Pédiatrie (consensus d'experts) (68)

Ces recommandations indiquent d'emblée :

- que le pédiatre est bien placé pour procéder à un examen périodique des yeux de l'enfant, mais de nombreux intervenants des secteurs public et privé se partagent la responsabilité du dépistage ;
- qu'il est essentiel que le responsable de l'examen soit formé pour faire passer un test donné avec efficacité ;
- que c'est au pédiatre de l'enfant de s'assurer que ces tests sont exécutés par le personnel le plus compétent.

Elles préconisent les modalités de dépistage suivantes.

— *De la naissance à 3 mois :*

- examen complet des structures cutanées et des structures externes de l'œil ainsi que de la conjonctive, de la cornée, de l'iris et des pupilles qui fait partie intégrante de l'examen physique de tous les nouveau-nés ;
- vérification de la lueur pupillaire en cas d'opacité du cristallin (cataracte) et de signes de maladie de l'œil postérieur (rétinoblastome), l'absence de lueur pupillaire ou des anomalies de cette lueur justifient une consultation avec un ophtalmologiste ;
- vérification du reflet cornéen pour déceler les désalignements oculaires.

— *De 6 à 12 mois :*

- mêmes examens que précédemment ;
- vérification de l'alignement oculaire à nouveau afin de déceler les cas de strabisme : le réflexe cornéen doit être symétrique et le test de l'écran normal ;
- observation de la fixation et de la poursuite.

— *De 3 à 4 ans :*

- mêmes examens que précédemment ;
- examen de l'acuité visuelle (un enfant dont l'acuité visuelle est inférieure à 20/30 devrait être adressé à un ophtalmologiste).

VII.2.4. Conclusion des recommandations de l'*US Preventive Task Force* (141) (recommandations élaborées selon une méthodologie explicite)

« Un dépistage visuel pour la détection de l'amblyopie et du strabisme est recommandé pour tous les enfants, une seule fois, de préférence entre 3 et 4 ans. Les cliniciens doivent être attentifs aux signes de désalignement oculaire quand ils examinent tous les nourrissons et les enfants. Les tests de vision stéréoscopique peuvent être plus efficaces que les tests d'acuité visuelle pour détecter l'amblyopie et le strabisme.

Il n'y a pas suffisamment d'évidence pour recommander ou ne pas recommander un dépistage de routine d'une diminution de l'acuité visuelle chez les enfants d'âge scolaire asymptomatiques. Des recommandations s'opposant à un tel dépistage peuvent être faites sur d'autres bases, en tenant compte des inconvénients et du coût d'un dépistage de routine, et du fait que les troubles de la réfraction peuvent être rapidement corrigés quand ils entraînent des symptômes. »

VII.2.5. Conclusion du rapport de la *Canadian Task Force on Periodic Health Examination* (142)
(recommandations élaborées selon une méthodologie explicite)

« Il existe des données acceptables en faveur de l'inclusion du test de l'acuité visuelle dans l'examen médical périodique des enfants d'âge préscolaire. Les effets de la correction des déficiences visuelles sur le rendement scolaire restent à étudier. »

VII.2.6. Recommandations des membres du groupe d'expertise collective de l'INSERM
(recommandations élaborées selon une méthodologie explicite) (143)

Elles proposent :

- d'améliorer le dépistage des anomalies visuelles à la naissance (recherche systématique d'anomalies oculopalpébrales, d'anomalies de taille du globe oculaire, de pupille blanche, d'opacité de la cornée) ;
- de mentionner l'existence d'anomalies oculopalpébrales dans le carnet de santé à la page de l'examen du 8^e jour et sur le certificat du même jour ;
- d'ajouter sur le carnet de santé pour l'examen systématique du 4^e mois une rubrique « Recherche d'anomalies oculaires », comprenant une étude de la fixation et de la poursuite oculaire, la recherche d'un strabisme et d'un nystagmus, d'une pupille blanche, d'une cornée opaque, d'anomalies de taille du globe oculaire (glaucome, microphthalmie), cette recherche permettant de dépister les anomalies non dépistées à la naissance (cataracte, glaucome) et/ou les anomalies apparues entre-temps (rétinoblastome, strabisme, nystagmus) ;
- de faire un dépistage systématique des déficits visuels entre 9 et 12 mois, en recherchant un strabisme, des troubles oculomoteurs, des anomalies visuelles organiques, et en complétant au mieux ce dépistage par une rétinoscopie sous cycloplégie ;
- de remplacer la rubrique (optionnelle) du carnet de santé au 9^e mois « Évaluation quantitative de l'acuité visuelles par «Examen de la réfraction et du fond d'œil sous cycloplégie » ;
- d'évaluer l'acuité visuelle et de rechercher un strabisme entre 30 et 42 mois, sans modifier les modalités d'examen visuel de la 4^e année sur le carnet de santé.

VII.2.7. Conclusions générales

Les recommandations existantes sont concordantes sur l'intérêt d'un dépistage des troubles visuels, à la naissance (éventuellement complété par un examen visuel à 3 ou 4 mois), entre 6 mois et 1 an (consensus d'experts), et entre 2 ans et 4 ans (consensus d'experts et recommandations basées sur une analyse systématique de la littérature). Les modalités de l'examen clinique et les tests recommandés sont comparables d'une recommandation à l'autre (les recommandations de l'Académie américaine de pédiatrie étant les plus précises), sauf pour le dépistage à la naissance. Les recommandations australiennes sont les seules à préconiser un examen à l'ophtalmoscope chez le nouveau-né. Cet examen serait probablement plus fiable pour la détection des anomalies organiques de l'œil que l'examen clinique préconisé par les deux autres recommandations, mais on peut s'interroger sur sa faisabilité : tous les nouveau-nés peuvent-ils être vus systématiquement par un ophtalmologiste ou un orthoptiste à la naissance ? Il est intéressant de noter que l'examen à l'ophtalmoscope du nouveau-né n'a pas été repris par les recommandations ultérieures.

Une seule recommandation précise l'âge optimal (4 à 6 semaines après la naissance) de réalisation du dépistage de la rétinopathie du prématuré. Le groupe de travail propose que ce dépistage soit fait quels que soient le poids de naissance et l'âge gestationnel de l'enfant prématuré, en sachant que les troubles visuels liés à la prématurité sont plus fréquents chez

les enfants nés avant 32 semaines de gestation révolues ou avec un poids inférieur à 1 500 grammes.

Pour le groupe de travail, ces recommandations pourraient être adaptées à la pratique française en proposant à tous les enfants un dépistage des troubles visuels à la naissance, et en répétant le dépistage entre 9 et 15 mois, et entre 2 ans et demi et 4 ans, sauf s'ils présentent un signe d'appel (tels qu'ils ont été définis au chapitre IV), ou s'ils font partie d'un groupe particulièrement exposé à l'apparition d'un facteur amblyogène (tels qu'il sont été définis au chapitre III.2).

VII.3. Programmes de dépistage des troubles visuels chez l'enfant d'âge préscolaire et évaluation de leur intérêt

À l'âge verbal, il existe dans un certain nombre de pays des programmes de dépistage de masse des troubles visuels. De tels programmes n'existent en France que dans certains départements « pilotes » comme le Bas-Rhin, le Rhône, le Nord et l'Hérault (ils ont été brièvement décrits dans le chapitre sur l'épidémiologie). Cependant, il existe des recommandations faites avec une méthodologie explicite à partir d'une recherche bibliographique systématique qui ont évalué les programmes de dépistage existant dans d'autres pays. L'exposé de leur principales conclusions peut permettre d'évaluer l'intérêt de développer en France de tels programmes à une plus large échelle qu'actuellement.

Pour cette évaluation, seules les conclusions des recommandations élaborées avec une méthodologie explicite, ainsi que celles d'une étude méthodologiquement indiscutable publiée après ces recommandations, ont été retenues.

VII.3.1. Conclusions du rapport du *British Columbia Office of Health Technology Assessment* du district de Colombie-Britannique (Canada) (6)

Ce rapport sur le dépistage du strabisme et de l'amblyopie est constitué de deux parties. La première partie, rédigée par un groupe d'experts à partir d'une recherche bibliographique dont les modalités ne sont pas précisées, a fait un rappel des principales données dont on dispose sur l'épidémiologie, les facteurs de risque et la physiopathologie de l'amblyopie et du strabisme. Cette première partie a été utilisée, avec d'autres recommandations, pour la rédaction des chapitres correspondants dans le présent argumentaire.

La seconde partie, spécifiquement consacrée à l'évaluation des programmes de dépistage du strabisme et de l'amblyopie, a été rédigée à partir d'une recherche systématique de la littérature dont la méthodologie est clairement explicitée. Ses conclusions sont les suivantes :

« L'intérêt du dépistage visuel, qui décale le traitement à la phase latente des troubles visuels de l'enfance, reste largement non démontré par des preuves expérimentales directes. De telles preuves impliquent la réalisation d'une étude contrôlée dans laquelle les enfants seraient randomisés entre un groupe dépisté et un groupe non dépisté, ce qui est éthiquement inacceptable. Cependant, d'autres types d'études ont fourni des preuves indirectes et partielles que le dépistage visuel entraîne au moins un bénéfice modéré et n'a que très peu d'effets indésirables pour le patient.

Les points suivants sont également à considérer :

- une valeur prédictive acceptable peut être obtenue pour le dépistage de l'amblyopie et le strabisme à partir d'un grand nombre de tests, avec différents types d'examineurs, et pour différents groupes d'âge ;
- toutes les études analysées dans ce rapport, bien que d'une qualité méthodologique médiocre, montrent de manière concordante une amélioration de l'acuité visuelle à partir du moment où le diagnostic d'amblyopie ou de strabisme est fait (sauf pour les formes les plus sévères d'amblyopie) ;
- aucune étude n'a montré que le dépistage entraînait des dommages physiques sur le fonctionnement visuel ;
- la valeur des preuves de l'efficacité du traitement mis en route après le dépistage est la plus faible pour le dépistage pratiqué à l'entrée à l'école et la plus forte pour le dépistage pratiqué entre 3 et 4 ans. »

« Par conséquent, il semble raisonnable de présumer que de faire le diagnostic plus tôt dans l'histoire naturelle de l'amblyopie et du strabisme grâce à un effort de dépistage est justifié, particulièrement chez les enfants d'âge préscolaire. Les preuves disponibles dans la littérature montrent que l'âge préscolaire est l'âge optimal pour le dépistage des atteintes oculaires pouvant compromettre le potentiel visuel. »

« Un programme de dépistage lors de l'entrée à l'école, destiné à des enfants plus âgés, est plus difficile à justifier en termes de preuves scientifiques. Cependant, il est possible que pour des populations et des conditions particulières, un programme de dépistage bien mené lors de l'entrée à l'école puisse entraîner un meilleur bénéfice global pour une population qu'un dépistage plus limité à un âge plus précoce. »

« Comme pour tous les autres aspects de ce domaine de la médecine, le coût-bénéfice d'une élimination et/ou du remplacement des programmes de dépistage visuel requiert une étude empirique » (6).

VII.3.2. Conclusions du rapport sur le dépistage visuel préscolaire du *National Coordinating center for Health Technology Assessment* du *National Health Service* (Royaume-Uni) (11)

Les auteurs, Snowdon et Stewart-Brown, ont précisé d'emblée que ces conclusions différaient de celles de revues récentes, y compris celles citées aux points VII.1.3 et VII.1.4, qui concluaient à l'intérêt d'un dépistage visuel pour les enfants d'âge préscolaire. Leurs conclusions et leurs recommandations étaient les suivantes.

— *Conclusions de Snowdon et Stewart-Brown*

« Les conclusions des revues précédentes se sont basées sur la littérature également prise en compte dans ce rapport. Ce rapport est différent car l'approche utilisée pour évaluer les preuves scientifiques existantes sur l'étendue du handicap lié à l'amblyopie ou à un facteur amblyogène et sur la valeur du traitement est plus rigoureuse. Nous sommes persuadés que les preuves scientifiques sont essentielles pour pouvoir défendre un programme de dépistage pour une maladie non mortelle, pour laquelle il n'existe pas d'études contrôlées menées de manière rigoureuse. La proposition d'un dépistage visuel préscolaire repose implicitement sur l'hypothèse que ce dépistage va apporter un bénéfice à l'enfant. En l'absence de preuves valables que les troubles visuels ciblés dans ces programmes sont handicapants et que les interventions pour les corriger font plus de bien que de mal, les bases éthiques pour de telles interventions sont très peu solides. »

— *Recommandations de Snowdon et Stewart-Brown*

Pour la pratique clinique, « il n'est pas recommandé de mettre en place de nouveaux programmes de dépistage des troubles visuels, sauf s'ils ont été rigoureusement évalués. Le Comité national pour le dépistage doit envisager la possibilité de recommander l'arrêt des programmes actuels de dépistage visuel. D'un point de vue éthique, il n'est valable de continuer le dépistage que dans le cadre d'une étude contrôlée sur le traitement, telle qu'elle est décrite ci-dessous ».

Pour la recherche, il y a un besoin urgent dans les domaines suivants : évaluation du handicap lié à un trouble visuel, évaluation du traitement d'un trouble visuel, évaluation du dépistage.

L'évaluation du handicap lié à un trouble visuel devrait comprendre, selon Snowdon et Stewart-Brown :

- une évaluation de l'étendue du handicap attribuable à l'amblyopie ; différentes études sont nécessaires, y compris des études qualitatives explorant, chez les patients amblyopes, les domaines pour lesquels ils pensent que leur amblyopie les affecte (une étude qualitative est en cours) ; des études comparatives mesurant les performances des amblyopes à des tests dont on peut attendre qu'ils soient affectés par une vision monoculaire sont également nécessaires ;
- une évaluation du handicap lié aux troubles de la réfraction, et en particulier, une évaluation de la possibilité que l'hypermétropie puisse entraîner des difficultés de lecture qui pourraient être corrigées par le port de lunettes, ou puisse contribuer au développement d'un strabisme ; ces possibilités doivent être explorées par une étude contrôlée, randomisée ;
- une évaluation de l'existence - ou non - d'un handicap lié à un strabisme non esthétiquement flagrant ;
- une évaluation de la prévalence de la cécité ou de la perte partielle de vision liée à l'amblyopie au Royaume-Uni (une étude est en cours) ; des études sont également nécessaires pour évaluer dans quelle mesure un œil amblyope peut récupérer sa fonction tard dans la vie en cas de défaillance de l'autre œil.

Jusqu'à ce qu'il soit établi que les troubles visuels sont handicapants, et dans quels domaines ils le sont, il restera impossible de démontrer que les programmes de dépistage visuel chez l'enfant d'âge préscolaire offrent un bénéfice pour la santé. Une fois ces études réalisées, et s'il est démontré que l'amblyopie et les facteurs amblyogènes sont handicapants, des dispositions appropriées vis-à-vis de leur retentissement sur la santé peuvent être mises en place.

L'évaluation du traitement d'un trouble visuel devrait comprendre :

- une évaluation de l'impact du traitement orthoptique sur la vie de famille et le bien-être psychologique de l'enfant ; en premier lieu, des études qualitatives sont nécessaires pour explorer de possibles conséquences inattendues ;
- une évaluation de l'efficacité du traitement orthoptique sur l'amblyopie et la qualité de vie ; ceci nécessite une étude contrôlée randomisée avec un groupe traité comparé à un groupe non traité ; les résultats du traitement doivent être évalués en termes de conséquences sur la santé, telles qu'elles ont été définies dans les études sur le handicap ; les études doivent être menées chez les enfants de 3-4 ans et chez ceux de 5-6 ans pour déterminer si le traitement à l'âge de 3 ou 4 ans confère un bénéfice supplémentaire par rapport au traitement mis en place à l'entrée à l'école ; ce type d'étude donnera également des données sur l'histoire naturelle de l'amblyopie et des facteurs amblyogènes ;

- une évaluation de l'efficacité du traitement du strabisme non esthétiquement flagrant et des troubles de la réfraction dans ce groupe d'âge ; ceci demande aussi une étude contrôlée randomisée comparant un groupe traité à un groupe non traité ; si la prévalence de l'amblyopie est en cours d'étude, l'amblyopie pourrait être utilisée comme un critère de mesure dans cette étude.

Pour Snowdon et Stewart-Brown, « aucune étude supplémentaire sur l'efficacité du dépistage de l'amblyopie et des facteurs amblyogènes chez l'enfant ne devrait être entreprise tant que les recherches sur le handicap et le traitement n'ont pas été réalisées ».

— *Commentaires sur les conclusions de cette revue systématisée*

Le rapport de Snowdon et Stewart-Brown a donné lieu à un vif débat dans leur pays d'origine, à l'occasion d'un séminaire organisé par le Collège royal de pédiatrie présentant la mise en place de revues systématiques sur la santé de l'enfant (144).

A l'issue de cette discussion, les experts présents ont émis les principaux avis suivants (les avis concernant les enfants de plus de 6 ans, non applicables à la France, concernant uniquement le traitement ne sont pas détaillés).

- Une discussion supplémentaire avec un groupe de travail (ou un séminaire) composé d'ophtalmologistes, d'orthoptistes, d'optométristes, de pédiatres et de médecins de santé publique est nécessaire pour prendre en considération tous les aspects du rapport de Snowdon et Stewart-Brown ; il peut être intéressant d'avoir un sondage sur l'opinion du public.
- Aucun nouveau programme de dépistage des troubles visuels ne doit être mis en place, sauf s'il comporte une composante de recherche ; mais il serait inapproprié de supprimer les anciens programmes. Selon l'adage « un tiens vaut mieux que deux tu l'auras » on pourrait poursuivre un programme de dépistage des troubles visuels dans le but de s'assurer que tout enfant a eu un examen visuel à l'âge de 5 ans.
- Le rapport de Snowdon et Stewart-Brown ne concerne que le dépistage des enfants d'âge préscolaire, mais les implications sont probablement les mêmes pour les enfants d'âge scolaire.
- Si la décision de continuer le dépistage de masse est prise, celui-ci doit être réalisé par des professionnels formés pour le faire correctement ; pour les experts présents, les orthoptistes sont les mieux habilités à pratiquer un tel dépistage, ou à défaut un personnel entraîné par des orthoptistes. Il doit être prévu des contrôles de qualité et une formation continue est essentielle. Plus l'enfant est jeune, plus le dépistage est difficile, et donc plus l'argument d'utiliser un spécialiste pour ce dépistage est fort.
- Le rapport de Snowdon et Stewart-Brown mentionne un certain nombre de questions non résolues dans les études existantes ; en particulier, des études sur l'efficacité du traitement de l'amblyopie et sur l'étendue du handicap lié à celle-ci sont nécessaires. Cependant il sera difficile et coûteux de répondre à ces questions ; les décisions doivent donc être prises maintenant, avant que toutes les preuves scientifiques souhaitées soient disponibles. Dans le futur, il sera peut-être possible d'identifier les enfants à risque beaucoup plus tôt et de prévenir l'amblyopie, mais cela ne se fera pas avant quelques années.
- Les parents doivent être informés sur l'amblyopie, brièvement dans le carnet de santé, plus en détail lors des consultations ophtalmologiques.

— *Recommandations britanniques sur le dépistage des troubles de la vision publiées à l'issue de cette revue systématique*

Un an après la publication de la revue systématique de Snowdon et Stewart-Brown, le *National Health Service* britannique a publié des recommandations sur l'intérêt du dépistage des troubles auditifs, visuels et du langage chez les enfants d'âge préscolaire (145).

Les recommandations sur les troubles visuels reprennent directement celles de Snowdon et Stewart-Brown et la conclusion est la suivante : « Les données issues de la recherche clinique pour démontrer le handicap lié à l'amblyopie chez le jeune enfant et l'efficacité du traitement de celle-ci sont de qualité méthodologique médiocre. Cependant, il existe un consensus fort parmi les cliniciens sur le caractère bénéfique de l'identification et le traitement de l'amblyopie chez le petit enfant. Des données scientifiques de meilleure qualité sont nécessaires pour fournir une idée plus claire sur les bénéfices, les inconvénients et les coûts du dépistage des troubles visuels entre 3 et 5 ans. »

VII.3.3. Données récentes

Une étude israélienne (146) d'une très bonne qualité méthodologique a comparé la prévalence et la sévérité de l'amblyopie dans deux populations d'enfants âgés de 8 ans : un groupe de 808 enfants d'une même ville (et de sa banlieue) ayant participé à un programme de dépistage visuel entre 1 an et 2 ans et demi et un groupe de 782 enfants d'une autre ville (et de sa banlieue) où le programme de dépistage n'était pas appliqué. L'amblyopie était définie par une acuité visuelle inférieure ou égale à 5/10^{es} après correction, ou par plus d'une ligne de différence d'acuité visuelle corrigée entre les deux yeux. La prévalence de l'amblyopie à 8 ans était significativement supérieure dans la population non dépistée (2,6 % *versus* 1 %, $p = 0,0098$), y compris la prévalence de l'amblyopie grave, définie par une acuité visuelle inférieure ou égale à 5/15^{es} (1,7 % *versus* 0,1 %, $p = 0,00026$). Dans la population dépistée, 3,7 % des enfants avaient été adressés à un ophtalmologiste pour confirmation, et 2,2 % étaient traités.

Les auteurs concluent qu'un dépistage précoce de l'amblyopie et des facteurs amblyogènes suivi par un traitement approprié réduit la prévalence et la sévérité de l'amblyopie chez l'enfant.

Les recommandations britanniques du *National Screening Committee* publiées en 2000 (147) sont moins critiques sur l'intérêt du dépistage des troubles visuels que les recommandations britanniques précédentes citées plus haut. Ces recommandations ont été élaborées à partir d'une revue de la littérature avec une méthodologie systématisée et pour certains points à partir de consensus d'experts.

Leurs recommandations sur le dépistage des troubles visuels sont les suivantes.

- Tous les nouveau-nés doivent avoir à la naissance un examen visuel, en particulier à la recherche d'une cataracte.
- Les nouveau-nés présentant un risque de rétinopathie du prématuré doivent avoir un examen de l'œil selon un protocole dit « standard » non détaillé.
- Bien qu'il n'y ait pas d'évidence dans la littérature, un deuxième examen visuel dans les 8 premiers jours pourrait être justifié pour ne pas méconnaître une cataracte.
- Entre 4 et 6 semaines de vie, les yeux doivent être à nouveau examinés afin de vérifier l'absence d'une cataracte.

- Un examen visuel doit être réalisé chez tous les enfants, par un orthoptiste, mais pas avant 4 ans, dans le but d'avoir le plus possible d'enfants examinés à 4 ans et demi, et la totalité d'entre eux à 5 ans (l'âge recommandé est clairement lié au fait qu'au Royaume-Uni, les enfants de 3 à 4 ans sont accueillis dans des structures très variables, ne permettant pas une « couverture du dépistage » efficace, ce dernier étant plus facile à réaliser en milieu scolaire.

VII.3.4. Conclusions

Les données sur l'intérêt d'un programme de dépistage des troubles visuels chez tous les enfants sont contradictoires : deux recommandations élaborées selon une méthodologie explicite (6,147), ainsi qu'une étude récente bien conduite, concluent à son intérêt chez les enfants de 3 à 4 ans, voire plus jeunes (146).

Une autre revue systématique, elle aussi élaborée selon une méthodologie explicite non critiquable, aboutit à une conclusion diamétralement opposée, car en l'absence de preuves scientifiquement établies, les auteurs de cette recommandation considèrent que le handicap résultant d'une amblyopie ou d'un facteur amblyogène ne reste à démontrer et que le traitement d'une amblyopie ou d'un facteur amblyogène n'a pas non plus montré une efficacité indiscutable. Les conclusions de cette dernière recommandation, controversées dans leur pays d'origine, sont difficilement extrapolables à la France, d'une part parce que les voies de recherche proposées pour démontrer le handicap résultant d'une amblyopie ou d'un facteur amblyogène ou pour prouver l'efficacité du traitement sont éthiquement discutables, d'autre part parce qu'il existe déjà des preuves indirectes, même si certaines sont issues d'études méthodologiquement critiquables, sur l'efficacité du traitement mis en place après le dépistage. De plus, même si le handicap lié à l'amblyopie n'est pas clairement démontré, il semble difficile de laisser s'installer une altération définitive de la vision chez l'enfant quand il existe des moyens de la prévenir.

Si un programme de dépistage des troubles visuels devait être mis en place en France, au niveau national, il pourrait s'inspirer des programmes départementaux existants mais il devrait être précédé d'une étude pilote pour évaluer de manière rigoureuse les performances du dépistage proposé. Cette évaluation se ferait en soumettant l'ensemble des enfants ayant une anomalie visuelle hors du dépistage et un échantillon représentatif tiré au sort parmi la population testée à un examen ophtalmologique comprenant un examen de la réfraction, une recherche de strabisme et d'anomalies organiques de l'œil (consensus du groupe de travail).

VIII. CONCLUSIONS ET VOIES DE RECHERCHE PROPOSÉES

Le dépistage précoce (avant 6 ans) des troubles visuels chez l'enfant afin de prévenir l'amblyopie est justifié car les facteurs amblyogènes sont connus et accessibles à un traitement, qui est d'autant plus efficace qu'il est institué tôt (consensus du groupe de travail).

Cependant, les recommandations sur les modalités de ce dépistage ne reposent que sur des données dont la validité scientifique est discutable, et les performances des tests utilisés sont mal connues.

Les études suivantes pourraient donc être entreprises :

- études épidémiologiques sur la prévalence de l'amblyopie dans la population générale, des facteurs amblyogènes et des situations favorisant l'apparition des facteurs amblyogènes chez l'enfant ;
- études supplémentaires sur les techniques permettant une étude des troubles de la réfraction sans recourir à la cycloplégie (photoréfraction, vidéophotoréfraction, réfractomètres portables) ;
- études méthodologiquement valides des performances du test de l'écran, des tests de vision stéréoscopique actuellement disponibles ;
- études méthodologiquement valides des performances des échelles d'acuité visuelle à progression logarithmique ;
- études sur de nouveaux tests tels que celui du Mentor ou du chat de Weiss.

RÉFÉRENCES :

1. Hillis A, Flynn JT, Hawkins BS. The evolving concept of amblyopia: a challenge to epidemiologists. *Am J Epidemiol* 1983;118:192-205.
2. von Noorden GK. Burian-von Noorden's binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus. Saint Louis: CV Mosby; 1980.
3. Jeanrot N, Jeanrot F. Manuel de strabologie pratique. Aspects cliniques et thérapeutiques. Paris: Masson; 1994.
4. Lanthony P. Dictionnaire du strabisme. Physiologie et clinique. Paris: Maloine; 1983.
5. Société Française d'Ophtalmologie. Risse JF, éd. Exploration de la fonction visuelle. Applications au domaine sensoriel de l'œil normal et en pathologie. Paris: Masson; 1999.
6. British Columbia Office of Health Technology Assessment. Bassett K, Forbes I. Vision screening for strabismus and amblyopia: a critical appraisal of the evidence. Vancouver: BCOHTA; 1995.
7. Goddé-Jolly D, Larmande A. Les nystagmus. Paris: Masson; 1973.
8. Risse JF. Anisométrie, anisophorie induite, anisoiconie. In: Corbé C, Menu JP, Chaine G, éd. Traité d'optique physiologique et clinique. Paris: Doin; 1993. p. 285-301.
9. Rouse MW, Cooper JS, Cotter SA, Press LJ, Tannen BM. Optometric Clinical Practice guideline. Care of the patient with amblyopia. St Louis: American Optometric Association; 1997.
10. National Health and Medical Research Council. Review of child health surveillance and screening. Canberra: NHMRC; 1993.
11. National Coordinating Center for Health Technology Assessment. Snowdon SK, Stewart-Brown SL. Preschool vision screening. *Health Technol Assessment* 1997;1 (8).
12. National Eye Institute. Visual acuity impairment survey pilot study. Bethesda: NEI; 1984.
13. Kvarnström G, Jakobsson P, Lennerstrand G. Screening for visual and ocular disorders in children, evaluation of the system in Sweden. *Acta Paediatrica* 1998;87:1173-9.
14. Latvala ML, Paloheimo M, Karma A. Screening of amblyopic children and long-term follow-up. *Acta Ophthalmol Scand* 1996;74:488-92.
15. Olivier M, Nawratzki I. Screening of pre-school children for ocular anomalies: II. Amblyopia: prevalence and therapeutic results at different ages. *Br J Ophthalmol* 1971;55:467-71.
16. Friedman Z, Neumann E, Hyams SW, Peleg B. Ophthalmic screening of 38,000 children, age 1 to 1/2 years, in child welfare clinics. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1980;17:261-7.
17. Marot JP. La cécité et la malvoyance en France : rassemblement et analyse critique des données épidémiologiques. Étude préalable à des actions de prévention. [Mémoire]. Paris: Organisation pour la Prévoyance de la Cécité; 1989.
18. Arnaud C, Baille MF, Grandjean H, Cans C, du Mazaubrun C, Rumeau-Rouquette C. Visual impairment in children: prevalence, aetiology and care, 1976-85. *Paediatr Perinat Epidemiol* 1998;12:228-39.
19. Lehingue Y, Fassio F, Momas I, Daures JP. Surveillance épidémiologique des enfants des écoles maternelles de l'Hérault lors des bilans de santé du service de protection maternelle et infantile. *Rev Épidémiol Santé Publ* 1992;40:25-32.
20. Petit-Carrie S, Salamon M, Tison SM, Poisot C, Bouzigon E, Stessin C. Les bilans de santé des enfants de 3-4 ans : résultats des dépistages réalisés en 1999 par les médecins du service de protection maternelle et infantile de Gironde. *Arch Pédiatr* 2001;8:588-97.
21. Defebvre MM, Juzeau D. Les enfants et jeunes adultes déficients visuels scolarisés en établissements spécialisés du département du Nord en 1995. *Arch Pédiatr* 1999;6:159-64.
22. Rezaiguia F, Helfter MA, Grumbach B, Tondre M, Gottenkiene S, Speeg-Schatz C. Expérience de 10 années de dépistage des troubles visuels dans les écoles maternelles du Bas-Rhin. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1994;94:469-77.
23. Martinez J, Canamares S, Saornil MA, Almaraz A, Pastor JC. Prevalence of amblyogenic diseases in a preschool population sample of Valladolid, Spain. *Strabismus* 1997;5:73-80.
24. Pigassou R, Pinçon F. Notes pratiques. Présentation de tests. *Bull Soc Ophthalmol Fr* 1969;969:1015-25.

25. Ottar WL, Scott WE, Holgado SI. Photoscreening for amblyogenic factors. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1995;32:289-95.
26. Hodi S. Screening of infants for significant refractive error using videorefraction. *Ophthalm Physiol Opt* 1994;14:310-3.
27. Abrahamsson M, Magnusson G, Sjostrand J. Inheritance of strabismus and the gain of using heredity to determine populations at risk of developing strabismus. *Acta Ophthalmologica Scandinavica* 1999;77:653-7.
28. Mohny BG, Erie JC, Hodge DO, Jacobsen SJ. Congenital esotropia in Olmsted County, Minnesota. *Ophthalmology* 1998;105:846-50.
29. Robinson BE. Factors associated with the prevalence of myopia in 6years-old. *Optom Vis Sci* 1999;76:266-71.
30. Atkinson J, Braddick O, Bobier B, Anker S, Ehrlich D, King J et al. Two infant vision screening programmes: prediction and prevention of strabismus and amblyopia from photo- and videorefractive screening. *Eye* 1996;10:189-198.
31. Ingram RM, Traynar MJ, Walker C, Wilson JM, Angi MR, Pucci V et al. Screening for refractive errors at age 1 year: a pilot study. *Br J Ophthalmol* 1979;63:243-50.
32. Weakley DR. The association between anisometropia, amblyopia, and binocularity in the absence of strabismus. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1999;97:987-1021.
33. Vital-Durand F, Ayzac L. Tackling amblyopia in human infants. *Eye* 1996;10:239-244.
34. Abrahamsson M, Sjostrand J. Natural history of infantile anisometropia. *Br J Ophthalmol* 1996;80:860-3.
35. Shaw DE, Minshull C, Fielder AR, Rosenthal AR. Amblyopia: factors influencing age of presentation. *Lancet* 1988;23:207-9.
36. Williamson TH, Andrews R, Dutton GN, Murray G, Graham N. Assessment of an inner city visual screening programme for preschool children. *Br J Ophthalmol* 1995;79:1068-73.
37. Preslan MW, Novak A. Baltimore Vision Screening Project. *Ophthalmology* 1996;103:105-9.
38. Preslan MW, Novak A. Baltimore vision screening project: Phase 2. *Ophthalmology* 1998;105:150-3.
39. Pennefather PM, Clarke MP, Strong NP, Cottrell DG, Fritz S, Tin W. Ocular outcome in children born before 32 weeks gestation. *Eye* 1995;9 (Suppl):26-30.
40. Wood NS, Marlow N, Costeloe K, Gibson AT, Wilkinson AR. Neurologic and developmental disability after extremely preterm birth. *N Engl J Med* 2000;343:378-84.
41. Darlow BA, Clemett RS, Horwood LJ, Mogridge N. Prospective study of New Zealand infants with birth weight less than 1500 g and screened for retinopathy of prematurity: visual outcome at age 78 years. *Br J Ophthalmol* 1997;81:935-40.
42. Quinn GE, Dobson V, Kivlin J, Kaufman LM, Repka MX, Reynolds JD et al. Prevalence of myopia between 3 months and 5 1/2 years in preterm infants with and without retinopathy of prematurity. *Ophthalmology* 1998;105:1292-300.
43. Bremer DL, Palmer EA, Fellows RR, Baker JD, Hardy RJ, Tung B et al. Strabismus in premature infants in the first year of life. *Arch Ophthalmol* 1998;116:329-33.
44. Gallo JE, Lennerstrand G. A population-based study of ocular abnormalities in premature children aged 5 to 10 years. *Am J Ophthalmol* 1991;111:539-47.
45. Dowdeswell HJ, Slater AM, Broomhall J, Tripp J. Visual deficits in children born at less than 32 weeks' gestation with and without major ocular pathology and cerebral damage. *Br J Ophthalmol* 1995;79:447-52.
46. Phillips J, Christiansen SP, Ware G, Landers S, Kirby RS. Ocular morbidity in very low birth-weight infants with intraventricular hemorrhage. *Am J Ophthalmol* 1997;123:218-23.
47. Sann L, Bourgeois J, Stephant A, Putet G. Étude d'une population de 490 prématurés de moins de 31 semaines. Mortalité et développement vers 2 ans. *Rev Fr Gynécol Obstét* 1999;94:500-10.
48. Cioni G, Fazzi B, Coluccini M, Bartalena L, Boldrini A, Hof-van Duin J. Cerebral visual impairment in preterm infants with periventricular leukomalacia. *Pediatr Neurol* 1997;17:331-8.
49. Pennefather PM, Tin W. Ocular abnormalities associated with cerebral palsy after preterm birth. *Eye* 2000;14:78-81.
50. Sobrado P, Suarez J, Garcia-Sanchez FA, Uson E. Refractive errors in children with cerebral palsy, psychomotor retardation, and other non-cerebral palsy neuromotor disabilities. *Dev Med Child Neurol* 1999;41:396-403.

51. Tsiaras WG, Pueschel S, Keller C, Curran R, Giesswein S. Amblyopia and visual acuity in children with Down's syndrome. *Br J Ophthalmol* 1999;83:1112-4.
52. Woodhouse JM, Pakeman VH, Cregg M, Saunders KJ, Parker M, Fraser WI et al. Refractive errors in young children with Down syndrome. *Optom Vis Sci* 1997;74:844-51.
53. Hatton DD, Buckley E, Lachiewicz A, Roberts J. Ocular status of boys with fragile X syndrome: a prospective study. *J AAPOS* 1998;2:298-302.
54. Hertle RW, Quinn GE, Minguini N, Katowitz JA. Visual loss in patients with craniofacial synostosis. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1991;28:344-9.
55. Denis D, Genitori L, Conrath J, Lena G, Choux M. Ocular findings in children operated on for plagiocephaly and trigonocephaly. *Child's Nerv Syst* 1996;12:683-9.
56. Podgor MJ, Remaley NA, Chew E. Associations between siblings for esotropia and exotropia. *Arch Ophthalmol* 1996;114:739-44.
57. Mutti DO, Zadnik K. The utility of three predictors of childhood myopia: a Bayesian analysis. *Vision Res* 1995;35:1345-52.
58. Pacella R, McLellan J, Grice K, Del Bono EA, Wiggs JL, Gwiazda JE. Role of genetic factors in the etiology of juvenile-onset myopia based on a longitudinal study of refractive error. *Optom Vis Sci* 1999;76:381-6.
59. Scheiman MM, Amos CS, Ciner EB, Marsh-Tootle W, Moore BD, Rouse MW. *Optometric Clinical Practice Guideline. Pediatric eye and vision examination.* St Louis: American Optometric Association; 1997.
60. Mets MB, Holfels E, Boyer KM, Swisher CN, Roizen N, Stein L et al. Eye manifestations of congenital toxoplasmosis. *Am J Ophthalmol* 1996;122:309-24.
61. Anderson KS, Amos CS, Boppana S, Pass R. Ocular abnormalities in congenital cytomegalovirus infection. *J Am Optom Assoc* 1996;67:273-8.
62. Coats DK, Demmler GJ, Paysse EA, Du LT, Libby C. Ophthalmologic findings in children with congenital cytomegalovirus infection. *J AAPOS* 2000;4:110-6.
63. Girard B, Prevost-Moravia G, Courpotin C, Lasfargues G. Manifestations ophtalmologiques observées dans une population pédiatrique séropositive au VIH. *J Fr Ophtalmol* 1997;20:49-60.
64. Hakim RB, Tielsch JM. Maternal cigarette smoking during pregnancy. A risk factor for childhood strabismus. *Arch Ophthalmol* 1992;110:1459-62.
65. Block SS, Moore BD, Scharre JE. Visual anomalies in young children exposed to cocaine. *Optom Vis Sci* 1997;74:28-36.
66. Salvant A, Badoche JM. Dépistage des troubles visuels. *Méd Enf* 1995;15:465-74.
67. American Academy of Pediatrics. Eye examination and vision screening in infants, children, and young adults. *Pediatrics* 1996;98:153-7.
68. Société Canadienne de Pédiatrie. *Le dépistage des troubles de la vue chez les nourrissons et les enfants.* Ottawa: SCP; 1998.
69. Tongue AC, Cibis GW. Bruckner test. *Ophthalmology* 1981;88:1041-4.
70. Kemper AR, Margolis PA, Downs SM, Bordley WC. A systematic review of vision screening tests for the detection of amblyopia. *Pediatrics* 1999;104:1220-2.
71. Fantz RL. Pattern vision in young infants. *Psychol Record* 1958;8:43-7.
72. Teller DY, McDonald M, Preston K. Assessment of visual acuity in infants and children: the acuity card procedure. *Dev Med Child Neurol* 1986;28:779-89.
73. Vital-Durand F, Hullo A. La mesure de l'acuité visuelle du nourrisson en six minutes : les Cartes d'Acuité de Teller. *J Fr Ophtalmol* 1989;12:221-5.
74. Vital-Durand F, Hullo A. Cinq cents examens d'acuité visuelle du nourrisson avec les Cartes d'Acuité de Teller. *Ophtalmologie* 1990;4:208-11.
75. Speeg-Schatz C, Rezaifua F. Mesure de l'acuité visuelle aux réseaux par les cartons de Teller : dépistage efficace de l'amblyopie du nourrisson et du jeune enfant ? *J Fr Ophtalmol* 1995;18:510-5.
76. Salomao SR, Ventura DF. Large sample population age norms for visual acuities obtained with Vistech-Teller acuity cards. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:657-70.
77. Mayer DL, Beiser AS, Warner AF, Pratt EM, Raye KN, Lang JM. Monocular acuity norms for the Teller acuity cards between ages one month and four years. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:671-85.
78. Dobson V, Quinn GE, Biglan AW, Tung B, Flynn JT, Palmer EA. Acuity card assessment of visual function in the cryotherapy for retinopathy of

- prematurity trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:1702-8.
79. Quinn GE, Berlin JA, James M. The Teller acuity card procedure. Three testers in a clinical setting. *Ophthalmology* 1993;100:488-94.
80. Spierer A, Royzman Z, Chetrit A, Novikov I, Barkay A. Vision screening of preverbal children with Teller acuity cards. *Ophthalmology* 1999;106:849-54.
81. Harvey EM, Dobson V, Tung B, Quinn GE, Hardy RJ. Interobserver agreement for grating acuity and letter acuity assessment in 1- to 5,5-year-old with severe retinopathy of prematurity. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:1565-76.
82. Prager TC, Zou YL, Jensen CL, Fraley JK, Anderson RE, Heird WC. Evaluation of methods for assessing visual function of infants. *J AAPOS* 1999;3:275-82.
83. Ellis GSJ, Hartmann EE, Love A, May JG, Morgan KS. Teller acuity cards *versus* clinical judgment in the diagnosis of amblyopia with strabismus. *Ophthalmology* 1988;95:788-91.
84. Katz B, Sireteanu R. The Teller acuity card test: a useful method for the clinic routine? *Clin Vis Sci* 1990;5:307-23.
85. Rydberg A, Ericson B. Assessing visual function in children younger than 1 1/2 years with normal and subnormal vision: evaluation of methods. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1998;35:312-9.
86. Rydberg A, Ericson B, Lennerstrand G, Jacobson L, Lindstedt E. Assessment of visual acuity in children aged 1 1/2-6 years, with normal and subnormal vision. *Strabismus* 1999;7:1-24.
87. Schmidt PP. Vision screening with the RDE stereotest in pediatric populations. *Optom Vis Sci* 1994;71:273-81.
88. Kushner BJ, Lucchese NJ, Morton GV. Grating visual acuity with Teller cards compared with Snellen visual acuity in literate patients. *Arch Ophthalmol* 1995;113:485-93.
89. Mash C, Dobson V. Long-term reliability and predictive validity of the Teller Acuity Card procedure. *Vision Res* 1998;38:619-26.
90. Hehn F, Lo Curto S. Dépistage au cabinet de l'amblyopie chez l'enfant de moins de 3 ans à l'aide des cartons de Vital-Durand. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1996;96:501-4.
91. Le Danois C, Schuster C, Tondre M, Gottenkiene S, Speeg-Schatz C. Étude comparative entre deux systèmes d'évaluation de l'acuité visuelle du nourrisson: le Teller et le Bébé-Vision Tropicque. *J Fr Orthoptique* 1997;29:39-43.
92. MacFarlane DJ, Fitzgerald WJ, Stark DJ. Assessment of the Queensland school health service vision screening programme. *Aust N Z J Ophthalmol* 1987;15:175-80.
93. Speeg-Schatz CI, Espana A. Examen de l'enfant strabique. *Encycl Méd Chir Ophtalmol* 1994;21-550-A-05.
94. Irvine SR. A simple test for binocular fixation. *Am J Ophthalmol* 1944;27:740-6.
95. Jampolsky A. The prism test for strabismus screening. *J Pediatr Ophthalmol* 1964;1:30-4.
96. Norn MS. Testing of dyslectic children by Jampolski's prism test. *Acta Ophthalmol* 1969;47:1116-23.
97. Paris V. Dépistage et traitement de la dominance de fixation du microstrabisme primaire. *Bull Soc Belge Ophtalmol* 1992;243:45-53.
98. Broadbent H, Westall C. An evaluation of techniques for measuring stereopsis in infants and young children. *Ophthalmic Physiol Optics* 1990;10:3-7.
99. Lee J, McIntyre A. Clinical tests for binocular vision. *Eye* 1996;10:282-285.
100. Lang JJ, Lang TJ. Eye screening with the Lang Stereotest. *Am Orthop J* 1988;38:48-50.
101. Revel C, Cypres C, Bourron-Madignier M. Expérience de dépistage précoce du strabisme dans les crèches. Intérêt dans la prévention de l'amblyopie chez le jeune enfant. *Pédiatrie* 1988;43:241-3.
102. Cogen MS, Ottemiller DE. Photorefractor for detection of treatable eye disorders in preverbal children. *Ala Med* 1992;62:16-20.
103. Morgan KS, Johnson WD. Clinical evaluation of a commercial photorefractor. *Arch Ophthalmol* 1987;105:1528-31.
104. Cooper CD, Gole GA, Hall JE, Colville DJ, Carden SM, Bowling FG. Evaluating photoscreeners II: MTI and fortune videorefractor. *Aust New Zealand J Ophthalmol* 1999;27:387-97.
105. Tong PY, Enke-Miyazaki E, Bassin RE, Tielsch JM, Stager DRS, Beauchamp GR et al. Screening for amblyopia in preverbal children with photoscreening photographs. *Ophthalmology* 1998;105:856-63.

106. Hatch S, Tibbles CD, Mestito IR, Read R, Traveis L, Richman J. Validity and reliability of the MTI photoscreener. *Optom Vis Sci* 1997;74:859-64.
107. Simons BD, Siatkowski RM, Schiffman JC, Berry BE, Flynn JT. Pediatric photoscreening for strabismus and refractive errors in a high-risk population. *Ophthalmology* 1999;106:1073-80.
108. Williams C, Lumb R, Harvey I, Sparrow JM. Screening for refractive errors with the Topcon PR2000 pediatric refractometer. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:1031-7.
109. Cordonnier M, Dramaix M. Screening for refractive errors in children: accuracy of the hand held refractor Retinomax to screen for astigmatism. *Br J Ophthalmol* 1999;83:157-61.
110. Cordonnier M, Dramaix M. Screening for abnormal levels of hyperopia in children: a non-cycloplegic method with a hand held refractor. *Br J Ophthalmol* 1998;82:1260-4.
111. Cass K, Harper RA, Wood ICJ, Thompson CM, Bush F. Evaluation of a hand held autorefractor and its potential for screening a paediatric population [abstract]. Meeting of the Child Vision Research Society 1999 june 3-5; London, UK.
112. Miller JM, Harvey EM, Dobson V. Visual acuity screening *versus* noncycloplegic autorefraction screening for astigmatism in native american preschool children. *J AAPOS* 1999;3:160-5.
113. Harvey E, Miller J, Dobson V. Preschool vision screening with a new portable vision screener : effectiveness in a population with high prevalence of astigmatism [abstract]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;S302.
114. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. Atropine P.O.S à 0,3 pour cent, collyre : autorisation de mise sur le marché et résumé des caractéristiques du produit. Paris: AFSSAPS; 1986.
115. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. Skiacol 0,5 pour cent, collyre : autorisation de mise sur le marché et résumé des caractéristiques du produit. Paris: AFSSAPS; 1988.
116. Ingram RM. Refraction of 1 year old children after atropine cycloplegia. *Br J Ophthalmol* 1979;63:343-7.
117. Clergeau G, Morvan M, Beaussac B. Bilan de 10 années de réfraction systématique sous cycloplégie chez l'enfant de 6 mois à 3 ans. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1990;6-7:719-26.
118. Ellis PP. Systemic reactions to topical therapy. *Int Ophthalmol Clin* 1971;11:1-11.
119. Jones LW, Hodes DT. Possible allergic reactions to cyclopentolate hydrochloride: case reports with literature review of uses and adverse reactions. *Ophthalmic Physiol Opt* 1991;11:16-21.
120. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. Atropine en collyre prescrit aux nourrissons âgés de 9 à 15 mois. Données françaises de pharmacovigilance. Paris: AFSSAPS; 2000.
121. Arden GB. Le standard de mesure de l'acuité visuelle. *J Fr Ophtalmol* 1988;11:779-92.
122. Brant JC, Nowotny M. Testing of visual acuity in young children: an evaluation of some commonly used methods. *Dev Med Child Neurol* 1976;18:568-76.
123. Hilton AF, Stanley JC. Pitfalls in testing children's vision by the Sheridan-Gardiner single optotype method. *Br J Ophthalmol* 1972;56:135-9.
124. Jacob JL, Milot J, Beaulieu Y, Brunet E. Preschool vision testing with a new device, the Scolatest. *Can J Ophthalmol* 1988;23:159-63.
125. Douche C, Diedler JL, Zenatti C. Deux nouveaux tests d'acuité visuelle pour enfants : le Cadet lettres et le Cadet images. *J Fr Ophtalmol* 1988;11:831-4.
126. Jayatunga R, Sonksen PM, Bhide A, Wade A. Measures of acuity in primary-school children and their ability to detect minor errors of vision. *Dev Med Child Neurol* 1995;37:515-27.
127. Delthil S, Sourdille J, Lepez R. Manuel test Sheridan INSERM adaptation française du Stycar vision test. Méthode de dépistage précoce des troubles de la vision chez l'enfant. Paris: Centre de Psychologie Appliquée; 1973.
128. Dufier JL. Échelle décimale de Monoyer. *J Fr Ophtalmol* 1988;11:793.
129. Weiss JB. Mesure de l'acuité visuelle du jeune enfant. *Vision Res* 1973;13:1139-49.
130. Douche C, Badoche JM. Présentation d'un nouveau test d'acuité visuelle pour enfants : le test Cadet images. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1987;5:567-9.
131. MacFarlane DJ, Fitzgerald WJ, Stark DJ. The prevalence of ocular disorders in 1000 Queensland primary schoolchildren. *Aust N Z J Ophthalmol* 1987;15:161-74.
132. Lang J. A new stereotest. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1983;20:72-4.

133. Manny RE, Martinez AT, Fern KD. Testing stereopsis in the preschool child: is it clinically useful? *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1991;28:223-31.
134. Smith GM. Evaluation of the Fribsy screening plate and Lang II stereotest in primary vision screening in pre-school children. *Br Orthop J* 1995;52:1-4.
135. Marsh WR, Rawlings SC, Mumma JV. Evaluation of clinical stereoacuity tests. *Ophthalmology* 1980;87:1265-72.
136. Kennedy R, Sheps SB, Bagaric D. Field trial of the Otago photoscreener. *Can J Ophthalmol* 1995;30:193-7.
137. Köhler L, Stigmar G. Vision screening of four-year-old children. *Acta Paediatr Scand* 1973;62:17-27.
138. Stereo Optical. Randot stereotests. Chicago : Stereo Optical; 1995.
139. Simons K, Elhatton K. Artifacts in fusion and stereopsis testing based on red/green dichoptic image separation. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1994;31:290-7.
140. American Academy of Pediatrics. Screening examination of premature infants for retinopathy of prematurity. *Pediatrics* 1997;100:273.
141. Screening for visual impairment. In: Guide to clinical preventive services. Report of the US preventive services task force. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996. p. 373-82.
142. Feightner J. Examen préscolaire de routine pour le dépistage des troubles visuels et auditifs. In: Guide canadien de médecine clinique et préventive. Ottawa: Ministère des Approvisionnements et Services Canada; 1994. p. 340-6.
143. Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale. Déficits visuels. Dépistage et prise en charge chez le jeune enfant. Expertise collective. Paris: INSERM; 2002.
144. Royal College of Paediatrics and Child Health. Systematic reviews in child health. London: RCPCH; 1998.
145. Pre-school hearing, speech, language and vision screening. *Effective Health Care* 1998;4:1-12.
146. Eibschitz-Tsimhoni M, Friedman T, Naor J, Eibschitz N, Friedman Z. Early screening for amblyogenic risk factors lowers the prevalence and severity of amblyopia. *J AAPOS* 2000;4:194-9.
147. UK National Screening Committee. Report of the children's sub group of the National Screening Committee. London, Departement of Health; 2000.