

Faculté des sciences de la motricité

**Les troubles vestibulaires
chez l'enfant : création d'un
livret à l'intention des parents
et accompagnants d'enfants
atteints de ce trouble**

Mémoire de production

Auteurs : Prégaldien Gaëlle et De Spiegeleere Sébastien

Promotrice : Vanderveken Catherine

Co-Promotrice : Pr. Detrembleur Christine

Année académique 2023-2024

Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] – KINE2M1

REMERCIEMENTS

Nous remercions notre promotrice, Catherine Vanderveken, pour le temps qu'elle nous a consacré et le savoir qu'elle nous a transmis durant le mois de stage passé au service d'audiophonologie de l'École de santé publique (Woluwe), ainsi que pour son aide et ses conseils tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions notre co-promotrice, Christine Detrembleur, pour ses multiples relectures, sa disponibilité et ses conseils.

Nous souhaitons également remercier nos amis, compagnons et familles pour leur soutien durant toute la réalisation de ce travail, et particulièrement nos parents, Sébastien Prégaldien et Nathalie Colson qui ont (re)lu l'orthographe et la syntaxe de ce mémoire, ainsi que Nathalie Bonora pour l'aide qu'elle nous a apportée pour l'illustration du livret.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont apporté leur contribution, qu'elle soit directe ou indirecte, à l'élaboration de ce mémoire.

Table des matières

REMERCIEMENTS	2
LISTE DES ABREVIATIONS	5
1. INTRODUCTION	6
1.1. ANATOMIE DU SYSTEME VESTIBULAIRE	6
1.2. LES STRUCTURES SENSORIELLES	7
1.2.1. LES CELLULES CILIEES	7
1.2.2. LES ORGANES SENSORIELS	8
1.2.2.1. La macule	8
1.2.2.2. L'ampoule	9
1.3. LES CONNEXIONS NERVEUSES	9
1.3.1. LE TRAJET DU NERF VESTIBULAIRE	10
1.3.1.1. L'origine du nerf vestibulaire	10
1.3.1.2. Le ganglion de Scarpa	10
1.3.1.3. Le nerf vestibulo-cochléaire	10
1.3.1.4. Le complexe nucléaire vestibulaire	11
1.3.2. LES CONNEXIONS CORTICALES VESTIBULAIRES	11
1.3.3. LE ROLE DU CERVELET	11
1.4. OBJECTIF ET QUESTION DE RECHERCHE	11
2. METHODOLOGIE	13
3. SYNTHESE DE LA LITTERATURE	17
3.1. DEVELOPPEMENT DE L'ORGANE VESTIBULAIRE ET DE SES CONNEXIONS EFFERENTES	17
3.2. DEVELOPPEMENT DES REFLEXES VESTIBULAIRES CHEZ LES ENFANTS	18
3.2.1. LE REFLEXE VESTIBULO-OCULAIRE	18
3.2.2. LE REFLEXE VESTIBULO-SPINAL	18
3.2.3. LE REFLEXE VESTIBULO-COLIQUE	19
3.3. LES FONCTIONS DU SYSTEME VESTIBULAIRE	19
3.3.1. DETECTION DES MOUVEMENTS LINEAIRES PAR L'UTRICULE ET LE SACCULE	19
3.3.2. DETECTION DES MOUVEMENTS ANGULAIRES PAR LES CANAUX SEMI-CIRCULAIRES	20
3.3.3. IMPLICATION DU SYSTEME VESTIBULAIRE DANS DIVERSES TACHES MOTRICES	21
3.3.4. LA BIPEDIE	22
3.4. PREVALENCE DES TROUBLES VESTIBULAIRES	23
3.5. SIGNES ET SYMPTOMES DES TROUBLES VESTIBULAIRES	23
3.5.1. CHEZ LE BEBE	23
3.5.2. CHEZ LE JEUNE ENFANT	23
3.6. DESCRIPTION D'UN SYMPTOME PARTICULIER : LE VERTIGE	24
3.6.1. LA SYMPTOMATOLOGIE	24
3.6.2. L'ORIGINE	24
3.6.3. LES ETIOLOGIES	24
3.6.3.1. Les migraines vestibulaires	25
3.6.3.2. <i>Le vertige paroxystique bénin de l'enfant</i>	26
3.6.3.3. <i>Le vertige paroxystique positionnel bénin</i>	26
3.6.3.4. <i>Le vertige associé à des troubles ophtalmiques</i>	27

3.6.4.	LE TRAITEMENT	27
3.7.	LES CAUSES DES TROUBLES VESTIBULAIRES.	27
3.7.1.	CAUSE INFECTIEUSE	28
3.7.2.	CAUSE TRAUMATIQUE	29
3.7.3.	CAUSE GENETIQUE	29
3.7.4.	CAUSE VIRALE	30
3.8.	CONSEQUENCES DES TROUBLES VESTIBULAIRES SUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ENFANT	30
3.8.1.	PLAN MOTEUR	30
3.8.1.1.	Motricité globale	30
3.8.1.2.	Motricité fine	31
3.8.2.	PLAN COGNITIF	31
3.8.3.	PLAN PSYCHOSOCIAL	31
3.8.4.	PLAN EMOTIONNEL ET AFFECTIF	32
3.8.5.	PLAN DES APPRENTISSAGES	32
3.8.6.	INTERDEPENDANCE SENSORIELLE	32
3.9.	DIAGNOSTIC DES TROUBLES VESTIBULAIRES	33
3.9.1.	L'EXAMEN SUBJECTIF	33
3.9.2.	L'EXAMEN CLINIQUE	34
3.9.2.1.	Le potentiel myogénique évoqué vestibulaire	34
3.9.2.2.	La chaise rotatoire	35
3.9.2.3.	Le test calorique	35
3.9.2.4.	Le video Head Impulse Test	36
3.10.	LA REEDUCATION DES TROUBLES VESTIBULAIRES.	36
3.10.1.	APPROCHES DE REEDUCATION VESTIBULAIRE	37
3.10.2.	IMPLICATION DES PARENTS	38
3.11.	LIEN AVEC LA SURDITE	38
4.	CREATION DU LIVRET	40
4.1.	LE DIAGNOSTIC DU TROUBLE VESTIBULAIRE	40
4.2.	LE DEVELOPPEMENT DE L'ENFANT	41
4.3.	LA SALLE D'ATTENTE	41
4.4.	CONSEILLER ET S'AMUSER	42
4.5.	LES PROGRES	43
4.6.	LA VICTOIRE DE « FIN » DE PARCOURS	44
4.7.	À L'ATTENTION DES PARENTS	44
5.	CONCLUSION	45
6.	ANNEXES	47
BIBLIOGRAPHIE		48

Liste des abréviations

cVEMP	cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential Potentiel myogénique évoqué vestibulaire cervical
EMG	Électromyographie
oVEMP	ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential Potentiel myogénique évoqué vestibulaire oculaire
SNC	Système nerveux central
VEMP	Vestibular Evoked Myogenic Potential Potentiel myogénique évoqué vestibulaire
vHIT	video Head Impulse Test

1. Introduction

L'appareil vestibulaire est constitué de petites structures localisées dans l'oreille interne qui permettent de détecter tous les mouvements de la tête et les forces gravitationnelles. Ces informations sont envoyées et traitées au niveau des centres vestibulaires du cerveau [2].

Ce système est comparable à un sixième sens. Il joue un rôle crucial dans notre équilibre, notamment. Le système vestibulaire est un sens silencieux. Les messages, qui nous informent à propos des accélérations, de la rotation et de la translation de la tête et de son orientation dans l'espace, sont continus et ne peuvent pas être désactivés, même si l'on ne bouge plus. De plus, nous ne percevons aucune sensation en provenance de ce système. Nous ne ressentons rien [3].

Afin de mieux comprendre les troubles vestibulaires, nous allons d'abord nous intéresser à l'anatomie et à la physiologie de ce système.

1.1. Anatomie du système vestibulaire

Dans l'oreille interne, au niveau de la capsule otique de la partie pétreuse de l'os temporal, le système vestibulaire périphérique est composé du labyrinthe osseux (en brun sur la figure 1) et du labyrinthe membraneux (en bleu sur la figure 1) [2].

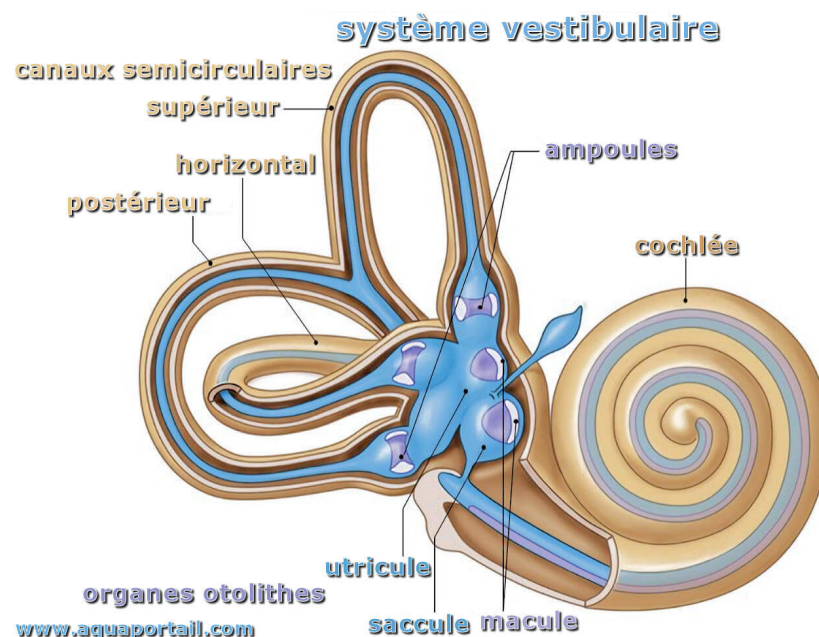


Figure 1 - anatomie de l'oreille interne - tiré de <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/14863/systeme-vestibulaire>

Le labyrinthe osseux est constitué de :

- La cochlée : contenant l'organe de Corti – récepteur de l'audition ;
- Le vestibule ;
- Les canaux semi-circulaires (orientés à angle droit les uns par rapport aux autres).

Ces structures sont remplies par la périlymphe dans laquelle est suspendu le labyrinthe membraneux qui est constitué de l'épithélium sensoriel et des structures de l'appareil vestibulaire, c'est-à-dire :

- L'utricule : situé dans le vestibule ;
- Le saccule : situé dans le vestibule ;
- Les trois conduits semi-circulaires latéral (ou horizontal), supérieur et postérieur : situés dans les canaux semi-circulaires osseux.

Ces structures sont remplies par l'endolymphe.

1.2. Les structures sensorielles

1.2.1. Les cellules ciliées

Les cellules ciliées sont composées d'un grand kinocil (en rouge sur la figure 2) ainsi que de 70 à 100 stéréocils (en jaune sur la figure 2) qui sont organisés en rangée par ordre croissant de taille (les plus grands sont les plus proches du kinocil). Tous les cils sont liés entre eux par des « liens de pointe ». Grâce à ces liens, lorsque le mouvement amène les stéréocils en direction du kinocil, une série de réactions va se produire en amenant la libération de neurotransmetteurs et excitant les fibres nerveuses vestibulaires afférentes. Ce phénomène est la dépolarisation (2^e image de la figure 2). Inversement, lorsque le mouvement déplace les cils en direction opposée du kinocil, cela entraîne une diminution des neurotransmetteurs libérés, réduisant ainsi l'excitation des fibres nerveuses vestibulaires. Ce phénomène s'appelle l'hyperpolarisation (3^e image de la figure 2) [2].

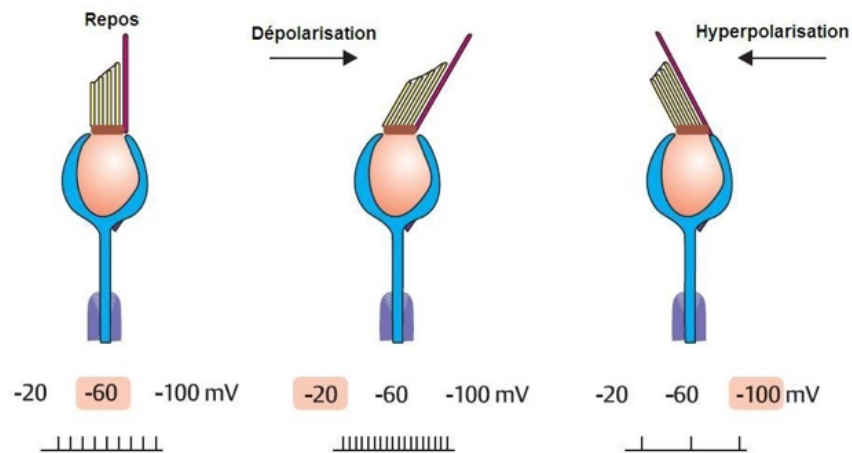


Figure 2 - cellules ciliées du système vestibulaire - tiré de <https://mystidia.com/eme-wafa-2/>

1.2.2. Les organes sensoriels

La macule et l'ampoule (en mauve sur la figure 1) sont les deux neuroépithéliums sensoriels dans le système vestibulaire.

1.2.2.1. La macule

La macula, ou la macule est l'organe sensoriel qui se trouve dans l'utricule et dans le saccule. Une membrane gélatineuse recouvre l'intérieur de la macule. Cette membrane, dans laquelle les cils des cellules ciliées sont enchâssés, est elle-même recouverte par les otolithes, de petites particules de carbonate de calcium [2, 3].

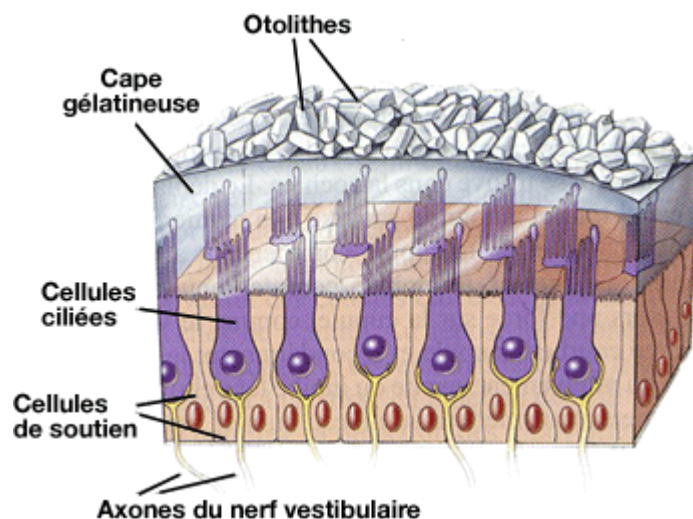


Figure 3 – schéma de la macule - tiré de <https://mystidia.com/eme-wafa-2/>

Les stéréocils de la macula sont orientés par rapport à la striole (ligne curviligne). Dans l'utricule, ils sont orientés vers la striole (figure 4) et à l'inverse, dans le saccule, ils sont orientés à l'opposé de la striole (figure 5) [2].

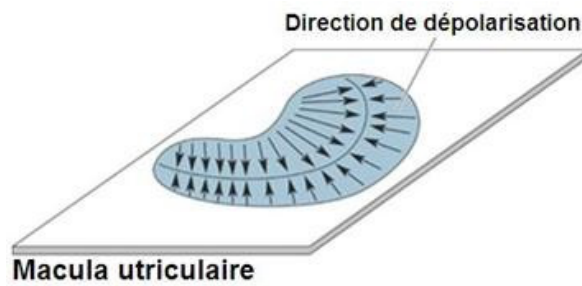


Figure 5 – orientation de la macule utriculaire - tiré de <https://mystidia.com/eme-wafa-2/>

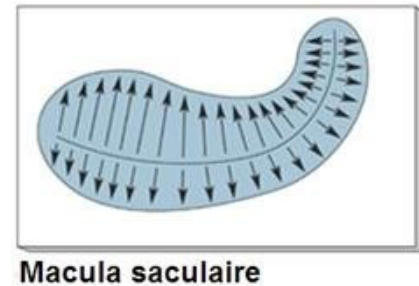


Figure 4 – orientation de la macule sacculaire - tiré de <https://mystidia.com/eme-wafa-2/>

1.2.2.2. L'ampoule

La crista ampularis, ou l'ampoule est le neuroépithélium sensoriel situé à l'extrémité des conduits semi-circulaires s'ouvrant dans l'utricule. Histologiquement, la macule et l'ampoule sont similaires. L'ampoule est recouverte par une substance gélatineuse, appelée cupule, où les cellules ciliées sont intégrées. Cette substance gélatineuse est plus épaisse que celle de la macule et ne contient pas d'otolithes [2].

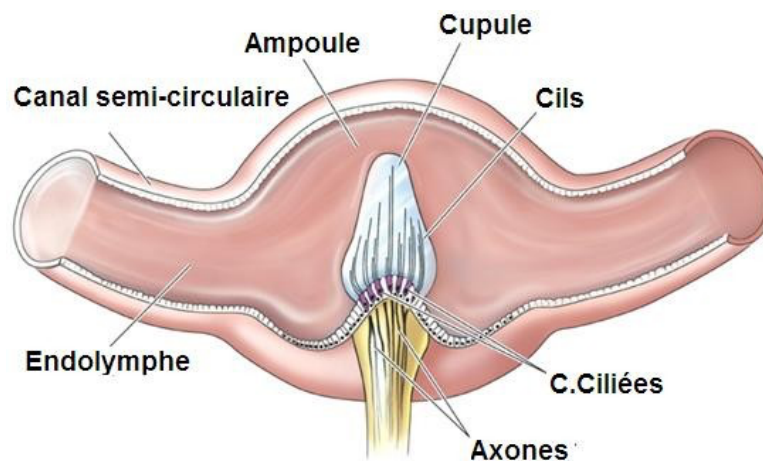


Figure 6 - schéma de l'ampoule - tiré de <https://mystidia.com/eme-wafa-2/>

Le kinocil est orienté vers l'utricule dans les conduits latéraux et, à l'inverse, il est orienté dans le sens du conduit au niveau des conduits supérieurs et postérieurs [2].

1.3. Les connexions nerveuses

Le nerf vestibulo-cochléaire est le 8^e nerf crânien (VIII). Il est essentiel pour la perception de l'équilibre et de l'audition. Entre autres, il transmet les informations sensorielles des organes vestibulaires de l'oreille interne au cerveau, permettant ainsi la régulation des réflexes vestibulaires, de la perception des mouvements et de la position de la tête.

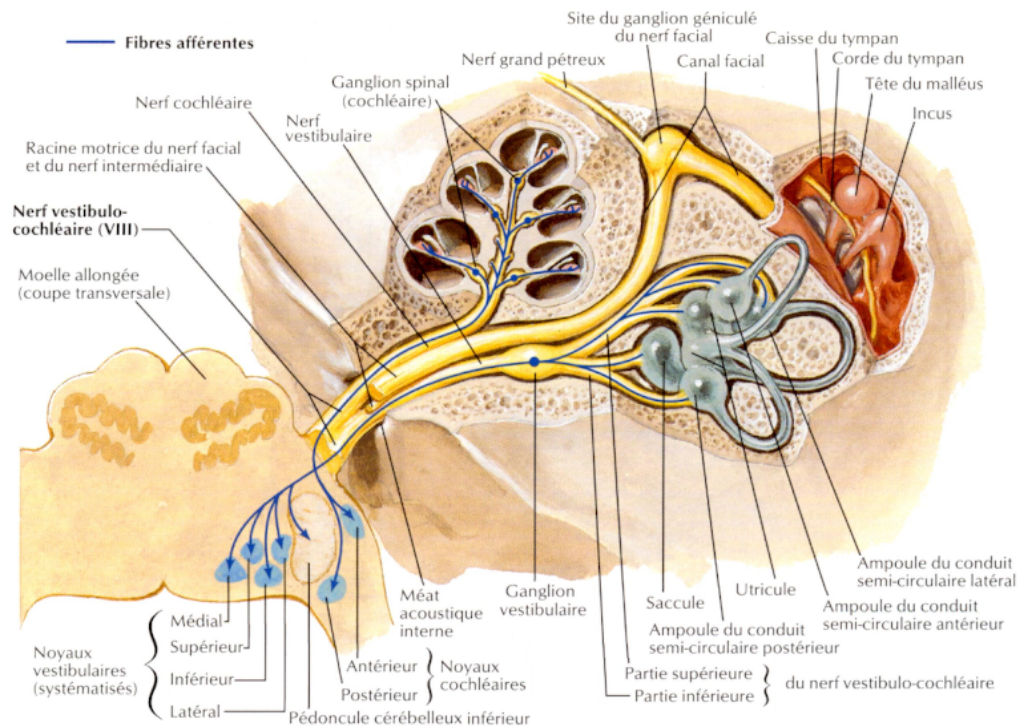


Figure 7 - schéma du trajet du nerf vestibulaire - tiré de <https://tila.im/~al/recueil/neuro/2-Anatomie/>

1.3.1. Le trajet du nerf vestibulaire

1.3.1.1. L'origine du nerf vestibulaire

Le nerf vestibulaire prend naissance dans l'oreille interne, et plus précisément dans l'organe vestibulaire. Le nerf vestibulaire supérieur provient des canaux semi-circulaires latéral et antérieur et de l'utricule. Le nerf vestibulaire inférieur provient du canal semi-circulaire postérieur et du saccule [2].

1.3.1.2. Le ganglion de Scarpa

Les impulsions afférentes se dirigent, par le nerf vestibulaire, vers la partie latérale du méat auditif interne où se trouve le ganglion de Scarpa (ou ganglion vestibulaire). Il joue un rôle important dans le traitement des informations vestibulaires, relayant ces informations vers le tronc cérébral, le cortex et d'autres structures pour le maintien de l'équilibre et de la coordination des mouvements [2].

1.3.1.3. Le nerf vestibulo-cochléaire

Le nerf vestibulaire fusionne ensuite avec le nerf cochléaire pour former le nerf vestibulo-cochléaire, qui se dirige vers le tronc cérébral où les nerfs vestibulaire et cochléaire se séparent de nouveau [2].

1.3.1.4. Le complexe nucléaire vestibulaire

Au niveau du tronc cérébral, les fibres du nerf vestibulaire se connectent aux noyaux vestibulaires. Ce complexe traite les informations vestibulaires en coordonnant plusieurs réflexes, y compris le réflexe vestibulo-oculaire et le réflexe vestibulo-spinal, qui coordonnent les mouvements oculaires pour stabiliser les images rétiniennes lors de la rotation de la tête et maintiennent la posture et l'équilibre, respectivement [2].

1.3.2. Les connexions corticales vestibulaires

Bien que les connexions corticales vestibulaires ne soient pas encore entièrement comprises, des études suggèrent l'implication du cortex pariéto-insulaire vestibulaire, ainsi que du thalamus et de l'hippocampe [2].

1.3.3. Le rôle du cervelet

Le cervelet agit comme un processeur adaptatif, ajustant les réflexes posturaux et d'orientation, et il contribue à une perception précise de la position et du mouvement en adaptant les réponses du système vestibulaire selon les besoins [2, 3].

1.4. Objectif et question de recherche

Ce travail a pour but de mener à la réalisation d'un livret offrant un support informatif et une aide destinée aux parents et aux accompagnants d'enfants atteints de troubles vestibulaires.

Il se divise en deux parties : une première partie sous forme de revue narrative sur les troubles vestibulaires afin de réaliser un état des lieux de la littérature à ce sujet et une seconde partie sous forme de production d'un livret. Toutes les informations utilisées pour la rédaction du livret sont issues de la littérature citée tout au long de ce mémoire, mais également des observations réalisées dans le service d'audiophonologie des Cliniques Universitaires Saint-Luc. En effet, au cours des mois de février et de mars, nous avons pu y observer différents cas cliniques et combiner la théorie et la pratique.

La question de recherche à laquelle nous avons tenté de répondre dans ce travail était « Quelles sont les conséquences des troubles vestibulaires sur le développement de l'enfant ? ».

2. Méthodologie

La méthodologie pour les deux parties, décrites ci-dessus, de ce mémoire est la même étant donné que la production se basera sur la littérature sélectionnée dans la revue narrative.

Dans le but de répondre à la thématique « Quelles sont les conséquences des troubles vestibulaires sur le développement de l'enfant ? », nous avons utilisé les critères PICO afin de mettre en évidence les différents mots-clés nécessaires à la construction de notre équation de recherche.

Critères PICO	En français	MeSH anglais	Termes anglais associés
« Population »	Adolescent, enfant, nouveau-né, bébé	Adolescent, child, infant, newborn	Adolescent ; teenager ; children ; child ; infant ; full term infant ; human neonate ; human newborn ; neonate ; neonatus ; newborn baby ; newborn child ; newborn infant ; newly born baby ; newly born child ; newly born infant ; newborn
« Intervention »	Troubles vestibulaires	Vestibular disease	Vestibular disorder ; vestibular disease ; vestibular disturbance ; vestibular dysfunction ; vestibular impairment ; vestibule disease ; vestibule disorder ; vestibulopathy ; vestibulum disorder ; vestibular disorder
« Comparator »	/	/	/
« Outcome »	/	/	/

L'équation de recherche qui en découle, via les opérateurs booléens 'AND' et 'OR', est : ('adolescent' OR 'teenager' OR 'child' OR 'children' OR 'infant' OR 'newborn' OR 'full term infant' OR 'human neonate' OR 'human newborn' OR 'neonate' OR 'neonatus' OR 'newborn baby' OR 'newborn child' OR 'newborn infant' OR 'newly born baby' OR 'newly born child' OR 'newly born infant') AND ('vestibular disorder' OR 'vestibular disease' OR 'vestibular disturbance' OR 'vestibular dysfunction' OR 'vestibular impairment' OR 'vestibule disease' OR 'vestibule disorder' OR 'vestibulopathy' OR 'vestibulum disorder')

Nous avons effectué nos recherches à partir de deux bases de données, à savoir PubMed et Embase. Nous y avons appliqué les filtres suivants :

- Articles datant de 2003 à 2023
- Systematic review
- Méta-analyse
- RCT (essai randomisé contrôlé)

À partir de ces critères et de l'équation de recherche précédemment cités, nous avons obtenu 737 références que nous avons importées dans le logiciel EndNote. Après suppression des doublons, exclusion d'articles sur base du titre et de l'abstract ainsi que des articles non disponibles entièrement ou non disponibles en anglais, nous avons évalué 50 articles sur base du texte intégral. Sur ces 50 articles, 15 ont été exclus, car ils ne répondaient pas aux critères d'éligibilité.

Les critères d'éligibilité qui ont permis d'inclure ou d'exclure les articles étaient les suivants :

Critères d'inclusion :

- Tous les nouveau-nés, enfants, adolescents (âgés de 0 à 18 ans)
- Conséquences des troubles vestibulaires
- Symptômes des troubles vestibulaires
- Causes des troubles vestibulaires
- Compensation des troubles vestibulaires
- Diagnostic des troubles vestibulaires
- Gestion et prévention des troubles vestibulaires

- Traitement des troubles vestibulaires
- Adaptations dans les activités quotidiennes

Critères d'exclusion :

- Adulte (c'est-à-dire âgé de plus de 18 ans)
- Article basé sur une autre pathologie qui pourrait avoir une influence sur le système vestibulaire

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only.

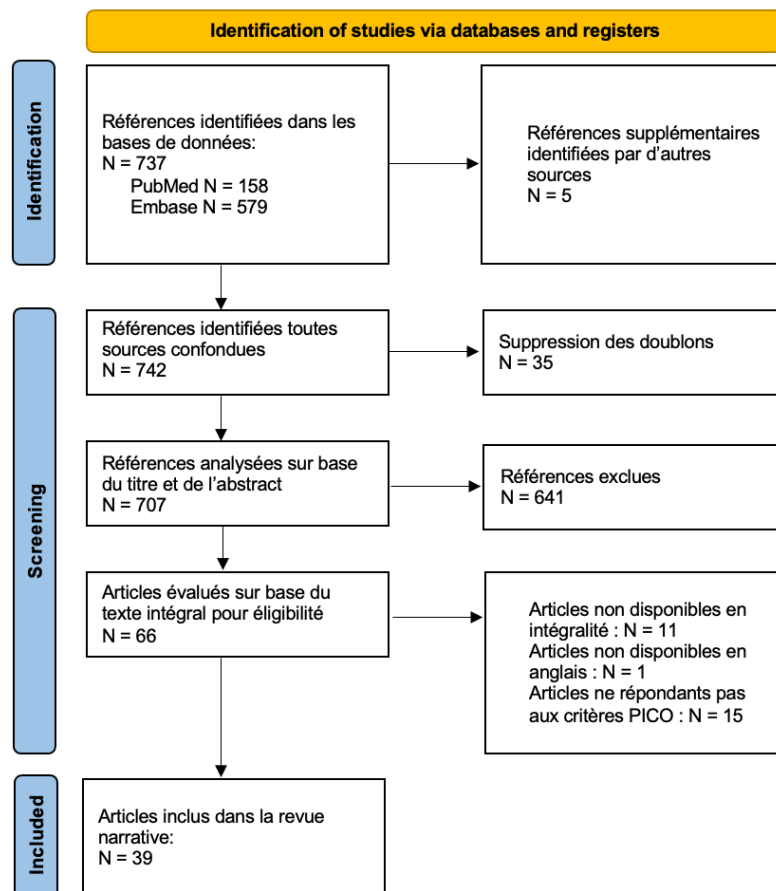


Figure 8 - flow chart

La consultation des articles s'est étendue sur une période allant de juillet 2023 à avril 2024. Les informations pertinentes pour notre thématique ont été mises en évidence et ont permis de répondre à différentes questions afin de créer le livret, à savoir :

Un trouble vestibulaire, c'est quoi ?

Quels sont les différents types de troubles vestibulaires ?

Quels sont les signes et symptômes d'un trouble vestibulaire chez l'enfant ?

Quelles sont les conséquences d'un trouble vestibulaire sur le développement de l'enfant ?

Quel est le diagnostic d'un trouble vestibulaire chez l'enfant ?

Quelles sont les populations à risque ?

Quels sont les principes de compensation d'un enfant présentant un ou des troubles vestibulaires ?

Quelle gestion/prévention au quotidien pour un enfant atteint de trouble vestibulaire ?

3. Synthèse de la littérature

3.1. Développement de l'organe vestibulaire et de ses connexions efférentes

Le système vestibulaire est le premier système sensoriel qui se développe lors du développement de l'embryon dans l'utérus [4]. Il est aussi un des premiers à devenir fonctionnellement actif [5].

La forme de l'oreille interne se dessine jusqu'à la 8e semaine de gestation, où elle arrive à sa forme définitive [5]. Les récepteurs vestibulaires se développent jusqu'à la fin du 2e trimestre et les organes vestibulaires sont fonctionnels vers la 21e semaine de gestation. Les aqueducs vestibulaires, qui jouent un rôle dans l'équilibration et la régulation de la pression du liquide céphalo-rachidien, vont eux se développer jusqu'à la 39e semaine de gestation. À la naissance de l'enfant, les organes vestibulaires sont généralement à un stade de développement plus ou moins complet [6].

Les connexions vestibulaires efférentes, qui permettent le contrôle et la modulation des réponses des muscles et des organes vestibulaires en réponse aux stimuli vestibulaires, se développent dès les premiers stades du développement fœtal. Ce développement initial est crucial pour établir les bases du fonctionnement du système vestibulaire. Durant les premières années de vie de l'enfant, ces connexions vont continuer à se développer pour s'adapter à l'environnement et à ses mouvements [6].

De même, durant ces premières années de vie, les connexions entre les différents systèmes (proprioceptif, visuel...) continuent à se développer en parallèle des adaptations posturales [5]. Cette synchronisation du développement des différentes modalités sensorielles est essentielle pour une intégration sensorielle harmonieuse et une perception précise de l'environnement.

3.2. Développement des réflexes vestibulaires chez les enfants

Comme expliqué au point 1.3.1.4., le complexe nucléaire vestibulaire, situé dans le tronc cérébral, est un centre important dans le traitement des informations vestibulaires. Il coordonne les différentes réponses réflexes du système vestibulaire.

Pour comprendre les réponses automatiques du système vestibulaire à différents stimuli, nous allons maintenant analyser plus en détail quelques-uns des réflexes vestibulaires les plus importants : les réflexes vestibulo-oculaire, spinal et colique.

3.2.1. Le réflexe vestibulo-oculaire

Le réflexe vestibulo-oculaire permet de stabiliser le regard et de garder une vision claire lorsque le corps est en mouvement (comme lors de la locomotion) ou lors de mouvements de la tête, particulièrement à haute fréquence et à forte accélération [7, 8].

Ce réflexe est présent dès la naissance, mais son efficacité n'est pas optimale. Le nouveau-né va donc compenser avec la vision pour stabiliser son regard pendant les mouvements de la tête et du corps. Vers le 2^e mois, le réflexe devient plus efficace avec une efficacité qui se rapproche de celle d'un adulte [6]. Cela correspond à la période où les bébés commencent à maîtriser leur capacité à suivre des objets avec leur regard de manière plus précise.

Cependant, même si le réflexe devient plus efficace à cet âge, son développement se poursuit jusqu'à environ 11 ans, ce qui est en accord avec le développement des capacités de coordination de l'enfant [6].

3.2.2. Le réflexe vestibulo-spinal

Le réflexe vestibulo-spinal aide à réguler l'équilibre postural en ajustant l'activité des muscles qui maintiennent la posture, en réponse aux signaux des organes vestibulaires situés dans l'oreille interne [6].

Ce réflexe va se développer et évoluer jusqu'aux 15 ans de l'enfant. Cette période prolongée de développement du réflexe vestibulo-spinal est cohérente avec le

développement des compétences posturales de l'enfant. L'évolution de ce réflexe est essentielle pour garantir un équilibre postural stable et efficace [6].

3.2.3. Le réflexe vestibulo-colique

Le réflexe vestibulo-colique contribue à maintenir la stabilité posturale du corps en réponse aux informations vestibulaires. Il fonctionne en collaboration avec le réflexe vestibulo-spinal pour ajuster la posture et la position de la tête par rapport au corps. Cette coordination entre les deux réflexes est importante pour assurer une réponse posturale efficace et adaptative aux stimuli vestibulaires [6].

Il continue de se développer durant l'adolescence, bien que la période exacte de développement de ce dernier varie d'une personne à l'autre [6].

3.3. Les fonctions du système vestibulaire

L'utricule, le saccule et les canaux semi-circulaires permettent de comprendre les différentes situations physiques que nous rencontrons. Nous allons donc étudier leur fonctionnement.

3.3.1. Détection des mouvements linéaires par l'utricule et le saccule

Le saccule est capable de détecter les forces gravitationnelles tandis que l'utricule est capable de détecter les accélérations linéaires (forces inertielles). Ensemble, ils permettent ainsi de détecter l'orientation de la tête dans l'espace [2]. Parmi bien d'autres fonctions, le système vestibulaire permet, en effet, de toujours être conscients de la force de gravité et de sa direction. Que ce soit en relation avec le corps (comme la chute du corps lors d'un pas) ou avec les objets environnants (tel qu'une balle qui tombe), dans toutes les situations, le cerveau est capable de prédire avec précision la trajectoire de la chute [3].

La détection de ces mouvements est permise grâce aux otolithes (figure 3). Les otolithes étant plus denses que l'endolymphe, les mouvements horizontaux et verticaux vont entraîner le mouvement de la membrane et donc la flexion des stéréocils des cellules ciliées [2, 3].

La différenciation entre les mouvements est permise grâce à la disposition à angle droit du saccule et de l'utricule ainsi qu'à la distribution des cellules ciliées dans différentes positions par rapport à la striola (figures 4 et 5) puisque le mouvement active les cellules ciliées qui sont les plus alignées à la position de la tête ou au mouvement tout en inhibant les cellules ciliées opposées [2, 3].

Une autre propriété de la macula, l'adaptation, permet d'avoir une information précise de la position de la tête à tout moment. Ainsi, lorsqu'un stimulus est présent pendant plusieurs secondes, les cellules vont progressivement revenir à leur position de départ afin d'être capables de réagir à d'autres changements [2].

Cependant, les organes otolithiques ne suffisent pas à décrire tous les mouvements. Prenons l'exemple de deux situations d'un même passager d'un bus. Dans la première situation, imaginons que le bus freine, la tête est propulsée vers l'avant. Les cils vont donc se plier vers l'arrière puisque les otolithes vont rester à l'arrière et ne vont pas suivre le mouvement dû à l'inertie. Dans la deuxième situation, imaginons maintenant que le bus est en train de gravir une colline. Les otolithes vont se déplacer et vont engendrer la flexion des cils vers l'arrière. Dans les deux cas, les cils vont se fléchir vers l'arrière et les capteurs otolithiques vont envoyer le même signal alors que les deux situations sont différentes. Einstein avait expliqué cette situation par le principe d'équivalence. C'est en combinant les signaux otolithiques et les signaux en provenance des canaux semi-circulaires que le cerveau va être capable de distinguer ces deux situations, à savoir l'accélération linéaire et l'inclinaison dans le champ gravitationnel [3].

3.3.2. Détection des mouvements angulaires par les canaux semi-circulaires

Les canaux semi-circulaires permettent de détecter l'accélération angulaire et la rotation de la tête. Chacun est orienté à angle droit par rapport aux autres et chacun est ainsi sensible aux mouvements survenant dans un plan spécifique. Grâce à cette disposition, n'importe quelle rotation pourra être détectée [2, 3].

Lorsqu'il y a une accélération rotationnelle, le mouvement endolymphatique va déplacer la cupule et les cellules ciliées vont alors se plier dans le sens opposé à la

rotation grâce à la force d'inertie du fluide. Lorsque l'accélération devient nulle, la cupule revient à sa position initiale et les cellules ciliées arrêtent d'envoyer des messages [2, 3].

Lorsqu'un canal est stimulé d'un côté, à gauche par exemple, le canal similaire du côté opposé, à droite par exemple, sera inhibé puisque le flux endolymphatique ira à l'opposé du kinocil. Ce mécanisme présente de nombreux avantages, dont celui de permettre une redondance sensorielle en cas de pathologie d'un conduit, ce qui permet au côté sain de recevoir l'information que l'autre côté n'aurait pas reçue [2].

3.3.3. Implication du système vestibulaire dans diverses tâches motrices

La principale fonction du système vestibulaire périphérique est de détecter les mouvements et la position de la tête ainsi que de communiquer ces informations au SNC (système nerveux central) [9]. De plus, ce système est aussi impliqué dans différentes fonctions comme fournir les signaux nécessaires à la stabilisation du regard, à la coordination, à l'orientation spatiale ainsi qu'au contrôle de la posture, de l'équilibre et de la position de la tête [4, 8, 10-12]. Une activation adaptée au niveau du système vestibulaire aide à normaliser le tonus musculaire ainsi que la fonction motrice globale [4].

Cependant, son interaction avec les autres systèmes sensoriels et moteurs est importante pour assurer un fonctionnement optimal de l'organisme. Par exemple, l'équilibre, qui est essentiel dans la vie quotidienne, repose sur plusieurs facteurs. En effet, l'activité du système visuel, vestibulaire, locomoteur, somatosensoriel ainsi que l'intégration de ces activités avec le SNC sont les éléments nécessaires à un bon équilibre [4, 13]. Si l'intégration d'un de ces derniers est déficitaire ou s'ils renvoient des informations contradictoires, cela peut engendrer des vertiges ou encore une instabilité corporelle [13]. L'impact du système vestibulaire dans les différents domaines précités est avéré, néanmoins, il est toujours difficile de savoir dans quelle mesure ce système intervient [11].

3.3.4. La bipédie

En remontant dans l'histoire de l'évolution l'Homme, il est facile de comprendre et d'expliquer le rôle que jouent les canaux semi-circulaires (détecteur de mouvement angulaire) et les organes otolithiques (détecteur d'alignement et de la force de la gravité) sur le contrôle de la bipédie humaine, qui est une fonction essentielle au quotidien [3].

Chez l'humain, les canaux semi-circulaires antérieurs et postérieurs sont plus grands que le canal horizontal, contrairement aux autres espèces où les 3 canaux sont de même diamètre. Or, plus les canaux semi-circulaires sont de grand diamètre, plus ils sont sensibles, car il y a plus de pression sur les cellules ciliées. Ce qui signifierait que ces canaux sont importants dans le contrôle de l'équilibre chez les bipèdes et qu'ils sont orientés de manière à percevoir la rotation dans les plans verticaux. Cette théorie a aussi été confirmée avec l'étude des crânes de fossiles, où il a été constaté que les crânes des premiers primates bipèdes (*Homo Erectus*) avaient des canaux semi-circulaires semblables à l'*Homo Sapiens* moderne. Contrairement aux crânes d'espèces non bipèdes (comme l'*Australopithecus africanus*), qui eux présentaient des canaux tous égaux (comme les primates non humains d'aujourd'hui). Ces deux éléments confirment que l'évolution de la bipédie s'est fait en parallèle de l'évolution des canaux verticaux et que les canaux antérieurs et postérieurs sont importants pour l'équilibre des bipèdes [3].

Cependant, le système vestibulaire ne suffit pas à assurer la bipédie. Il fonctionne en parallèle de toutes les autres informations sensorielles sur l'état du corps. Citons Ian Waterman, en guise d'exemple. Il avait un système vestibulaire parfaitement sain, mais souffrait d'un syndrome ayant causé la destruction des nerfs sensoriels sous le cou. Lorsqu'il fermait les yeux, il n'était pas conscient de l'alignement des mouvements de son tronc et de ses membres. Son exemple montre que la perte du sens proprioceptif rend la station debout et la marche impossible en l'absence de la vision, contrairement aux patients atteints au niveau vestibulaire et qui peuvent marcher presque normalement dans beaucoup de situations, utilisant alors les informations en provenance des muscles, des articulations, de la peau et des yeux. Néanmoins, les connaissances actuelles ne permettent toujours pas d'expliquer comment l'afflux de toutes ces informations est intégré par le cerveau [2].

3.4. Prévalence des troubles vestibulaires

La prévalence des troubles vestibulaires dans la population pédiatrique générale (enfants et adolescents combinés) est comprise entre 5 et 30 .

La prévalence est difficile à évaluer, entre autres, à cause de la définition du dysfonctionnement vestibulaire qui est utilisée, de la méthode de test, de la difficulté d'évaluation, et de l'interprétation des résultats. Un autre facteur qui rend difficile l'évaluation de la prévalence est que certains symptômes, comme le vertige ou le déséquilibre, peuvent être liés à un trouble vestibulaire, mais, ils peuvent également être liés à une autre pathologie [8].

La proportion a tendance à augmenter avec l'âge, sans doute parce que les patients sont plus en mesure de verbaliser leurs symptômes. La prévalence de troubles vestibulaires est légèrement supérieure (32,4 %) chez les patients qui présentent des comorbidités [10].

3.5. Signes et symptômes des troubles vestibulaires

Les symptômes sont variés et peu spécifiques [14]. Ils sont différents pour chaque patient et dépendent de divers facteurs, dont le lieu de la lésion, la gravité et le ou les côtés affectés [4]. Ils vont aussi dépendre de l'âge d'apparition, de la nature du trouble ainsi que de l'intégrité des autres systèmes [15].

3.5.1. Chez le bébé

Un retard dans les étapes motrices et de développement, telles que la position assise, debout et la marche, est souvent observable chez les bébés [10]. Leurs capacités motrices peuvent être limitées dans de nombreux cas [6]. À un âge précoce, il est fréquent d'observer qu'ils cherchent souvent à être portés, qu'ils tombent fréquemment et qu'ils refusent de rester en position debout [16].

3.5.2. Chez le jeune enfant

Lorsque l'enfant grandit, les symptômes fréquents incluent les chutes à répétition, la maladresse, le déséquilibre et l'instabilité [10]. Ces patients présentent souvent des troubles de la coordination de la marche, des difficultés d'apprentissage, ou encore, un retard moteur [16]. On observe également une instabilité du regard et un

déficit du contrôle postural [15]. Ils ont tendance à éviter les activités telles que les balançoires et peuvent avoir peur de l'obscurité. Parfois, les parents remarquent que leurs enfants ont du mal à acquérir des compétences motrices [17].

3.6. Description d'un symptôme particulier : le vertige

3.6.1. La symptomatologie

Le vertige est souvent décrit comme une sensation de pièce qui bouge et s'observe généralement par des chutes fréquentes, de la maladresse, le mal de transport ou encore une instabilité [10, 18]. Chez certains enfants, ces signes vont plus particulièrement être présents lors de tâche complexe comme sauter, marcher sur une poutre... [10]. Cependant, si l'enfant ressent le vertige depuis son plus jeune âge, il peut ne pas être en mesure de décrire cette sensation, ni même de reconnaître qu'elle diffère de ce que ressentent les autres. Souvent, ce sont alors les parents qui remarquent ces signes et en font part [12].

3.6.2. L'origine

Rose Marie Rine décrit les vertiges comme « le résultat d'un dysfonctionnement d'une ou de plusieurs composantes de l'équilibre ou des structures qui vont jouer un rôle dans l'analyse de la perception du mouvement de la tête et du corps dans l'espace. » [12]. Cette dysfonction peut provenir du labyrinthe lui-même, de son réseau de connexions avec le système proprioceptif, avec le système visuel ou avec les noyaux vestibulaires centraux [5]. Cependant, même si la sensation de rotation peut résulter d'une hypofonction du système vestibulaire, ce n'est pas pour autant que cette sensation est toujours présente en cas de trouble vestibulaire [10, 12].

3.6.3. Les étiologies

Il existe plusieurs types de vertiges, notamment les vertiges centraux, périphériques, psychogènes, systémiques et idiopathiques. Parmi les vertiges centraux, les causes les plus courantes incluent les migraines vestibulaires, les traumatismes crâniens / chirurgicaux et les troubles épileptiques. Quant aux vertiges périphériques, on retrouve le vertige paroxystique bénin, le vertige paroxystique positionnel bénin, les dysfonctionnements du canal vestibulaire ou semi-circulaire, les affections associées à une sinusite, les troubles orthostatiques ou encore les maladies inflammatoires [18, 19].

La migraine vestibulaire et le vertige paroxystique bénin sont les causes les plus fréquentes de vertige [5, 12, 18, 20-23]. Le vertige paroxystique positionnel bénin est une étiologie plus présente chez les adultes, mais est de plus en plus recensé dans la population pédiatrique [7, 12, 14-16, 20, 24]. Les troubles ophtalmiques sont également une autre cause fréquente de vertige. Ces causes sont donc développées à ce titre dans les points suivants.

3.6.3.1. Les migraines vestibulaires

Un enfant souffrant de migraine vestibulaire présente des symptômes tels que des crises de type céphalée qui durent entre 5 minutes et 72 heures, parfois accompagnées de nausées, d'étourdissements, voire de vomissements. De plus, ils peuvent éprouver de la photophobie (sensibilité excessive à la lumière) ou de la phonophobie (sensibilité excessive aux sons) [6, 12, 20, 22, 25-27]. Ces symptômes disparaissent généralement vers l'âge de 8-10 ans [20].

Le diagnostic est difficile, car le patient est rarement en crise au moment précis de la consultation chez le médecin et lors des examens [16, 21]. Puisque la migraine vestibulaire est un concept difficile à décrire, la société internationale des céphalées a mis en place des critères pour pouvoir mieux la diagnostiquer [16, 21, 26]. Ces critères sont les suivants :

- Avoir eu au moins 5 épisodes migraineux avec des symptômes vestibulaires d'une durée entre 5 minutes et 72 heures ;
- Les maux de tête du patient doivent présenter au moins deux des quatre caractéristiques suivantes : la localisation unilatérale, la qualité pulsatoire, une intensité modérée ou sévère et une aggravation par l'activité dans la vie de tous les jours ;
- Dans 50 % des cas, il doit y avoir des symptômes vestibulaires et/ou de la photo / phonophobie [26].

Généralement, pour ce type de pathologie, il est recommandé de privilégier un traitement non pharmacologique. Celui-ci peut consister à identifier et à éliminer les déclencheurs des crises, à maintenir une bonne hydratation, à adopter une hygiène de sommeil adéquate, à pratiquer une activité physique régulière, à suivre une alimentation équilibrée, ainsi qu'à limiter le temps passé devant les écrans. Si

malgré ces mesures le traitement non pharmacologique se révèle inefficace et que les symptômes persistent de manière intense, un traitement médicamenteux peut être envisagé. Cependant, ce choix doit être discuté, en tenant compte, notamment, des éventuelles comorbidités de l'enfant et des risques d'effets secondaires associés aux médicaments [9, 16, 21, 25, 26].

3.6.3.2. *Le vertige paroxystique bénin de l'enfant*

D'un point de vue clinique, cette pathologie n'est pas liée à la position de la tête [5]. Les enfants présentent des vertiges brefs, d'une durée variant de plusieurs secondes à quelques minutes, sans altération de la conscience, entraînant parfois des nausées et des vomissements [5, 22, 23, 25]. Des mouvements oculaires anormaux, caractérisés par un nystagmus, peuvent également être observés chez ces enfants [22, 23, 25]. Entre les crises, il n'y a pas de symptômes vestibulaires et aucune altération de l'audition n'est constatée chez ces patients [22, 23, 25].

La migraine vestibulaire étant étroitement liée au vertige paroxystique bénin de l'enfance, ces enfants sont donc plus à risque d'avoir des migraines vestibulaires en grandissant et inversement [9, 20, 21].

La société internationale des céphalées inclut cette pathologie dans les « Syndromes périodiques de l'enfance qui sont précurseurs de la migraine. » [5, 23-25]. Ces symptômes sont traitables par antiémétique [16] tout comme les migraines vestibulaires, et, en général, cette pathologie évolue de manière positive et disparaît spontanément en grandissant [5, 16, 22, 23, 25].

L'âge d'apparition de ce trouble se situe entre 2 et 12 ans. Elle disparaît souvent vers 6 ans, mais la pathologie peut perdurer et dans ce cas disparaître au cours de l'adolescence [5, 16, 22, 23, 25].

3.6.3.3. *Le vertige paroxystique positionnel bénin*

Concernant la symptomatologie, l'enfant aura une hypersensibilité au bruit et à la lumière, un mal des transports ainsi que des difficultés à se concentrer et à participer aux activités sportives [15, 24]. La présence de vertiges est en lien avec les mouvements et la position de la tête [7, 23, 24]. Il faut prendre en compte le fait que

ces symptômes sont évolutifs afin de pouvoir l'expliquer aux parents de l'enfant [7].

Pour ce qui est de l'évolution de la pathologie, le vertige paroxystique positionnel bénin disparaît généralement de lui-même [7, 12]. Il existe des techniques de repositionnement permettant aux otolithes de retourner vers l'utricule en passant par le bras non ampullaire [15, 16, 23, 24].

Les causes probables sont le traumatisme crânien ou une chirurgie de l'appareil auditif, principalement celle de l'implant cochléaire [7, 15, 20, 22-24].

3.6.3.4. *Le vertige associé à des troubles ophtalmiques*

Les symptômes vont prendre la forme de céphalées et de nausées associées à des vertiges et, dans certains cas, des vomissements [7, 14, 20]. L'ensemble de ces symptômes peuvent être majorés lors de la surutilisation des écrans et des tâches qui demandent une grande concentration [14, 20]. Généralement, une pathologie vestibulaire associée est typique dans le cas de symptômes vestibulo-visuels [15].

Le système vestibulaire joue un rôle crucial dans la stabilisation du regard lors de mouvements rapides de la tête. Ainsi, pour évaluer son fonctionnement, l'acuité visuelle est testée à des vitesses égales ou supérieures à 110 degrés par seconde, afin de déterminer le degré d'altération du réflexe vestibulo-oculaire [15].

3.6.4. Le traitement

Dans ce type de pathologie, un traitement symptomatique est généralement recommandé. Cela peut impliquer la pratique d'activités physiques ou tout simplement la prise de médicaments. La rééducation vestibulaire est efficace chez ces patients [15, 22].

3.7. Les causes des troubles vestibulaires.

Les étiologies des troubles vestibulaires sont variées. Elles peuvent être d'origine traumatique, infectieuse, génétique, virale, médicamenteuse... En fonction de la localisation de l'atteinte (centrale ou périphérique), l'étiologie sera différente [7, 27].

Nous pouvons observer sur la figure 9 quelles sont les étiologies les plus prédominantes dans le cadre des atteintes vestibulaires. Les auteurs ont pris un certain nombre de patients atteints de différentes pathologies (en blanc sur la figure 9) et ils ont comparé, pour chacune, la proportion de patients atteints de troubles vestibulaires (en noir sur la figure 9). La malformation de l'oreille interne est la pathologie la plus associée aux atteintes vestibulaires.

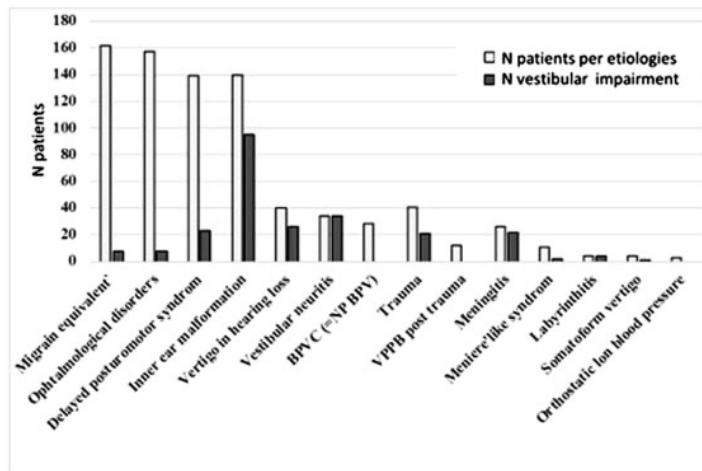


Figure 9 - prévalence des étiologies des atteintes vestibulaires. Nombre de patients pour toutes les étiologies $n=1037$. Nombre de patients avec des troubles vestibulaires $n=379$. Nombre de patients avec des troubles vestibulaires pour toutes les étiologies $n=379/1037$ (36,5%) - tiré de [7]

On retrouve souvent l'otite moyenne parmi les causes infectieuses, le cytomégalovirus parmi les causes virales, et le syndrome d'Usher parmi les causes génétiques de pathologie vestibulaire [7, 28, 29]. Nous allons voir ces différentes pathologies plus en détail ci-dessous.

3.7.1. Cause infectieuse

L'otite moyenne est l'une des causes infectieuses des troubles vestibulaires. C'est également la principale cause de ces troubles dans la population pédiatrique [5, 6, 16, 23, 25]. Elle se caractérise par des symptômes tels qu'une marche instable et maladroite ou des chutes fréquentes, mais rarement par des vertiges sauf dans le cas où la bactérie atteint la périlymphe [16, 23, 25, 27].

Le mécanisme de fonctionnement de la pathologie n'est pas entièrement compris, et deux théories coexistent. Selon la première, le changement de pression dans l'oreille moyenne entraîne le déplacement des fenêtres ovales et rondes, provoquant ainsi un mouvement des fluides labyrinthiques. La seconde théorie suggère que la

toxine présente dans le liquide de l'oreille moyenne pourrait pénétrer dans l'oreille interne, conduisant ainsi à une labyrinthite séreuse [23, 25].

Le diagnostic est compliqué à faire chez ces enfants, car il leur est difficile de décrire leurs symptômes [6, 25]. Généralement, le diagnostic se fait par l'intermédiaire des parents [16]. Le rôle du médecin est de faire le diagnostic le plus rapidement possible pour permettre la mise en place d'un traitement adéquat [25]. Le traitement se fait, dans la majorité des cas, soit par chirurgie (tympaanostomie) ou par le biais de traitements médicaux tels que des antibiotiques ou des stéroïdes [5, 16, 23].

3.7.2. Cause traumatique

Les symptômes vestibulaires peuvent survenir à la suite d'un traumatisme crânien, notamment chez les enfants pratiquant des sports de contact tels que la boxe, le football ou le rugby [20]. Parmi ces symptômes, des vertiges, des étourdissements et des déséquilibres peuvent être observés. Ces symptômes peuvent devenir chroniques [5]. En cas d'atteinte du nerf vestibulaire, des vertiges intenses accompagnés d'un nystagmus et de nausées peuvent être observés [25].

Il faut pratiquer un examen d'urgence si l'enfant présente un saignement des oreilles avec une hypoacousie associée à des vertiges et des troubles de l'équilibre [12]. En plus des troubles vestibulaires, des pertes auditives peuvent se déclarer dans des contextes de fractures temporales [5, 7, 16]. Cette surdité vient d'une fistule périlymphatique qui peut être traitée par chirurgie [7].

3.7.3. Cause génétique

Le Syndrome de Usher est une maladie génétique qui affecte plusieurs sens. En plus de la perte de l'audition, ce syndrome peut également entraîner des troubles vestibulaires et une diminution de l'acuité visuelle [28]. Contrairement à d'autres causes, où le système vestibulaire reste initialement intact à la naissance, mais perd en efficacité au fil du temps, dans le cas du Syndrome de Usher, le système vestibulaire est directement affecté [30].

Il existe plusieurs formes de Syndrome de Usher et en fonction du type, la perte sera soit complète, progressive, non-constante... [7, 28] Le diagnostic se fait par le biais d'examens génétiques, mais également d'examens ophtalmologiques [28].

3.7.4. Cause virale

Le cytomégalovirus est l'une des causes des troubles vestibulaires, bien que son impact soit sous-évalué. Elle est aussi la cause non génétique principale de la surdité. Il faut tout de même prendre en compte que le degré de surdité chez ces enfants ne permet pas de connaître l'atteinte vestibulaire. Ces deux composantes sont indépendantes l'une de l'autre [31, 32].

La physiopathologie du cytomégalovirus est décrite selon plusieurs théories. Une théorie considère qu'un changement du flux de potassium pourrait perturber le passage de l'information. Une autre théorie repose sur l'idée que ce virus engendrerait une mutation protéique ayant un impact sur le recyclage potassique [31, 32].

Le diagnostic du cytomégalovirus est difficile, car souvent, les enfants sont asymptomatiques et donc la possibilité de mettre en place des examens complémentaires est fortement diminuée [31, 32].

3.8. Conséquences des troubles vestibulaires sur le développement de l'enfant

Les conséquences possibles des troubles vestibulaires peuvent toucher le plan moteur, cognitif, comportemental, psychosocial ou encore le plan scolaire [11]. Les troubles vestibulaires peuvent également avoir des conséquences sur l'acuité visuelle et sur la santé mentale [6]. Le système vestibulaire va majoritairement avoir un impact sur le système moteur et sur la fonction cognitive [4].

3.8.1. Plan moteur

3.8.1.1. Motricité globale

Les enfants avec des troubles vestibulaires congénitaux ou précoces peuvent éprouver des difficultés dans le contrôle de l'équilibre et de la posture, ce qui peut retarder le développement de leur motricité globale [8]. Cela peut se manifester par

un retard dans les étapes psychomotrices comme le contrôle de la tête, la position assise, la capacité de se mettre debout et de marcher de manière autonome... [11]. De plus, les troubles vestibulaires peuvent aussi entraîner un manque de coordination motrice [10].

3.8.1.2. Motricité fine

Chez ces enfants, l'intégrité du système vestibulaire peut également avoir une influence sur la motricité fine. Ceci peut s'expliquer par le fait que la motricité fine dépend d'une bonne coordination main-œil, qui elle-même dépend d'une bonne stabilisation du regard, contrôlée en partie par le réflexe vestibulo-oculaire [11].

3.8.2. Plan cognitif

Les troubles vestibulaires peuvent avoir des conséquences au niveau du développement cognitif [4]. Aujourd'hui, même si nous ignorons encore le rôle précis qu'y joue le système vestibulaire, nous savons que ce système est lié aux déficits au niveau de la mémoire ou encore au niveau des fonctions exécutives [29].

3.8.3. Plan psychosocial

À long terme, les troubles vestibulaires peuvent être à l'origine d'une détresse psychologique [6]. En effet, lorsque l'enfant grandit avec des troubles vestibulaires, cela va avoir un retentissement sur sa vie, car il risque de se sentir limité dans diverses activités quotidiennes [10].

Par exemple, les difficultés psychomotrices et d'équilibre peuvent empêcher l'enfant de participer à des activités considérées comme normales pour son âge (vélo, sauter...), ce qui risque d'entraîner un isolement social [33]. Les conséquences des troubles vestibulaires telles que les mauvais résultats scolaires peuvent aussi être à l'origine d'un isolement social ou d'une détresse psychologique [13].

Ces enfants peuvent donc rencontrer des difficultés scolaires ou sociales limitant la participation à certaines activités, créant un isolement social [29]. Lorsque ces divers facteurs s'accumulent, se présente alors le risque d'une certaine

dépersonnalisation, d'anxiété, de dépression, d'un ressenti d'une qualité de vie insatisfaisante ou encore des pensées suicidaires [20].

3.8.4. Plan émotionnel et affectif

D'autres conséquences d'un trouble vestibulaire, comme les symptômes affectifs, peuvent aussi apparaître plus tard dans la croissance, voire à l'âge adulte. En effet, les troubles vestibulaires peuvent amener les patients à éviter les situations où ils ne se sentent pas confortables, ce qui peut, avec le temps, toucher leur estime de soi ou encore engendrer de l'anxiété, de la colère ou de la frustration [11].

3.8.5. Plan des apprentissages

Les troubles vestibulaires peuvent entraîner des difficultés d'apprentissage chez les enfants. Les symptômes tels que les vertiges, le déséquilibre et les troubles de la coordination peuvent interférer avec leur capacité à se concentrer, à participer aux activités scolaires et à acquérir de nouvelles compétences [10].

Ils peuvent rencontrer des difficultés avec des performances académiques inférieures et un besoin d'adaptations ou de soutien supplémentaires en classe [15].

Les difficultés peuvent être liées à la motricité fine et se traduire par des difficultés à dessiner dans un premier temps, et par la suite des difficultés dans l'apprentissage de l'écriture et de la lecture [11]. Elles peuvent aussi se retrouver dans les différentes branches, autant dans des matières très théoriques que dans les mathématiques, par exemple, qui impliquent souvent les relations spatiales [11].

3.8.6. Interdépendance sensorielle

La déficience vestibulaire est plus néfaste chez les plus jeunes que chez les adultes à cause de l'interdépendance des différentes contributions sensorielles aux fonctions sensorielles intégrées [10].

Le développement de la psychomotricité globale et du contrôle postural sont des processus multisystémiques, parmi lesquels le système vestibulaire joue un rôle crucial. Néanmoins, il y a une certaine interdépendance sensorielle, et donc si un système est déficitaire dans le développement de la psychomotricité ou du contrôle

postural, il y a des risques que le développement des autres systèmes soit lui aussi entravé [33].

3.9. Diagnostic des troubles vestibulaires

Le diagnostic des troubles vestibulaires repose à la fois sur un examen subjectif, basé sur les signes et symptômes rapportés par le patient ou observés par le professionnel de la santé, et sur un examen clinique, c'est-à-dire une combinaison d'examens objectifs [34].

Ces derniers peuvent être effectués pour différentes raisons. Cela peut inclure la présence de signes et symptômes évocateurs ou un retard dans le développement psychomoteur de l'enfant [6]. De plus, certains patients peuvent être évalués à la suite du diagnostic d'une autre pathologie connue pour être associée à des troubles vestibulaires, tels que la surdité, les syndromes d'Usher ou de Waardenburg [16].

Ces examens vont permettre d'identifier précocement les troubles et une éventuelle pathologie afin de pouvoir commencer une rééducation ou une prise en charge adaptée le plus tôt possible, afin de minimiser l'impact sur le développement de l'enfant et d'améliorer ses fonctions sensorimotrices et son bien-être global [13].

3.9.1. L'examen subjectif

Chez le nourrisson et chez l'enfant très jeune, l'examen subjectif est limité puisque, d'après leur âge, ils ne savent pas s'exprimer ou n'arrivent pas à exprimer ce qu'ils ressentent. Avant un certain âge, cette partie de l'examen repose principalement sur les observations des parents ou des personnes qui s'occupent de l'enfant au quotidien [5]. Ils vont pouvoir aider les professionnels en expliquant ce qu'ils constatent chez ce dernier [10]. Ils peuvent également aider en le filmant, par exemple, dans des situations quotidiennes à la maison. Cela peut fournir des informations supplémentaires sur son comportement dans des environnements moins formels que celui du cabinet médical, ce qui peut aider les cliniciens à évaluer plus précisément les symptômes et les réactions de l'enfant [14]. Cependant, dans la majeure partie des cas, les parents sont très peu informés à propos de ces troubles [10]. De plus, ces symptômes peuvent aussi faire penser à un manque de coordination ou à un trouble du comportement [23]. Cela implique que parfois les cliniciens peuvent

apercevoir des retards dans le développement de l'enfant, par exemple, sans faire immédiatement le lien avec une cause vestibulaire [35].

3.9.2. L'examen clinique

L'examen vestibulaire clinique demande des équipements spécialisés et peut être difficile à réaliser en pédiatrie, car il peut être long et demande beaucoup d'attention [10]. Cependant, à mesure que les enfants grandissent, la réalisation des tests devient plus aisée et le panel de tests réalisables s'agrandit [13]. Il est à savoir qu'il n'existe pas d'examen de référence [10].

Les tests les plus couramment réalisés chez les enfants sont la chaise rotatoire, la stimulation calorique et le cVEMP [13]. Ils sont semblables à ceux qu'on réalise chez les adultes avec des adaptations dans la manière de les réaliser et dans les valeurs de normalité [16]. La réalisation est compliquée avec certains patients, car en plus de demander de la coopération et de la vigilance, les enfants peuvent avoir peur lors de la réalisation du test [11].

3.9.2.1. Le potentiel myogénique évoqué vestibulaire

Les VEMPs (Vestibular Evoked Myogenic Potential) sont des EMG (électromyographie) à stimulation acoustique forte. Ils sont de deux types à savoir les oVEMP (oculaires) et les cVEMP (cervicaux). Ces tests permettent de recueillir des informations sur la fonction des otolithes et du nerf vestibulaire inférieur [6]. Ils évaluent le réflexe vestibulo-colique [12].

Le cVEMP évalue la fonction du saccule [16]. Il est réalisable à partir du moment où l'enfant a la capacité de contrôler son cou [28]. Il peut être utilisé à visée de dépistage de trouble vestibulaire chez les nourrissons [13].

Le oVEMP évalue la fonction de l'utricule [16]. Il est fiable à partir de 3 ans, est relativement rapide et ne provoque pas de vertige [6].



Figure 10 - réalisation d'un cVEMP chez un bébé - tiré de <https://dizzy.com/video-case-study-cvemp-best-test-for-infants/>

3.9.2.2. La chaise rotatoire

La chaise rotatoire est un test permettant de stimuler les canaux semi-circulaires et les otoliths. Il perçoit des réponses même si l'enfant présente un réflexe vestibulo-oculaire assez faible [13]. Il consiste à faire tourner le patient sans point de fixation (dans le noir, avec des lunettes opaques sur les yeux) et est réalisable à partir de 2 mois [6]. Ce test est plus simple à administrer que le test calorique, car il engendre moins de vertige [22].

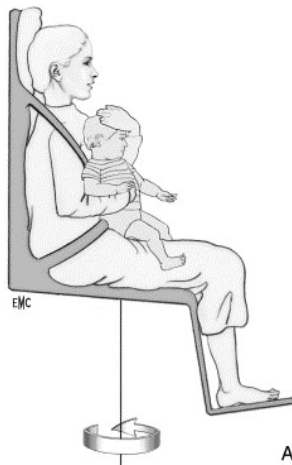


Figure 12 - position d'un bébé installé sur la chaise rotatoire - tiré de [1]



Figure 11 - position d'un enfant installé sur la chaise rotatoire - tiré de [1]

3.9.2.3. Le test calorique

Le test calorique permet d'évaluer la fonction des canaux semi-circulaires à faible fréquence. Il consiste à envoyer de l'eau (froide et/ou chaude) dans la direction des canaux semi-circulaires, ce qui est difficile à réaliser chez les plus jeunes [6]. Ce test est très sensible et permet d'identifier des troubles légers du vestibule [16]. Cependant, chez les enfants, la myélinisation des voies vestibulaire n'est pas encore

terminée, ce qui implique que les tests caloriques vestibulaires sont moins sensibles que chez les adultes [5].



Figure 13- réalisation d'un test calorique - tiré de [1]

3.9.2.4. Le video Head Impulse Test

Le vHIT (video Head Impulse Test) est une méthode utilisée pour évaluer la fonction des 6 canaux semi-circulaires. Ce test consiste à demander à l'enfant de fixer un point ou un objet alors que l'examineur va tourner rapidement sa tête dans le plan du canal testé. Le vHIT enregistre les mouvements rapides de la tête tout en mesurant les mouvements des yeux.

Chez les enfants présentant des troubles vestibulaires, il n'y aura pas de réflexe vestibulo-oculaire, ce qui se traduit par l'incapacité de tourner les yeux en direction opposée au mouvement pour garder le regard sur la cible. Cela permet aux médecins d'évaluer la réactivité du système vestibulaire de l'enfant [16].

3.10. La rééducation des troubles vestibulaires.

Les points abordés dans la section 3.7. démontrent l'impact significatif que peuvent avoir les troubles vestibulaires sur les activités quotidiennes, les performances motrices et académiques des enfants, ce qui souligne l'importance d'une prise en charge précoce et adaptée dès le diagnostic de ces troubles.

La rééducation vestibulaire a montré des résultats efficaces quant à l'amélioration de l'équilibre, du contrôle postural et des symptômes associés, mais aussi sur la qualité de vie de ces enfants [4, 9, 15, 33, 35]. Cette rééducation semble particulièrement efficace chez les enfants, car ils sont en plein développement

neuronale, le cerveau va donc s'adapter plus aisément, grâce à la plasticité cérébrale [4, 35].

La rééducation des troubles vestibulaires en pédiatrie s'inspire des approches utilisées chez les adultes [12, 15, 33], mais elle nécessite une adaptation en fonction de divers facteurs, notamment l'âge de l'enfant, sa motivation, sa capacité de récupération, et les exigences spécifiques de chaque exercice. La rééducation va aussi dépendre du type et de la nature du trouble, du degré de l'atteinte, du délai entre le diagnostic et la mise en place de la rééducation et des objectifs individuels [15, 33, 36].

Le traitement va donc dépendre, entre autres, des caractéristiques de l'atteinte. Par exemple, en cas de lésion unilatérale périphérique, l'accent sera mis sur la compensation des déficiences en se concentrant sur le vestibule intact. En revanche, en cas d'atteinte bilatérale, l'accent sera plutôt mis sur l'utilisation des manœuvres anticipatoires ainsi que sur l'exploitation des autres systèmes sensoriels disponibles, tels que le système visuel et somatosensoriel. La rééducation implique l'utilisation de repères visuels pour aider l'enfant à s'orienter dans l'espace et à ajuster ses mouvements. De plus, elle consiste également à renforcer sa capacité de réponse à ces stimuli visuels et à améliorer sa force musculaire afin de favoriser un équilibre plus stable et des mouvements plus contrôlés [15].

3.10.1. Approches de rééducation vestibulaire

Différentes approches de rééducation peuvent être utilisées comprenant notamment l'adaptation, l'habituation et la substitution [4, 12, 15, 33].

L'adaptation vise à aider le système vestibulaire à s'ajuster aux déficits ou aux changements qui se sont produits en induisant des changements neuronaux à long terme [15]. Cela implique de mettre en place des stratégies pour améliorer la stabilité du regard, diminuer les symptômes et améliorer sa capacité d'équilibre. Les exercices consistent, par exemple, à maintenir le regard fixé sur un repère visuel tout en bougeant la tête [15, 33].

L'habituation vise à réduire ou à éliminer les symptômes en exposant progressivement le patient à des stimuli vestibulaires provoquant ces symptômes. Les exercices d'habituation consistent donc en une exposition répétée et contrôlée à un stimulus spécifique [15].

La substitution vise à compenser les déficits vestibulaires en utilisant d'autres systèmes sensoriels, tels que la vision et la proprioception. Cela peut impliquer des exercices visant à renforcer ces autres systèmes sensoriels et à améliorer leur capacité à compenser les pertes vestibulaires [15]. Cette approche s'avère particulièrement efficace chez les enfants malentendants présentant une atteinte vestibulaire [15, 33].

Le programme de rééducation peut inclure des exercices visant à renforcer les réflexes vestibulo-oculaires et vestibulo-spinaux. Pour renforcer le premier réflexe, l'adaptation est généralement privilégiée, tandis que pour le second, une approche de substitution et d'habituation est souvent utilisée [4]. Des activités physiques telles que la natation ou le tennis de table stimulent également le réflexe vestibulo-oculaire [37].

3.10.2. Implication des parents

Il est important d'impliquer et d'écouter les parents afin, d'une part, que les objectifs de rééducations soient discutés et adaptés aux besoins et au mode de vie actuel et futur de l'enfant, et d'autre part pour que ces derniers aient conscience et comprennent les différents concepts mis en place [9, 38]. Il est essentiel que les exercices de rééducation soient attrayants pour l'enfant, et donc adaptés sous forme de jeux [4, 12, 15]. Hormis les exercices « classiques », la Wii est un bon outil dans ce type de traitement et peut être une bonne alternative [38].

3.11. Lien avec la surdité

La perte auditive et les troubles vestibulaires sont deux déficiences fréquemment connectées. D'un point de vue anatomique, physiologique et embryologique, l'organe de l'audition et l'organe vestibulaire présentent des similarités [8, 10]. La cochlée et les structures vestibulaires (Figure 1) ont des connexions à travers le

labyrinthe membraneux de l'oreille interne, l'endolymphe et l'apport sanguin aux différentes structures [10, 37].

Ces liens permettent de comprendre que les enfants présentant des pertes auditives peuvent avoir des troubles vestibulaires associés, et donc des troubles de l'équilibre et de la coordination [4, 39]. D'ailleurs, plusieurs étiologies de la surdité sont également des étiologies de troubles vestibulaires. Par exemple, des conditions telles que le cytomégalovirus ou le syndrome de Usher, qui sont des causes de perte auditive, sont également des causes de troubles vestibulaires [29].

La rééducation se concentre souvent sur l'amélioration des capacités visuelles, somatosensorielles et motrices de l'enfant [39]. Pour mettre en place une rééducation, il faut prendre en compte l'atteinte de l'audition et du système vestibulaire dans leur ensemble, à savoir le degré de ces troubles et l'étiologie même de la pathologie [16]. À savoir que plus le degré d'atteinte auditive est élevé, plus le risque de troubles vestibulaires associés est élevé [37].

Certains enfants bénéficient d'implants auditifs, ce qui contribue à améliorer la marche et les capacités de l'enfant dans les activités de la vie quotidienne en renforçant leur perception de l'orientation spatiale [30, 38]. Ces implants amplifient les signaux sonores, aidant à créer des repères fixes dans l'environnement et permettant aux enfants de mieux s'orienter dans l'espace, ce qui favorise leur équilibre [37]. Cependant, il est important de noter que les stimuli auditifs peuvent aussi avoir un impact négatif sur la stabilité. Par exemple, la réception d'informations auditives pendant la marche peut créer une double tâche, perturbant ainsi la capacité de marche de l'enfant [30]. De plus, l'implantation chirurgicale d'appareils auditifs peut comporter des risques de troubles vestibulaires. Ces complications peuvent inclure des fibroses au niveau du vestibule, un affaissement du saccule, une diminution du nombre de cellules ganglionnaires, et même l'apparition d'anasarques [10, 38]. Il est donc important que ces différents risques et bénéfices soient pris en considération et discutés avant l'implantation.

4. Création du livret

Les troubles vestibulaires sont des troubles qui affectent la vie de nombreux enfants, que ce soit dès la naissance, de manière congénitale ou plus tard, à la suite d'une maladie, par exemple. Ces troubles sont peu connus du grand public et la plupart des proches d'enfants atteints de troubles vestibulaires se sentent perdus au moment du diagnostic, car ils ne savent pas en quoi cela consiste ou encore comment cela va se dérouler dans un futur plus ou moins proche. La réalisation de ce livret permet donc de répondre, de façon vulgarisée, aux questions des parents. Il pourra être diffusé dans les hôpitaux, crèches, écoles, ou tout autre lieu en ayant pour objectif d'aider l'entourage de ces enfants et de permettre à ceux-ci de se développer dans un environnement adapté à leur situation. En effet, la diffusion d'un livret offre l'avantage de permettre une transmission d'informations et de diminuer une possible appréhension ou un refus dans les établissements (crèche, école...), ce qui permettra une meilleure inclusion sociale.

Le livret prend la forme d'une bande dessinée où Nathan, atteint de troubles vestibulaires et de déficience auditive, raconte son histoire depuis sa naissance. Les différents points qui y sont abordés se basent sur la revue de la littérature décrite précédemment. Ces différents points vont être réabordés ici afin de donner de plus amples explications.

4.1. Le diagnostic du trouble vestibulaire

Dans un premier temps, l'étape du diagnostic est présentée dans les grandes lignes. Cette étape peut être stressante pour les parents qui voient leur enfant passer par une multitude de tests. De plus, même si ces tests ne sont pas douloureux, ils ne sont pas toujours bien vécus par les jeunes patients, car ils sont inconfortables.

L'objectif ici n'est pas d'entrer dans les détails des tests, car il existe déjà un livret sous forme de bande dessinée reprenant les détails de chaque test, qui peut être distribué aux parents en complément du livret que nous avons réalisé.

4.2. Le développement de l'enfant

Dans la majorité des cas, les parents vont constater des différences avec la fratrie ou avec les camarades. C'est pourquoi une page concernant le développement de l'enfant a été incluse. En effet, il est possible que les enfants présentent des retards de développement, un mauvais équilibre, ainsi que des difficultés à focaliser leurs yeux en mouvement. Cela résulte en un développement du contrôle postural non optimal et des retards dans l'acquisition des compétences motrices globales, en l'absence d'autres problèmes neurologiques [9].

Comprendre le fonctionnement des troubles vestibulaires et les conséquences qui en découlent, ainsi que d'y être préparé peut rassurer les parents. De même, cela permet d'informer les proches de l'enfant afin qu'ils soient peut-être plus attentifs à ces difficultés. Effectivement, les troubles vestibulaires chez un enfant peuvent avoir des répercussions négatives sur sa vie, non seulement durant sa phase de développement, mais aussi à l'âge adulte [4]. C'est pourquoi il est important que l'entourage de ces enfants soit sensibilisé aux difficultés afin de mettre rapidement en place des stratégies pour l'aider.

4.3. La salle d'attente

Une page représente une salle d'attente avec deux enfants, un appareillé et l'autre non, afin de montrer aux parents et aux enfants que tous les enfants atteints de troubles vestibulaires ne sont pas forcément sourds, même si les deux organes sont très proches.

Cette page vise aussi à informer les parents et les enfants qu'ils seront amenés à consulter différents thérapeutes afin de bénéficier d'une prise en charge globale et optimale de cette pathologie.

Toujours dans la salle d'attente, deux autres pages mettent en scène les interactions entre parents, ainsi que leur approche de la pathologie. Les deux mamans discutent des différentes activités que leurs enfants ont pratiquées ou pratiquent dans leur vie quotidienne, sur la base des conseils de l'équipe pluridisciplinaire.

4.4. Conseiller et s'amuser

Afin de donner quelques conseils aux lecteurs du livret, une des mamans explique différentes méthodes utilisées pour compenser les retards et les symptômes affectant son fils. Toutes les activités sont présentées sous forme de jeux plutôt que d'exercices, ce qui permet à l'enfant de rester engagé et de ne pas ressentir d'ennui [4, 15]. Les conseils donnés sont à adapter en fonction des souhaits et des capacités de chaque l'enfant.

Une des recommandations consiste à encourager les enfants à suivre du regard une cuillère lorsque les parents leur donnent à manger. L'objectif est de maintenir le regard sur une cible visuelle tout en bougeant la tête, permettant ainsi à l'enfant de s'exercer à s'adapter aux mouvements rapides de la tête.

Une autre suggestion est d'encourager l'enfant à marcher pieds nus à l'intérieur de la maison. Cette pratique active son système proprioceptif en stimulant les mécanorécepteurs présents sous la plante des pieds, afin de compenser ses pertes vestibulaires en utilisant un autre système sensoriel.

Il peut également être bénéfique de varier la position de l'enfant lorsqu'il fait du toboggan (assis, couché, en arrière...). En changeant régulièrement sa position sur le toboggan, l'enfant s'adapte à différentes orientations et à différents plans.

Enfin, pour favoriser un bon maintien postural lorsqu'un enfant est assis, il est recommandé de disposer des éléments tels que des coussins pour assurer sa stabilité. Cette pratique est particulièrement importante pour les enfants souffrant de troubles vestibulaires. Une posture assise adéquate permet à l'enfant de maintenir une base stable, réduisant ainsi les sensations de déséquilibre. En outre, une bonne posture favorise la concentration et l'attention en limitant les distractions causées par des sensations inconfortables ou des mouvements involontaires. Elle contribue également au développement de la proprioception, qui consiste en la perception de la position et des mouvements du corps. Cette conscience du corps dans l'espace aide l'enfant à développer des habiletés motrices plus précises. Intégrer cet apprentissage dans la routine quotidienne, comme pendant les repas à la maison,

permet de consolider ce mécanisme. À mesure que l'enfant grandit, il pourra également appliquer ces principes, par exemple, à l'école [15].

4.5. Les progrès

En réponse, l'autre maman partage les progrès de sa fille et les activités qu'elle peut désormais accomplir, précisant que certaines lui posaient initialement problème. L'objectif est de souligner que certains enfants rencontrent d'autres difficultés et qu'en grandissant, ils peuvent trouver des moyens de les surmonter par eux-mêmes. Cela illustre également les différences entre chaque enfant et que les difficultés ne sont pas les mêmes pour tous, malgré la pathologie commune. Trois difficultés que peuvent rencontrer ces enfants sont reprises ci-dessous.

Les enfants atteints de troubles vestibulaires peuvent rencontrer des difficultés à suivre une ligne droite lors de la lecture et de l'écriture. Cela est en partie lié à l'impact du réflexe vestibulo-oculaire sur leur développement, ainsi qu'aux problèmes de coordination, d'instabilité posturale et de concentration associées à leur condition. De plus, les problèmes de perception visuelle et spatiale peuvent également compliquer cette tâche. Toutefois, il est important de noter que les enfants peuvent souvent compenser ces difficultés avec le temps, en développant des stratégies adaptatives.

Comme expliqué au point 4.4., les enfants peuvent également rencontrer des difficultés lors des changements de plan et des mouvements de tête rapides en raison de leurs troubles vestibulaires. Cependant, ils peuvent souvent compenser et participer à des activités telles que le jeu populaire des louveteaux. Ce jeu consiste à se mettre à quatre pattes, passer en dessous d'un camarade, et ensuite se lever pour rapidement aller chercher un foulard au centre du cercle. En plus de la coordination des mouvements et des changements de plan, ce jeu demande également de maintenir un repère visuel (le foulard) tout en bougeant rapidement la tête. Cela démontre la capacité des enfants à développer des stratégies adaptatives.

Le dernier point abordé sur cette page du livret est que les progressions se font progressivement. En effet, les enfants atteints de troubles vestibulaires peuvent également rencontrer des difficultés à apprendre à faire du vélo. Pour eux, maintenir

le guidon droit et gérer les changements d'orientation peut s'avérer difficile. Cependant, avec le temps et la pratique, ces enfants peuvent progresser et acquérir les compétences nécessaires pour maîtriser cette activité. Cela souligne l'importance de la patience et de la persévérance dans le développement des compétences des enfants atteints de troubles vestibulaires.

4.6. La victoire de « fin » de parcours

Pour conclure, une page axée sur la positivité a été ajoutée. Il est important de noter que plus le trouble vestibulaire se manifeste tôt dans la vie de l'enfant, plus il peut entraîner des difficultés aux conséquences multiples, tant au niveau des capacités motrices que de l'apprentissage de la lecture, par exemple [12]. Par conséquent, il est utile de rassurer les parents et les enfants en leur expliquant, tout en restant réaliste, que les enfants ont une plus grande capacité à s'adapter et à compenser leurs déficits que les adultes, étant donné qu'ils sont encore en croissance [5].

4.7. À l'attention des parents

La dernière partie du livret consiste en deux pages plus théoriques pour permettre une meilleure compréhension de la pathologie. Ces pages permettent notamment de comprendre plus en détail certains domaines qui peuvent être affectés par le trouble et les retards que cela peut engendrer. Elles ont aussi pour objectif de rassurer les parents en leur faisant comprendre que même s'il s'agit d'une pathologie complexe, un cas n'est pas l'autre et que les symptômes, les difficultés et l'évolution d'un enfant lui sont propres et qu'il ne faut pas comparer avec un autre enfant [4].

5. Conclusion

À travers ce travail, il a été constaté que les conséquences des troubles vestibulaires sur le développement de l'enfant sont variées. Ces conséquences peuvent impacter les performances et la qualité de vie de l'enfant et se font, d'ailleurs, sur plusieurs plans.

Toutes les informations recueillies ont permis de créer un livret dans le but d'expliquer aux parents, aux enfants, ainsi qu'à toute personne impliquée dans la vie d'un enfant atteint de troubles vestibulaires, ce qu'est un trouble vestibulaire, ses symptômes, et de proposer différents conseils et exercices pour aider au traitement de l'enfant.

Le but de ce livret est de sensibiliser aux troubles vestibulaires à travers une bande dessinée. En élaborant ce livret, l'objectif était de démontrer que les manifestations des troubles varient d'un enfant à l'autre. Par exemple, un enfant sourd sans aide auditive rencontrera des difficultés différentes de celles d'un enfant équipé d'une aide. De même, deux enfants souffrant des mêmes troubles peuvent avoir des difficultés différentes. Ce livret propose diverses activités, dont certaines sous forme de jeux adaptés à la vie quotidienne de l'enfant. Il offre également des conseils pratiques, notamment sur la poursuite oculaire, les changements de plans et la marche pieds nus, qui sont présentés à travers des illustrations et des recommandations.

Il serait intéressant de réaliser une étude de satisfaction sur le livret afin d'identifier les aspects à améliorer. Cette démarche permettrait d'ajouter les informations supplémentaires souhaitées ou de réviser certaines parties pour les améliorer. Il est également envisageable qu'à l'avenir, des méthodes de diagnostic ou de traitement soient mises à jour, rendant nécessaire une révision du livret.

Aujourd'hui, un nombre croissant de personnes utilisent Internet pour s'informer. Le livret pourrait ainsi être numérisé afin de permettre un accès plus aisé à son contenu. S'il existe déjà des sites Internet qui parlent des troubles vestibulaires, de leurs conséquences et des différents exercices que l'on peut mettre en place, il

convient cependant d'être attentif et prudent quant à l'exactitude des informations contenues sur ces sites.

6. Annexes

Annexe 1: Livret « Le monde en (dés)équilibre – les défis vestibulaires de Nathan ». Le livret se trouve à la fin de ce document, après la bibliographie, pour des raisons de mise en page et d’affichage.

Bibliographie

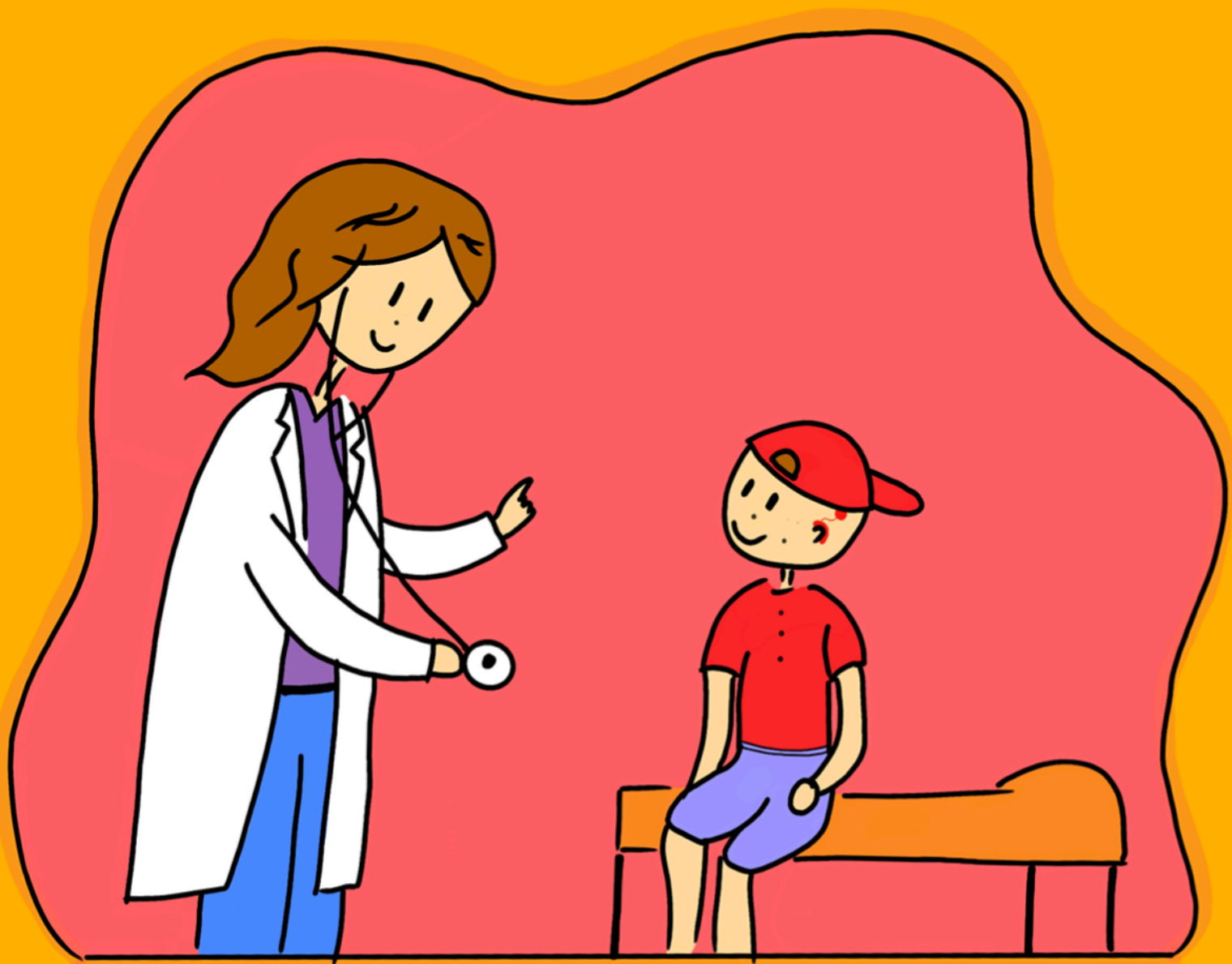
1. Wiener-Vacher, S., *Vertiges de l'enfant*. EMC - Oto-rhino-laryngologie, 2005. **2**(2): p. 230-248.
2. Khan, S. and R. Chang, *Anatomy of the vestibular system: a review*. NeuroRehabilitation, 2013. **32**(3): p. 437-43.
3. Day, B.L. and R.C. Fitzpatrick, *The vestibular system*. Curr Biol, 2005. **15**(15): p. R583-6.
4. Sabir, O.A., et al., *Effects of vestibular rehabilitation exercises on children with hearing loss, cerebral palsy, and attention deficit hyperactivity disorder: A systematic review*. Current Pediatric Research, 2022. **26**(4): p. 1322-1330.
5. Dispenza, F. and A. De Stefano, *Vertigo in childhood: a methodological approach*. Bratisl Lek Listy, 2012. **113**(4): p. 256-9.
6. Kelly, E.A., K.L. Janky, and J.N. Patterson, *The Dizzy Child*. Otolaryngol Clin North Am, 2021. **54**(5): p. 973-987.
7. Wiener-Vacher, S.R., J. Quarez, and A.L. Priol, *Epidemiology of Vestibular Impairments in a Pediatric Population*. Semin Hear, 2018. **39**(3): p. 229-242.
8. Singh, A., et al., *Vestibular Dysfunction and Gross Motor Milestone Acquisition in Children With Hearing Loss: A Systematic Review*. Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States), 2021. **165**(4): p. 493-506.
9. Christy, J.B., *Considerations for Testing and Treating Children with Central Vestibular Impairments*. Semin Hear, 2018. **39**(3): p. 321-333.
10. Saniasiaya, J., M.A. Islam, and R. Salim, *The global prevalence of vestibular dysfunction in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis*. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 2023. **280**(6): p. 2663-2674.
11. Van Hecke, R., et al., *Vestibular Function in Children with Neurodevelopmental Disorders: A Systematic Review*. Journal of Autism and Developmental Disorders, 2019. **49**(8): p. 3328-3350.
12. Rine, R.M. and S. Wiener-Vacher, *Evaluation and treatment of vestibular dysfunction in children*. NeuroRehabilitation, 2013. **32**(3): p. 507-18.
13. Duarte, D.S.B., A.M.D.L. Cabral, and D.B.L.D.A. Britto, *Vestibular assessment in children aged zero to twelve years: an integrative review*. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, 2022. **88**: p. S212-S224.
14. Fancello, V., et al., *Vertigo and dizziness in children: An update*. Children, 2021. **8**(11).
15. Rine, R.M., *Vestibular Rehabilitation for Children*. Semin Hear, 2018. **39**(3): p. 334-344.
16. Lima, A.F., et al., *[Vestibular Disorders in the Pediatric Age: Retrospective Analysis and Review of the Literature]*. Acta Med Port, 2021. **34**(6): p. 428-434.
17. Nandi, R. and L.M. Luxon, *Development and assessment of the vestibular system*. Int J Audiol, 2008. **47**(9): p. 566-77.

18. Davitt, M., M.T. Delvecchio, and S.C. Aronoff, *The differential diagnosis of vertigo in children: A systematic review of 2726 cases*. Pediatric Emergency Care, 2020. **36**(8): p. 368-371.
19. Zhang, J., et al., *Etiological classification and management of dizziness in children: A systematic review and meta-analysis*. Front Neurol, 2023. **14**: p. 1125488.
20. Saniasiaya, J. and P. Narayanan, *Vestibular dysfunction amongst adolescents: what do we know? A review*. J Laryngol Otol, 2023. **137**(1): p. 2-6.
21. Saniasiaya, J. and R. Salim, *Characteristics and diagnostic approach of vestibular migraine in children and adolescents: A systematic review*. Auris Nasus Larynx, 2023. **50**(2): p. 218-227.
22. Jahn, K., et al., *Vertigo and dizziness in childhood - update on diagnosis and treatment*. Neuropediatrics, 2011. **42**(4): p. 129-34.
23. Ralli, G., F. Atturo, and C. de Filippis, *Idiopathic benign paroxysmal vertigo in children, a migraine precursor*. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2009. **73 Suppl 1**: p. S16-8.
24. Galluzzi, F. and W. Garavello, *Benign Paroxysmal Positional Vertigo in Children: A Narrative Review*. J Int Adv Otol, 2022. **18**(2): p. 177-182.
25. Gioacchini, F.M., et al., *Prevalence and diagnosis of vestibular disorders in children: A review*. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 2014. **78**(5): p. 718-724.
26. Langhagen, T., et al., *Vestibular Migraine in Children and Adolescents*. Curr Pain Headache Rep, 2016. **20**(12): p. 67.
27. Worden, B.F. and N.H. Blevins, *Pediatric vestibulopathy and pseudovestibulopathy: differential diagnosis and management*. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2007. **15**(5): p. 304-9.
28. Cushing, S.L. and B.C. Papsin, *Special Considerations for the Pediatric Patient*. Adv Otorhinolaryngol, 2019. **82**: p. 134-142.
29. Hazen, M. and S.L. Cushing, *Vestibular Evaluation and Management of Children with Sensorineural Hearing Loss*. Otolaryngol Clin North Am, 2021. **54**(6): p. 1241-1251.
30. Wolter, N.E., et al., *Impact of the sensory environment on balance in children with bilateral cochleovestibular loss*. Hear Res, 2021. **400**: p. 108134.
31. Fowler, K.B. and S.B. Boppana, *Congenital cytomegalovirus infection*. Seminars in Perinatology, 2018. **42**(3): p. 149-154.
32. Teissier, N., et al., *Conséquences audiovestibulaires de l'infection congénitale à cytomégalo-virus*. Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale, 2016. **133**(6): p. 377-382.
33. Ebrahimi, A.A., et al., *The Effect of Vestibular Rehabilitation Therapy Program on Sensory Organization of Deaf Children With Bilateral Vestibular Dysfunction*. Acta Med Iran, 2017. **55**(11): p. 683-689.
34. Angeli, S., *Value of vestibular testing in young children with sensorineural hearing loss*. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2003. **129**(4): p. 478-82.
35. Singh, A., et al., *A Systematic Review on the Association Between Vestibular Dysfunction and Balance Performance in Children With Hearing Loss*. Ear Hear, 2022. **43**(3): p. 712-721.

36. Kontos, A.P., et al., *A Randomized Controlled Trial of Precision Vestibular Rehabilitation in Adolescents following Concussion: Preliminary Findings*. Journal of Pediatrics, 2021. **239**: p. 193-199.
37. Melo, R.S., et al., *Does the practice of sports or recreational activities improve the balance and gait of children and adolescents with sensorineural hearing loss? A systematic review*. Gait and Posture, 2020. **77**: p. 144-155.
38. Melo, R.S., et al., *Use of Virtual Reality-Based Games to Improve Balance and Gait of Children and Adolescents with Sensorineural Hearing Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Sensors (Basel, Switzerland), 2023. **23**(14).
39. Rajendran, V., F.G. Roy, and D. Jeevanantham, *Effect of exercise intervention on vestibular related impairments in hearing-impaired children*. Alexandria Journal of Medicine, 2013. **49**(1): p. 7-12.

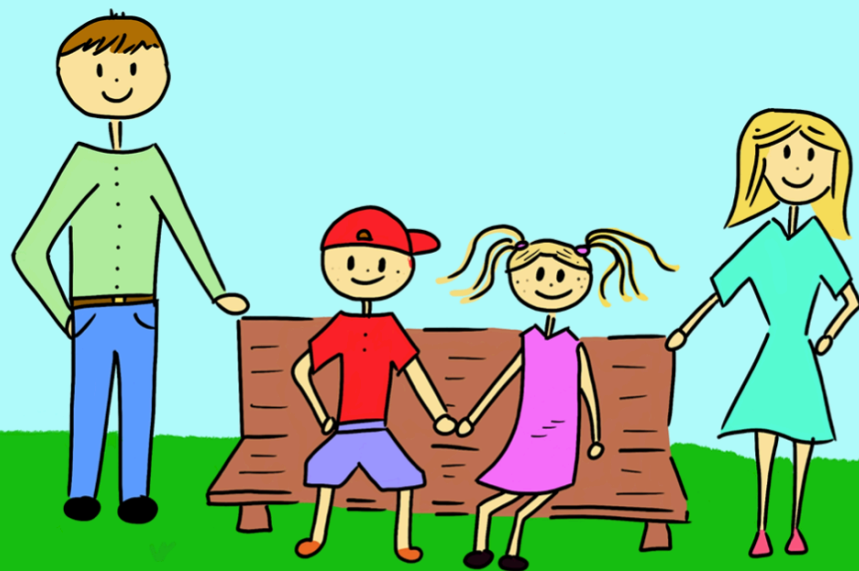
Le monde en (dés)équilibre

Les défis vestibulaires de Nathan



Bonjour, je suis Nathan, et voici ma famille : mon papa, ma maman et ma sœur.
Dans notre famille, le sourire est toujours au rendez-vous.

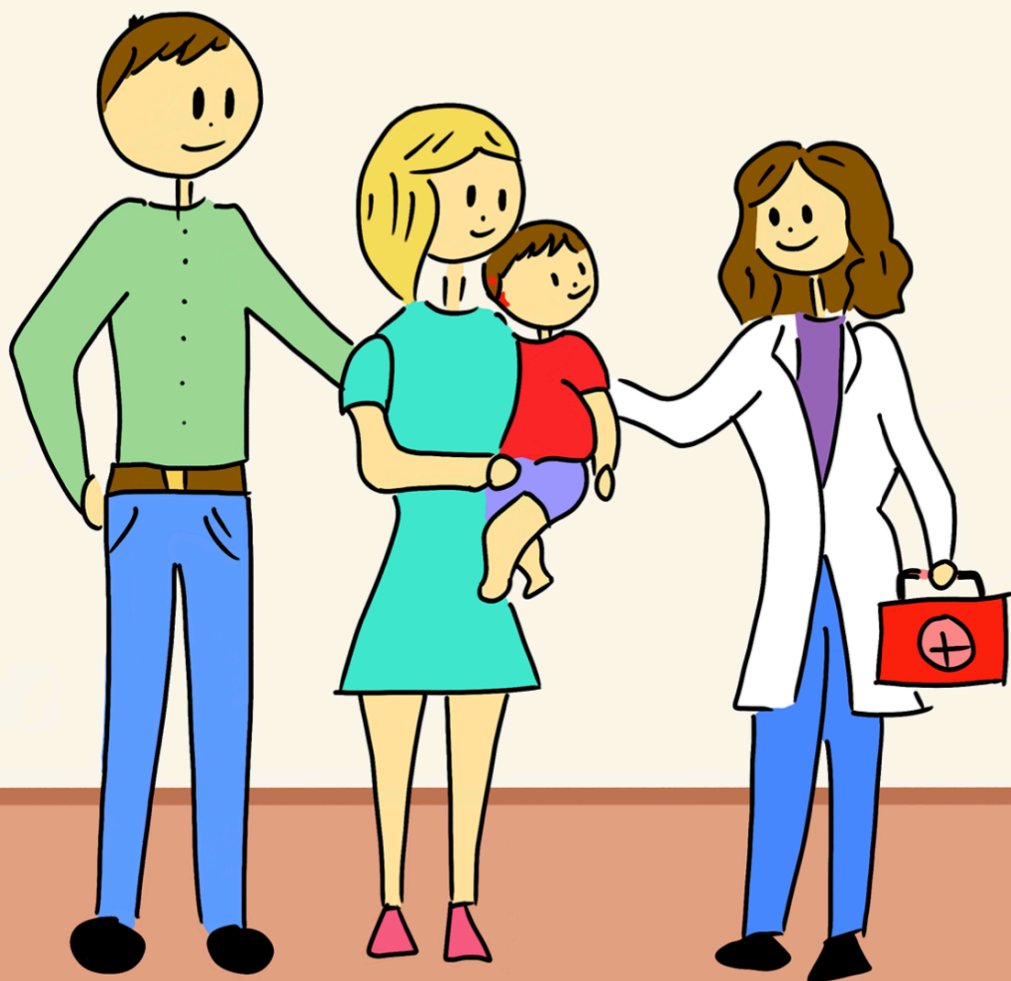
Aujourd'hui, j'aimerais te parler des troubles vestibulaires, ces petites choses qui peuvent perturber notre équilibre et notre coordination. Et même si ça peut parfois passer inaperçu, ces troubles ont influencé mon quotidien et celui de ma famille.



Ces troubles, si petits paraissent-ils, peuvent avoir plus d'effets que ce que l'on pourrait croire. Ils influencent, par exemple, la façon de marcher, courir, jouer, danser... Mais rassure-toi, ce n'est pas pour autant que je ne m'amuse plus au parc !

Laisse-moi te partager mes aventures à travers ce livret. Prépare-toi à plonger dans un univers où chacun de mes petits pas est une victoire. C'est parti !





Revenons quelques années plus tôt, lors de ma naissance. À la clinique, des tests de dépistage auditif ont été réalisés, comme chez tous les bébés, et ils se sont rendu compte qu'il y avait un petit problème au niveau de mon audition. J'ai été adressé à une équipe spécialisée. J'en ai vu des docteurs, des logopèdes, des audiolgues... C'est grâce à eux que je porte des appareils auditifs et que j'entends tout ce qu'il se passe autour de moi.

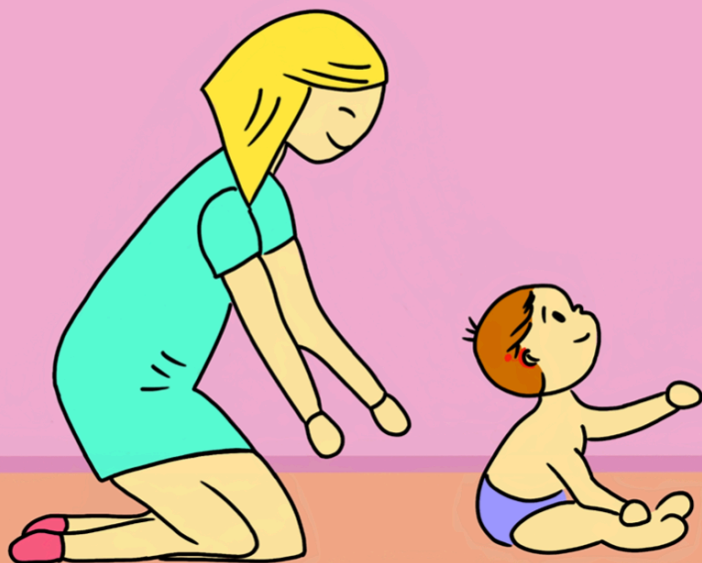
Au même moment, les médecins nous ont expliqué que comme l'organe de l'audition est très proche de l'organe vestibulaire, lorsque l'on est atteint d'une déficience auditive, il y a un risque plus grand d'avoir un fonctionnement vestibulaire anormal. Il fallait donc encore faire quelques examens pour vérifier si je n'avais pas un problème vestibulaire lié à ma surdité. On m'a encore fait plusieurs tests, durant lesquels j'étais toujours accompagné de papa ou de maman. Ils étaient tous très gentils avec moi et me disaient toujours que j'étais très courageux.

Quelques semaines plus tard, on est retourné voir les médecins qui nous ont expliqué que j'avais à la fois une atteinte de l'organe de l'audition, mais aussi de l'organe vestibulaire. C'était un petit peu l'inconnu pour nous, nous n'avions jamais entendu parlé de ça auparavant.

Alors que je grandissais de jour en jour, mon papa et ma maman ont remarqué des signes particuliers qu'ils n'avaient pas constaté chez ma sœur. Les médecins les avaient avertis et ils savaient donc que c'était lié à ces troubles vestibulaires, ils n'étaient pas trop inquiets.

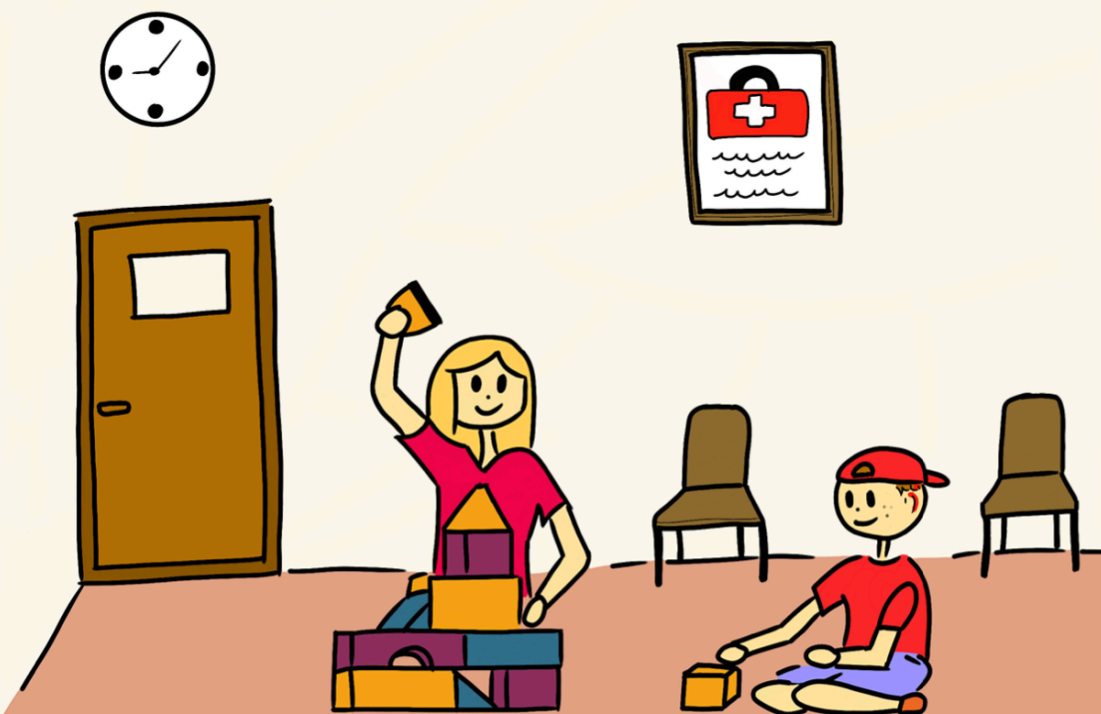
Ils leur avaient expliqués que certains enfants avaient des retards moteur et / ou d'apprentissage en lien avec des troubles vestibulaires. Ils leur ont aussi expliqué que ça n'est pas une généralité et que pour chaque enfant les troubles pouvaient être plus ou moins importants.

Chez moi, un des premiers troubles a été la difficulté à maintenir ma tête droite. Au fur et à mesure, les petits signes se sont intensifiés et mes premiers essais de mouvement me demandaient un effort supplémentaire. Par exemple, j'avais des difficultés pour rouler sur le côté, m'asseoir ou encore, par la suite, pour me mettre debout et marcher. De manière générale, mes problèmes d'équilibre affectaient mon développement.



Depuis mon diagnostic, je retourne souvent à l'hôpital. J'y vois beaucoup de monde comme les médecins, les logopèdes, les kinésithérapeutes ou encore les psychologues. On fait plein d'exercices, et des jeux aussi ! C'est vraiment chouette et ça me permet de grandir comme tous mes copains de l'école.

Quand je vais à l'hôpital, je revois mes amis avec qui je joue dans la salle d'attente. On a tous des troubles vestibulaires, mais certains ont des appareils autour de leurs oreilles, comme moi, alors que d'autres, comme Juliette, n'ont rien du tout, ça dépend.



Lors de nos visites à l'hôpital, les rendez-vous avec différents thérapeutes prennent souvent beaucoup de temps. Ma maman en profite habituellement pour échanger avec d'autres parents dans la salle d'attente. Aujourd'hui, elle a eu une longue discussion avec Sophie, la maman de ma copine Juliette, sur les problèmes associés aux troubles vestibulaires et sur les méthodes qui nous ont aidés.

Elle a partagé avec Sophie les nombreuses explications et conseils que nous avons reçus des kinésithérapeutes. Par exemple, elles ont parlé du fait que les enfants souffrant de troubles vestibulaires peuvent avoir des difficultés à se représenter leur corps dans l'espace. Pour remédier à cela, maman lui a dit qu'ils m'ont habitué à marcher pieds nus à l'intérieur pour ressentir différentes surfaces et textures, ce qui aide à prendre conscience de la position et du mouvement des pieds. Elle lui a aussi partagé que nous faisons des activités ludiques comme jouer avec de la pâte à modeler, ce qui permet d'améliorer la perception des mains et des doigts.

Elles ont également abordé les défis liés aux changements d'orientation dans l'espace. Ma maman a expliqué à Sophie que nous faisons beaucoup d'exercices pour développer cela comme, par exemple, varier les positions sur le toboggan. Parfois, je le fais même les yeux fermés, car supprimer temporairement la vision renforce la dépendance aux informations vestibulaires pour maintenir l'équilibre et l'orientation spatiale.

Elles ont aussi parlé d'une autre difficulté courante qui concerne la capacité à maintenir un repère visuel et à le suivre lors des mouvements de la tête ou du corps. Elle lui a expliqué que pour travailler cet aspect, lors des repas, ils encourageaient le suivi visuel de la cuillère en mouvement tout en bougeant la tête, puis, lorsque j'ai grandi, ils ont inventé un jeu consistant à regarder un jouet éloigné tout en marchant.

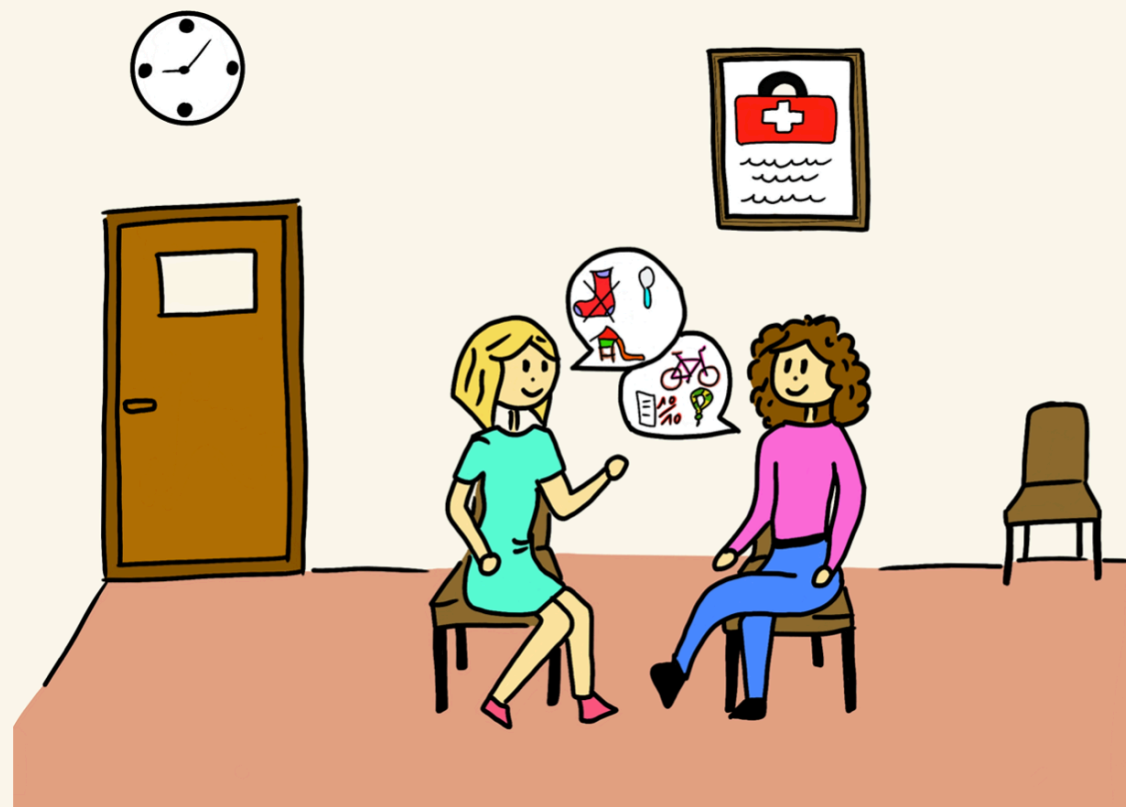
Enfin, elles ont discuté de l'importance du maintien postural pour les enfants avec des troubles vestibulaires. Ma maman a expliqué que nous avons progressivement travaillé sur le maintien de la posture assise, en commençant par l'utilisation de coussins pour le soutien, puis en m'encourageant à me placer correctement au fond du siège avec le dos contre le dossier, et enfin en s'exerçant à maintenir une posture alignée sur un tabouret sans dossier. Ces exercices ont été intégrés dans notre quotidien, notamment pendant les repas et à l'école.

Sophie lui a expliqué que Juliette n'avait pas eu les mêmes difficultés que moi, mais qu'elle progresse énormément ces derniers temps.

Par exemple, elle a plus de difficultés à l'école. Pour l'aider, ses parents l'encouragent à lire souvent à voix haute en suivant les phrases avec son index. Ça se passe de mieux en mieux et, cette semaine, Juliette a eu son premier 10/10 en dictée alors qu'avant c'était son point faible, car elle n'arrivait pas à rester sur la même ligne quand elle écrivait.

Concernant les changements de position, Sophie a expliqué à maman qu'elle a récemment su jouer sans problème à un jeu aux louveteaux où il faut se mettre à 4 pattes, passer en dessous d'autres louveteaux, et ensuite se mettre debout pour rapidement aller chercher un foulard au centre du cercle.

Sophie était aussi super contente, car elles font des sorties à vélo de plus en plus longues alors qu'au départ Juliette avait difficile à maintenir le guidon droit et à gérer les changements d'orientation dans l'espace. Aujourd'hui elles sont venues à vélo et Juliette n'a rencontré aucun problème.



Maintenant, je suis grand et je vais très bien ! J'ai rencontré des difficultés lorsque j'étais plus jeune et j'en rencontre toujours de temps en temps, mais j'ai appris à m'adapter dans beaucoup de situations. Ça n'a pas toujours été facile, j'ai eu beaucoup de rendez-vous médicaux, mais finalement tout ça m'a fait grandir et devenir celui que je suis aujourd'hui ! J'y suis arrivé grâce à mon courage ainsi qu'au soutien et à l'encouragement de mes parents, de ma famille, de mes amis et de tous les professionnels qui m'ont accompagné jusqu'ici.

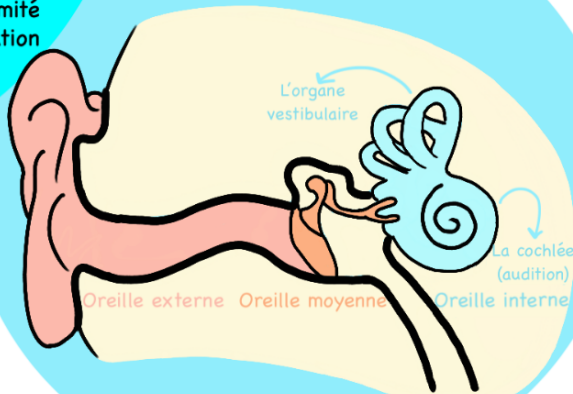
Je suis sûr que toi aussi tu y arriveras, et rappelle-toi que chacun de tes petits pas est une victoire. Sois fier de toi !



À toi de tracer ton propre chemin et de devenir le héros que tu mérites d'être !

... Le système vestibulaire en bref

Le système vestibulaire est un ensemble d'éléments sensoriels situés dans l'oreille interne. Ces structures détectent les mouvements de la tête et de la position du corps, ce qui aide à maintenir l'équilibre, à stabiliser le regard et à percevoir la position dans l'espace. C'est un système silencieux qui est actif en permanence, il peut être comparé à un « sixième sens ». De plus, il est étroitement lié à l'organe de l'audition, car ils partagent la même cavité dans l'oreille interne et sont interconnectés. Cette proximité anatomique permet, entre autres, une coordination étroite entre l'audition et l'équilibre.



... Les objectifs de prise en charge

L'objectif de l'équipe multidisciplinaire est de collaborer entre différents professionnels de la santé, ainsi qu'avec l'enfant et ses parents, afin de concevoir un traitement adapté à son diagnostic et à ses besoins spécifiques. En ce qui concerne la kinésithérapie, l'enfant bénéficiera d'un suivi régulier axé sur le travail des composantes motrices et oculaires à travers des activités ludiques visant à encourager sa participation. Étant donné que chaque enfant est unique, les objectifs de traitement seront adaptés en fonction de ses besoins individuels.

... Les causes potentielles

Il existe plusieurs causes des troubles vestibulaires telles que l'otite de l'oreille moyenne, les traumatismes ou encore les causes génétiques ou virales. Toutefois, une cause spécifique ne permet pas de prédire l'importance des symptômes.

... Les difficultés que peut rencontrer l'enfant

Si l'enfant présente des troubles vestibulaires, il peut présenter des difficultés tant sur le plan moteur, que psychosocial, émotionnel, affectif, comportemental ou encore cognitif. Les difficultés, les signes, les symptômes et l'ampleur de l'impact sur le développement diffèrent d'un enfant à l'autre.

... Le moment du diagnostic

Lorsqu'il y a une suspicion de troubles vestibulaires, différents examens, désagréables mais non douloureux, vont être effectués. Ils permettent de quantifier le degré de l'atteinte et de déterminer si elle affecte un seul ou les deux côtés.

... Les signes des troubles vestibulaires

Chez les bébés, on peut observer un retard dans les étapes motrices et de développement, comme l'assise, le fait de se tenir debout et de marcher. Ils peuvent également montrer une préférence pour être portés, tomber fréquemment et refuser de rester en position debout. Chez les jeunes enfants, les symptômes fréquents incluent des chutes répétées, de la maladresse, du déséquilibre et de l'instabilité. On peut observer des difficultés de coordination lors de la marche, un retard dans le développement moteur, une instabilité du regard et des problèmes de contrôle postural. Ces enfants peuvent éviter certaines activités comme les balançoires et avoir peur du noir. Ils peuvent globalement avoir des difficultés à acquérir des compétences motrices et se plaindre de vertige.

Si vous avez des incompréhensions ou des questions supplémentaires n'hésitez pas à contacter votre kinésithérapeute ou l'équipe qui prend en charge votre enfant.

... Optimiser sa façon d'aborder les activités de la vie quotidienne

Les exercices sont à mettre en place dans les activités de la vie de tous les jours, d'une part pour stimuler l'enfant et, d'autre part pour travailler :

- l'adaptation : ajustement aux circonstances,
 - l'habituatation : familiarisation à une stimulation répétée,
 - la substitution : remplacement d'une fonction par une autre.
- Ces trois domaines travaillent ensemble et vont permettre à l'enfant de compenser son atteinte.

Pour mieux comprendre...

Résumé

Introduction : Le système vestibulaire, un réseau complexe de plusieurs structures, joue un rôle essentiel dans des fonctions telles que l'équilibre, la perception spatiale et la stabilisation du regard. Il est si important dans notre vie quotidienne qu'on le compare souvent à un sixième sens. Cependant, lors du diagnostic chez leur enfant, beaucoup de parents ne s'y connaissent que très peu. C'est pourquoi nous avons créé un livret destiné aux parents et aux accompagnants d'enfants atteints de troubles vestibulaires.

Méthode : La recherche d'articles a été réalisée sur les bases de données Embase et PubMed. Les critères de PICO ont été utilisés pour sélectionner les articles les plus pertinents. Des critères d'inclusion et d'exclusion nous ont permis de sélectionner un total de 39 articles.

Résultats : Pour valider les différentes informations présentées dans le livret, nous avons sélectionné les domaines les plus importants liés aux troubles vestibulaires. Ceux-ci incluent les conséquences sur le développement de l'enfant, les diverses causes de cette pathologie, les symptômes et signes associés, ainsi que les différentes méthodes de traitement de l'atteinte vestibulaire.

Conclusion : Chaque enfant est différent et les symptômes, les difficultés et autres associés à sa pathologie le sont également. Le livret offre aux parents ainsi qu'à toute personne impliquée dans le développement de l'enfant, une ressource pour aborder au mieux la prise en charge.