

# Table des matières

|          |                                                                                  |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction .....</b>                                                        | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Cadre théorique .....</b>                                                     | <b>2</b>  |
| 2.1      | Anatomie et physiologie du système auditif .....                                 | 2         |
| 2.1.1    | Description de l'oreille.....                                                    | 2         |
| 2.2      | Mécanisme de l'audition.....                                                     | 2         |
| 2.3      | Anatomie et physiologie du système vestibulaire .....                            | 3         |
| 2.4      | Déficiences auditives .....                                                      | 4         |
| 2.4.1    | Différentes causes de la surdité .....                                           | 4         |
| 2.4.2    | Types de déficiences .....                                                       | 5         |
| 2.5      | Surdité et déficiences vestibulaires .....                                       | 5         |
| 2.6      | Le développement moteur.....                                                     | 6         |
| 2.6.1    | Le développement moteur de l'enfant.....                                         | 6         |
| 2.6.2    | Effet des déficiences vestibulaires sur le développement moteur de l'enfant..... | 8         |
| 2.7      | Outils de mesure du développement moteur de l'enfant .....                       | 8         |
| 2.7.1    | The Pediatric Balance Scale (PBS).....                                           | 8         |
| 2.7.2    | SMART Balance Master.....                                                        | 8         |
| 2.7.3    | Test of Gross Motor Development (TGMD).....                                      | 8         |
| 2.7.4    | The Peabody Developmental Gross Motor Scales (PDMS-GM).....                      | 9         |
| 2.7.5    | La plate-forme de force.....                                                     | 9         |
| 2.7.6    | The One Leg Standing (OLST) .....                                                | 9         |
| 2.7.7    | Postural Sway meter (PS).....                                                    | 10        |
| 2.7.8    | Pediatric Reach Test (PRT) .....                                                 | 10        |
| 2.7.9    | Fauteuil rotatoire .....                                                         | 10        |
| 2.8      | Traitements du retard de développement moteur.....                               | 10        |
| <b>3</b> | <b>Synthèse.....</b>                                                             | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>Méthode .....</b>                                                             | <b>12</b> |
| 4.1      | Généralités.....                                                                 | 12        |
| 4.2      | PICO.....                                                                        | 12        |
| 4.2.1    | Population.....                                                                  | 12        |
| 4.2.2    | Intervention.....                                                                | 12        |
| 4.2.3    | Comparaison .....                                                                | 12        |
| 4.2.4    | Outcomes.....                                                                    | 12        |
| 4.3      | Stratégie de recherche .....                                                     | 13        |
| 4.3.1    | Equations de recherche pour les différentes bases de données.....                | 13        |
| 4.3.2    | Synthèse des différentes recherches.....                                         | 14        |
| 4.4      | Démarche de sélection des articles .....                                         | 14        |
| 4.4.1    | Critères de sélection.....                                                       | 14        |
| 4.4.2    | Evaluation de la qualité des articles.....                                       | 16        |
| 4.5      | Extractions des données.....                                                     | 17        |
| <b>5</b> | <b>Résultats .....</b>                                                           | <b>19</b> |
| 5.1      | Qualité méthodologique des articles .....                                        | 19        |
| 5.2      | Présentation des articles.....                                                   | 19        |
| 5.3      | Outcomes.....                                                                    | 22        |
| 5.3.1    | Compétence motrice .....                                                         | 22        |
| 5.3.2    | L'équilibre .....                                                                | 23        |
| 5.3.3    | Le contrôle postural .....                                                       | 24        |
| <b>6</b> | <b>Discussion .....</b>                                                          | <b>26</b> |
| 6.1      | Population.....                                                                  | 26        |

|            |                                                              |           |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.1.1      | Genre des populations.....                                   | 26        |
| 6.1.2      | Age des populations.....                                     | 26        |
| 6.1.3      | Critères d'inclusion et d'exclusion des études retenues..... | 26        |
| <b>6.2</b> | <b>Intervention .....</b>                                    | <b>27</b> |
| <b>6.3</b> | <b>Outcomes et outils de mesure .....</b>                    | <b>28</b> |
| 6.3.1      | La compétence motrice.....                                   | 29        |
| 6.3.2      | L'équilibre .....                                            | 29        |
| 6.3.3      | Le contrôle postural .....                                   | 29        |
| 6.3.4      | Evaluateurs.....                                             | 29        |
| <b>6.4</b> | <b>Comparaison des résultats .....</b>                       | <b>29</b> |
| 6.4.1      | Outcomes supplémentaires .....                               | 31        |
| <b>6.5</b> | <b>Comparaison des résultats à la littérature .....</b>      | <b>31</b> |
| <b>6.6</b> | <b>Limites de notre revue .....</b>                          | <b>32</b> |
| <b>6.7</b> | <b>Pistes de recherche.....</b>                              | <b>33</b> |
| <b>6.8</b> | <b>Implications cliniques .....</b>                          | <b>34</b> |
| <b>7</b>   | <b>Conclusion.....</b>                                       | <b>35</b> |
| <b>8</b>   | <b>Liste de références .....</b>                             | <b>36</b> |
| <b>9</b>   | <b>Bibliographie .....</b>                                   | <b>39</b> |
| <b>10</b>  | <b>Annexes .....</b>                                         | <b>41</b> |

# 1 Introduction

En 2011, la prévalence de la surdité chez les enfants était de 1 à 6 pour 1000 (Rajendran et Roy, 2011). 800 millions d'entre eux avait une surdité inférieure à 50 dB (Rajendran et Roy, 2011). De ce nombre, certains développent un retard de développement moteur qui peut devenir vite handicapant. Pour la surdité provenant d'une origine neurosensorielle, 20 à 85 % des enfants acquièrent un retard de développement moteur comparé à des enfants normo-entendants (Maes, De Kegel, Van Waelvelde et Dhooge, 2014). La plupart des pertes auditives neurosensorielles sont idiopathiques et ont une prévalence deux fois plus élevée dans les pays développés (Rajendran et Roy, 2011).

De plus, The American Speech-Language-Hearing Association reporte que 3% des nouveaux nés naissent avec une déficience auditive neurosensorielle, et que ce nombre augmente pour atteindre les 6% en grandissant. Des déficits du système vestibulaire se retrouvent chez environ 70% de ces enfants, dont, pour 20 à 40% d'entre eux, il y aurait une atteinte vestibulaire bilatérale sévère. En effet, Effgen (1981) affirme que 50% des enfants sourds ont une problématique vestibulaire associée.

Ainsi, les déficiences vestibulaires entraînent des déficits d'équilibre et un retard de développement moteur (Maes et al. 2014). D'ailleurs, Rajendran et Roy (2011) émettent comme hypothèse que le déficit vestibulaire est la première cause de retard de développement moteur pour cette population.

Malgré ces observations, il n'existe toujours pas de dépistage automatique des déficits de développement moteur pour cette population. De plus, l'efficacité du traitement mis en place pour de tels déficits reste largement inconnue.

Ainsi, pour ce travail, nous avons choisi de questionner l'efficacité de la rééducation vestibulaire sur la population des enfants présentant une surdité neurosensorielle et un déficit vestibulaire.



## 2 Cadre théorique

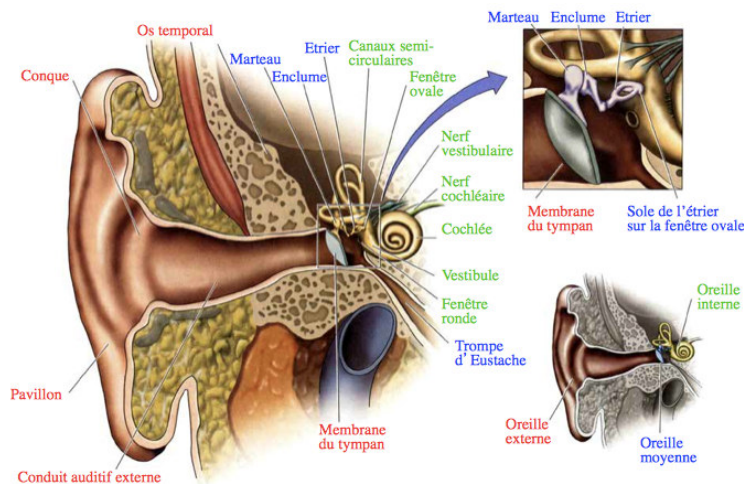
### 2.1 Anatomie et physiologie du système auditif

#### 2.1.1 Description de l'oreille

L'oreille est déclinée en 3 parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. L'oreille externe est composée principalement du pavillon et du conduit auditif externe, l'oreille moyenne, des osselets (marteau, enclume et étrier), et finalement, l'oreille interne, des labyrinthes osseux et membraneux (canaux semi-circulaires et cochlée). Le tympan permet le passage entre l'oreille externe et moyenne, tandis que la fenêtre ovale constitue le point d'entrée de l'oreille interne depuis l'oreille moyenne (Marieb, Hoehn, Moussakova et Lachaine, 2010) (Figure 1).

De plus, l'oreille est le lieu de deux fonctions fondamentales à l'humain : l'audition et l'équilibre. Ces fonctions sont assurées par la périlymphe et l'endolymphe présentes dans les labyrinthes osseux et membraneux de l'oreille interne. Ces deux substances transmettent les vibrations sonores pour l'audition et réagissent aux forces mécaniques produites lors des changements de position et de l'accélération du corps pour l'équilibre (Guiraud, 2007).

**Figure 1: Anatomie de l'oreille, tiré de Purves, 2005, p. 288**



### 2.2 Mécanisme de l'audition

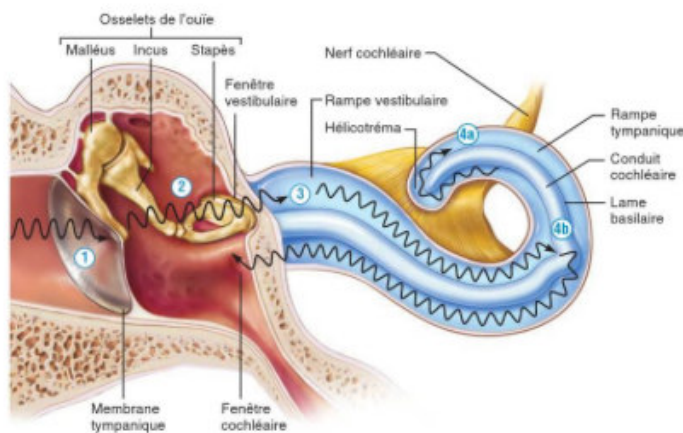
L'audition se fait en 3 grandes étapes :

- 1) Orientation des ondes sonores par le pavillon dans le méat acoustique externe (oreille externe).
- 2) Transmission des ondes sonores du milieu aérien au milieu liquide ainsi qu'aux structures de la cochlée (Figure 2).

### 3) Réception des ondes par l'organe de Corti et transmission au cortex auditif primaire.

La 3<sup>ème</sup> étape fait référence à la transmission nerveuse de l'audition : le nerf cochléaire (ramification du nerf vestibulo-cochléaire) est excité par l'organe de Corti et transmet ses afférences au ganglion spiral de la cochlée, puis aux noyaux cochléaires du bulbe rachidien et ensuite au noyau olivaire supérieur. La voie auditive passe ensuite par le lemnisque latéral, le colliculus inférieur, le noyau géniculé médial pour arriver au cortex auditif primaire (Marieb et al. 2010). Ainsi, un dommage à l'organe de Corti ou au nerf vestibulo-cochléaire entraîne une déficience neurosensorielle (Rajendran et Roy, 2011).

**Figure 2: Trajet de l'onde sonore, tiré de Marieb et al. 2010, p.667**



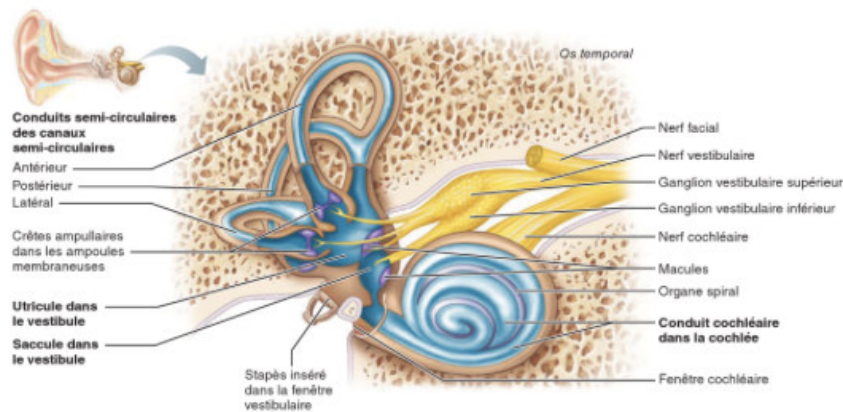
## 2.3 Anatomie et physiologie du système vestibulaire

Tout comme le système auditif, le système vestibulaire est logé dans la cavité de l'os temporal. Il est divisé en deux parties : le système vestibulaire central (SVC) et le système vestibulaire périphérique (SVP). (Stokes, 2004).

Le SVC est composé des noyaux vestibulaires. Ce dernier transmet les informations sensorielles par le nerf vestibulo-cochléaire au cortex auditif primaire. Ces noyaux innervent directement les motoneurones responsables du contrôle des muscles posturaux, des muscles extra-oculaires ainsi que des muscles du cou. Leur rôle est de maintenir la stabilité du corps (Purves, 2005).

Le SVP est constitué des labyrinthes osseux et membraneux. Le labyrinthe osseux est divisé en canaux semi-circulaires, vestibule et cochlée. Le labyrinthe membraneux tapisse le labyrinthe osseux et forme le conduit cochléaire ainsi que les deux organes otolithiques (sacculé et utricule). Enfin, le labyrinthe membraneux est tapissé d'un épithélium sensitif, de même composition, qui joue un rôle de transducteur autant dans l'audition que dans le maintien de l'équilibre (vestib.org, 2009). Le sacculé, l'utricule et les ampoules (bases des canaux semi-circulaires) sont faits de maculas (Figure 3).

**Figure 3: Anatomie du système vestibulaire, tiré de Marieb et al. 2010, p. 663**



Les maculas sont les organes récepteurs de l'équilibre qui encodent les changements de position de la tête et réagissent à la force de gravité (Marieb et al. 2010).

Le système vestibulaire a deux grandes fonctions : une première qui consiste à stabiliser l'image sur la rétine lors des mouvements grâce au réflexe vestibulo-oculaire et, une seconde qui correspond au maintien du tonus postural et de l'équilibre grâce au réflexe vestibulo-spinal. Une troisième fonction peut aussi lui être attribuée : celle de l'intégration des différentes afférences sensorielles au niveau des noyaux vestibulaires qui jouent un rôle dans l'insertion du corps dans l'espace. Les organes du système vestibulaire évoluent et deviennent matures lorsque l'enfant atteint l'âge de 15 ans (Maes et al. 2014).

Cette citation de Maes et al. (2014) résume bien le rôle du système vestibulaire : « La fonction vestibulaire joue un grand rôle dans la perception des changements de positions du corps et dans la construction de l'espace égo-centré. »

## 2.4 Déficiences auditives

### 2.4.1 Différentes causes de la surdité

Globalement, environ 50% des surdités permanentes chez les enfants viennent de causes génétiques ou sont influencées par la consanguinité (Rajendran et Roy, 2011).

Les conditions qui entraînent une surdité peuvent survenir avant, durant et après la naissance.

Les causes de surdité acquise avant la naissance sont surtout dues aux infections prénatales comme la rubéole et la toxoplasmose. Le fait que le fœtus soit exposé à différents produits comme l'alcool, la streptomycine, la quinine et la chloroquine phosphate peut affecter différents éléments neuraux de l'oreille interne et de ce fait engendrer une surdité congénitale (Rajendran et Roy, 2011).

Les causes qui peuvent engendrer une surdité durant la naissance sont tout ce qui est autour de la prématurité de l'enfant comme un poids de naissance bas, une hypoxie, le besoin d'une ventilation pendant au moins 5 jours post-naissance, une hyperbilirubinémie ainsi qu'une admission à l'unité néonatale pendant au moins 48 heures post-naissance (Rajendran et Roy, 2011).

Après la naissance, le fait de contracter différents virus, infections ou d'avoir eu un traumatisme peut entraîner une surdité. Cela peut être dû à une méningite bactérienne, une otite moyenne persistante et/ou ses complications, ou un traumatisme crânien avec perte de la conscience ou une fracture du crâne (Rajendran et Roy, 2011).

#### **2.4.2 Types de déficiences**

Selon Rajendra et Roy (2011), il existe trois différents types de déficience auditive : la perte auditive conductrice, neurosensorielle ou mixte. La *perte auditive conductrice* est due à une perturbation d'un ou de plusieurs mécanismes qui conduisent les ondes sonores du pavillon externe à la fenêtre ovale. Cette perturbation est caractérisée par une perte des sons faibles. La *perte auditive neurosensorielle* est la perturbation permanente la plus fréquente des déficiences auditives (Rajendran et Roy, 2011). Elle est la conséquence d'un dommage de l'oreille interne ou du trajet du nerf depuis l'oreille interne jusqu'au cerveau. Les ondes sonores transmises à l'oreille interne ne sont pas converties en signaux électriques interprétables par le cerveau. Ceci peut être dû à une anomalie de l'organe de Corti, de la voie auditive et/ou du cortex auditif. La *perte auditive mixte* est une combinaison des pertes auditives conductrice et neurosensorielle. Dans ce travail, nous allons traiter principalement de la surdité neurosensorielle.

### **2.5 Surdité et déficiences vestibulaires**

Lors d'une atteinte du système vestibulaire, des conséquences à différents niveaux peuvent apparaître : vertiges sur le plan visuel ; instabilité et perte d'équilibre sur le plan locomoteur ; nausées sur le plan neurovégétatif (Purves, 2005). Dans ce travail, nous allons nous intéresser plus spécialement aux instabilités et aux pertes d'équilibre.

Plus précisément, chez les enfants sourds, des signes d'ataxie et de chutes ont été observés. Ces comportements proviennent en grande partie de déficiences vestibulaires qui sont concomitantes à leur surdité (Maes, De Kegel, Van Waelvelde et Dhooze, 2014). En effet, la surdité neurosensorielle engendrerait une hypoactivité des organes vestibulaires (Melo, Lemos, Macky, Raposo et Ferraz, 2015).

Cette hypoactivité peut s'expliquer par les liens autant anatomiques que physiologiques des organes des deux systèmes. Anatomiquement, ils commencent dès le 26<sup>e</sup> jour de vie de l'embryon lors de la

formation d'une vésicule otique depuis l'ectoderme qui sera à l'origine du labyrinthe membraneux. Cette vésicule otique se sépare, entre la 4ème et la 5ème semaine, en plusieurs parties (utricle, saccule, canaux semi-circulaires et cochlée) (Lecrevoisier, 2009).

Physiologiquement, ces deux systèmes peuvent, l'un comme l'autre, décoder les fréquences grâce aux cellules sensorielles ciliées qui les composent. En effet, le système vestibulaire peut décoder les fréquences inférieures à 120 Hz, ce qui englobe les mouvements de la vie quotidienne (0-4 Hz) (Lecrevoisier, 2009).

Ainsi, ceci permet de comprendre que des enfants sourds puissent développer des problèmes d'équilibre.

## **2.6 Le développement moteur**

### **2.6.1 Le développement moteur de l'enfant**

Le développement moteur {Annexe I} se construit sur la base de deux systèmes. Le premier est le système sous-cortical. Il englobe les faisceaux des noyaux du toit, de la formation réticulée et des noyaux vestibulaires. Il s'agit du système extrapyramidal qui joue un rôle essentiel dans le maintien de la posture et la fonction anti-gravitaire (Thomas, 2004).

Le deuxième est le système corticospinal. Il comprend les zones corticales motrices, les cortex associés à la motricité et les voies corticospinales. Il constitue le système pyramidal et contribue à la motricité fine, spécialement la précision et la vitesse de manipulation (Thomas, 2004).

Le développement moteur est caractérisé par trois lois. Premièrement, la loi de différenciation, qui est définie par l'ajustement de l'activité motrice par rapport à la finesse, l'élaboration et la localisation. Ensuite, la loi de variabilité, qui représente le perfectionnement progressif de l'enfant de façon discontinu et asymétrique. Enfin, La loi de succession, qui caractérise l'ordre de maturation qui se fait, en premier, céphalo-caudalement (les muscles de l'axe du corps sont plus tôt sous le contrôle volontaire) et, en deuxième, proximo-distalement (les muscles des membres proximaux sont plus rapidement sous le contrôle volontaire que les muscles distaux) (Thomas, 2004).

#### **2.6.1.1 L'équilibre**

L'équilibre a une place importante dans le développement moteur de l'enfant. En effet, un bon équilibre permet de développer ses compétences motrices : « L'équilibre est la capacité de maintenir son centre de gravité à l'intérieur de sa base de sustentation » (cité par Dewey et Tupper, 2004).

Il est précisé en deux catégories, l'équilibre statique et l'équilibre dynamique. L'équilibre statique est défini comme la capacité à maintenir son centre de gravité à l'intérieur de sa base de sustentation lors



de la position debout ou assise. Quant à l'équilibre dynamique, il est défini comme l'équilibre en mouvement : cela inclut de pouvoir maintenir son équilibre quand le centre de gravité et la base de sustentation sont en mouvement ou lorsque le centre de gravité est en mouvement hors de la base de sustentation (Dewey et Tupper, 2004).

Pour pouvoir maintenir l'équilibre, il faut certaines capacités telles que l'anticipation et la réaction ainsi qu'être capable de doser, contrôler et appliquer ces deux dernières de manière appropriée à la demande du moment (Cordo et Nashner, 1982).

Les capacités à maintenir l'équilibre se mettent en place à différents âges de la vie (Tableau 1).

**Tableau 1: Phases de développement de l'équilibre**

| Age        | Capacités                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 à 3 ans  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Activation musculaire distal-proximal</li> <li>- Réponses posturales plus longues</li> <li>- Réponse réflexe à l'étirement n'est plus présente</li> </ul>                                     |
| 4 à 6 ans  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latence de début de la réponse posturale (plus lente et plus variable)</li> <li>- Séquence d'activation musculaire et les réponses réflexes ne sont plus présentes</li> </ul>                 |
| 7 à 10 ans | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latence des réponses posturales sont identiques qu'à l'âge adulte</li> <li>- La durée de l'activité musculaire est proportionnelle à l'intensité de la perturbation de l'équilibre</li> </ul> |

Le développement de l'équilibre se fait en même temps que l'acquisition de la coordination motrice. La coordination motrice est définie comme « le résultat de l'activation appropriée d'une réponse posturale pour corriger les perturbations de l'équilibre. Le timing, la séquence et le contrôle des réponses posturales représentent le plan d'action du système du contrôle postural pour empêcher l'instabilité, s'y adapter et remettre le corps dans son équilibre » (Dewey et Tupper, 2004).

Cette coordination est essentielle pour l'apprentissage des différentes tâches liées au développement moteur normal de l'enfant : posture en position assise, en position debout et la marche.

### **2.6.1.2 Le contrôle postural**

Le contrôle postural est décrit comme la capacité d'un individu à rester confortable dans une position debout. Il est un phénomène actif qui fait appel à une activité sensorimotrice dite posturale. Il est contrôlé par le système nerveux central (Richard et Osral, 1994).

Selon Melo et al (2015), la capacité de garder sa posture corporelle stable et alignée malgré les perturbations est une étape importante dans le développement moteur.

Comme dans la capacité de maintien de l'équilibre, les systèmes somatosensoriels (visuel et vestibulaire) sont importants pour la posture. Des déficiences vestibulaires ont donc un effet de déséquilibre voir d'ataxie sur le maintien de la posture (Maes et al. 2014).

Ainsi, un manque d'équilibre retardera ou empêchera l'apprentissage des tâches prévues aux différentes étapes du développement moteur de l'enfant.

## **2.6.2 Effet des déficiences vestibulaires sur le développement moteur de l'enfant**

Entre 20% et 85% des enfants atteints de déficiences auditives neurosensorielles ont des dysfonctions vestibulaires se caractérisant par un retard dans leur développement moteur (cités par Maes et al. (2014)). De plus, Martin, Jelsma et Rogers (2012) concluent que 65,5% des enfants avec surdité neurosensorielle présentent un retard de développement moteur. Ces différents retards se caractérisent, le plus souvent, par un apprentissage tardif de la position debout et de la marche ainsi que des chutes à répétition lors d'activités.

## **2.7 Outils de mesure du développement moteur de l'enfant**

### **2.7.1 The Pediatric Balance Scale (PBS)**

L'échelle pédiatrique de l'équilibre a été développée pour mesurer l'équilibre chez les enfants d'âge scolaire ayant des déficiences motrices légères à modérées. C'est une échelle fiable et valide. Elle est composée de 14 items qui sont notés par un score allant de 0 à 4. Des instructions verbales et visuelles sont données pour chaque item. L'enfant a le droit à un essai par item avant d'être évalué. Pour certains items, plusieurs essais sont autorisés. Les performances de l'enfant doivent être évaluées selon les critères les plus bas. Le score maximal est de 56 points. Plus le score est élevé, plus l'enfant a un bon équilibre (Franjoine, Gunther et Taylor, 2003).

### **2.7.2 SMART Balance Master**

Le Smart Balance Master est un système qui utilise une plaque de force dynamique avec des capacités de rotation pour quantifier les forces verticales exercées par les pieds pour mesurer la position du centre de gravité ainsi que le contrôle postural. Il utilise également un entourage visuel dynamique pour mesurer l'utilisation de l'information visuelle par le patient pour maintenir son équilibre. On peut l'utiliser sur une surface d'appui stable ou instable et un environnement visuel stable ou dynamique (Fraix et al. 2013). Cet outil a une fiabilité modérée à élevée (Chien, Hu, Tang, Sheu et Hsieh, 2007).

### **2.7.3 Test of Gross Motor Development (TGMD)**

Le TGMD a été décrit par le Dr. Dale Ulrich. Ce test est fiable et standardisé. Il mesure les capacités motrices globales chez les enfants âgés de 3 à 10 ans. C'est un test qui évalue douze habiletés motrices qui sont réparties en deux sous-catégories : locomoteur et contrôle de l'objet. Des instructions verbales

et démonstrations précises sont données pour chaque habileté motrice. L'enfant a le droit à un essai pratique pour s'assurer qu'il ait bien compris ce qu'il faut faire. Si ce n'est pas le cas, l'examineur fournit une démonstration supplémentaire. Chaque habileté motrice est testée et notée deux fois. Pour chaque item, un score de 1 (réussi) ou 0 (raté) est donné. Pour obtenir la capacité motrice, il faut additionner toutes les habiletés motrices. Plus le score est élevé et plus la capacité motrice est importante.

#### **2.7.4 The Peabody Developmental Gross Motor Scales (PDMS-GM)**

Le PDMS-GM est un test standardisé et valide, pour les enfants, de la naissance à 83 mois. Il permet d'identifier la présence d'un retard de développement moteur chez l'enfant mais il est à utiliser avec précaution pour évaluer une intervention physique unique. Il est préférable de l'utiliser dans une évaluation multidimensionnelle du développement moteur (Haley, Jones, Kolobe, Lowes et Palisano, 1995). Il contient 170 items répartis entre 17 niveaux d'âge et regroupés en 5 catégories de compétence (réflexe, équilibre, non-locomoteur, locomoteur, réception d'un objet et propulsion d'un objet). Une cotation binaire a été utilisée. Le score 0 est accordé lorsque l'enfant ne réussit pas et le score 1 lorsqu'il réussit. Plus le score est élevé, plus l'enfant a de bonnes capacités motrices.

#### **2.7.5 La plate-forme de force**

Elle a pour but d'étudier les mécanismes de régulation de l'équilibration en examinant la trajectoire des centres de pression. Le sujet est placé debout, pieds joints sur la plate-forme. Les enregistrements se font avec des variations visuelles (yeux ouverts - fermés) et proprioceptives (toucher léger - sans toucher). Pour recueillir les résultats, l'examineur mesure le déplacement des centres de pression. La comparaison des résultats va permettre de savoir si le sujet utilise des informations visuelles ou tactiles pour contrôler son équilibre.

#### **2.7.6 The One Leg Standing (OLST)**

Le OLST est un test très utilisé en clinique pour mesurer la stabilité posturale en position statique (Vaillant, 2004). Il a une fiabilité élevée pour les enfants malentendants. Les résultats des études sur sa validité sont contradictoires. Il est donc difficile de se prononcer sur cet aspect (Varbeque, Lobo Da Costa, Vereeck et Hallemans, 2014).

Le sujet est à pieds nus et se tient sur le membre inférieur de son choix en prenant garde à bien lever le membre inférieur controlatéral et à ce qu'il ne touche pas l'autre membre en charge. Il doit fixer un point à l'horizon à la hauteur de ses yeux (test les yeux ouverts) et doit croiser les bras sur la poitrine.

L'évaluateur utilise un chronomètre pour mesurer le temps pendant lequel le sujet est capable de rester en appui unipodal. Il commence à chronométrer dès le moment où le sujet soulève le pied du sol, et l'arrête lorsque le sujet décroise les bras, utilise le pied qui est levé, déplace le poids du corps sur l'autre pied, ouvre les yeux (test yeux fermés) ou que le temps maximal de 45 secondes est écoulé. Le test est répété à trois reprises (yeux ouverts et fermés). Le résultat du meilleur essai et la moyenne des trois sont enregistrés.

### **2.7.7 Postural Sway meter (PS)**

Le PS meter est un outil fiable qui mesure les déplacements du corps au niveau de la taille. Il est réalisé sous deux conditions : les yeux ouverts et fermés. Le test se fait toujours sur une mousse de quinze centimètres d'épaisseur. Sur celle-ci, le sujet doit ainsi se tenir debout, à pied nu, et immobile pendant 30 secondes. Les déplacements antéro-postérieurs et médio-latéraux sont enregistrés.

### **2.7.8 Pediatric Reach Test (PRT)**

Selon Rajendran, Roy et Jeevanantham (2013), le PRT est un outil de mesure simple, valide et fiable, permettant de mesurer l'équilibre des enfants. Il mesure les limites de la stabilité antérieure et latérale. Les enfants doivent se pencher le plus loin possible vers l'avant ainsi que sur le côté, sans bouger leurs pieds. Chacun des enfants a trois essais, la moyenne des trois sera utilisée pour l'analyse des données. Une minute de repos est accordée entre chaque essai (Rajendran et al. 2013). Plus le déplacement est grand, plus l'équilibre est adéquat.

### **2.7.9 Fauteuil rotatoire**

Le fauteuil rotatoire est un outil pour tester les canaux vestibulaires. C'est un outil fiable seulement si l'examineur suit la méthodologie rigoureusement et est fait dans le même environnement. Il a une bonne reproductibilité à l'intérieur d'une même séance. Le fauteuil rotatoire consiste à faire tourner le patient sur lui-même autour d'un axe vertical de rotation de la tête à environ 400° par seconde. L'examineur observe la présence d'une variation du mouvement des yeux par rapport à la normale chez le patient. Il permet de mesurer le gain du réflexe vestibulo-oculaire et surtout de détecter une asymétrie entre les canaux semi-circulaires des deux oreilles internes.

## **2.8 Traitements du retard de développement moteur**

Premièrement, l'un des principaux traitements pour cette population est l'implantation d'un implant cochléaire pour diminuer la surdité de l'enfant. Cependant, selon Rajendran et Roy (2011) on ne retrouve que peu d'amélioration des performances motrices et du contrôle de l'équilibre lorsque

l'enfant possède un implant. De plus, dans de rares cas, l'implantation se passe mal et augmente la déficience vestibulaire (De Kegel, Maes, Baetens, Dhooge et Van Waelvelde, 2012). Malgré le fait que l'implant est le traitement de choix pour la surdité neurosensorielle, il ne résout pas les déficiences liées à une dysfonction vestibulaire. Au contraire, il peut même les augmenter (Rajendran et al. 2013).

Il existe des traitements conservateurs dispensés par les physiothérapeutes et les psychomotriciens, tels que la méthode Bobath. Habituellement, elle est utilisée dans le cadre de pathologies neurologiques avec présence de déficits moteurs.

Enfin, la rééducation vestibulaire est utilisée chez les adultes ayant des vertiges, des perturbations de la stabilisation du regard et des troubles de l'équilibre. Une revue systématique questionne son efficacité chez des adultes ayant une atteinte du système vestibulaire (syndrome vestibulaire périphérique unilatéral). Les auteurs ont conclu qu'elle améliore le fonctionnement du système vestibulaire pour les vertiges et la qualité de vie (McDonnell et Hillier, 2015). Quant aux troubles de l'équilibre, la revue ne l'évalue pas.

### **3 Synthèse**

La littérature montre que des altérations du système vestibulaire sont présentes chez environ 70% des enfants avec déficiences auditives neurosensorielles (Rajendran et Roy, 2011). Chez cette population, des signes de troubles de l'équilibre et de déficits moteurs ont d'ailleurs été observés, avec des troubles de la coordination, des pertes d'équilibre et de la maladresse (Rajendran et Roy, 2011).

L'implantation cochléaire est le traitement de premier choix pour la surdité neurosensorielle, mais il ne permet pas d'améliorer les performances motrices et le contrôle de l'équilibre (Rajendran et al. 2013). Chez l'adulte, la rééducation vestibulaire montre de bons résultats pour les vertiges, mais son efficacité n'a pas encore été clairement identifiée pour les troubles d'équilibre.

Ainsi, l'objectif de ce travail est de déterminer l'efficacité d'une rééducation vestibulaire chez les enfants malentendants avec déficits d'équilibre et de posture et ayant un retard de développement moteur.

## **4 Méthode**

### **4.1 Généralités**

Ce travail est écrit sous la forme d'une revue systématique de la littérature de type quantitatif. Afin d'effectuer la recherche documentaire, nous avons utilisé l'anagramme PICO (Population-Intervention-Comparaison-Outcomes).

### **4.2 PICO**

#### **4.2.1 Population**

Dans ce travail, nous considérons les enfants ayant une déficience auditive neurosensorielle avec ou sans implants cochléaires entre 3 et 14 ans, fréquentant différentes écoles pour enfants malentendants.

#### **4.2.2 Intervention**

L'intervention est la rééducation vestibulaire.

#### **4.2.3 Comparaison**

La comparaison consiste à des activités différentes assignées au groupe contrôle, pouvant être un entraînement du développement du langage ou une participation aux activités scolaires normales. Un groupe peut aussi être comparé à lui-même entre pré- et post-intervention.

#### **4.2.4 Outcomes**

Les outcomes choisis pour évaluer l'efficacité de l'intervention sont l'évaluation de l'équilibre et de la posture ainsi que le développement moteur. Ces derniers sont évalués de manière quantitative par des échelles et des tests présentés plus tôt dans le cadre théorique : The Pediatric Balance Scale (PBS) ; SMART Balance Master ; Test of Gross Motor Development (TGMD) ; The Peabody Developmental Gross Motor Scales (PDMS-GM) ; la plate-forme de force ; The One Leg Standing (OLST) ; Postural Sway Meter (PS).

## 4.3 Stratégie de recherche

Nous avons débuté la recherche d'articles en juillet 2015 et l'avons terminée en janvier 2016. Elle a été faite en consultant les bases de données MEDLINE version PubMed, CINAHL, Cochrane, Pedro et Kinedoc.

Pour chacune des bases de données, nous avons utilisé différents mots-clés se rapportant à notre thématique (Tableau 2). A partir de ceux-ci, nous avons effectué différentes équations de recherche en utilisant les opérateurs booléens « AND » ou/et « OR ». Nous n'avons pas utilisé les descripteurs des bases de données car cela restreignait la recherche.

**Tableau 2: Liste des mots-clés**

|              |                             |                                                                    |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Population   | Enfants                     | Children, child                                                    |
|              | Surdité                     | Sensorineural loss, hearing impairment, deaf, deafness             |
| Intervention | R habilitation vestibulaire | Vestibular rehabilitation, physical therapy, exercise intervention |
| Outcomes     | Equilibre                   | Balance, balance performance, static balance                       |
|              | Développement moteur        | Gross motor function                                               |
|              | Posture                     | Postural control                                                   |

La recherche se limite aux articles de langue française et anglaise, datant de 1981 à 2015.

### 4.3.1 Equations de recherche pour les différentes bases de données

Pour la base de données Pubmed, quatre équations différentes ont été soumises en combinant les différents mots-clés. Un total de 102 articles a été trouvé.

Voici un exemple d'équation réalisée: ((child) AND vestibular rehabilitation) AND balance).

Pour CINAHL, deux équations ont été soumises avec les différents mots-clés. Un total de 18 articles est ressorti.

Voici un exemple d'équation réalisée : Hearing impairment AND postural control AND children

Sur Cochrane Library, deux équations ont été souscrites en combinant les différents mots-clés.

Voici un exemple d'équation réalisée : Children with sensorineural AND gross motor function

Sur Pedro, une équation a été soumise avec les différents mots-clés. Un total de 3 articles est ressorti.

Voici l'équation réalisée : Vestibular rehabilitation, children.

Sur Kinedoc, une équation a été souscrite avec les différents mots-clés mais aucun résultat n'est ressorti.

Voici l'équation réalisée : Rééducation vestibulaire, enfants sourds.

Une équation a été soumise pour les bases de données Pubmed, CiNHAL et Cochrane Library, en combinant tous les mots clés avec « OR » mais elle n'a pas été concluante.

Un résumé de toutes les équations se trouve en annexe {Annexe II}.

#### 4.3.2 Synthèse des différentes recherches

Les recherches effectuées ont permis d'obtenir 127 références sur les quatre bases de données. Pour qu'elles soient complètes, des alertes ont été mises en place pour nous avertir de nouvelles publications. Ceci n'a pu être réalisé que sur PubMed, CINHAL et Cochrane Library.

### 4.4 Démarche de sélection des articles

Nous avons appliqué des critères aux articles trouvés afin qu'ils correspondent au mieux à la thématique de ce travail.

#### 4.4.1 Critères de sélection

Le choix des articles s'est fait en appliquant les critères d'inclusion et d'exclusion (Tableau 3) par chacun des auteurs de ce travail. Les hésitations ont été discutées jusqu'à l'obtention d'un consensus par les 2 évaluateurs.

**Tableau 3: Critères d'inclusion et d'exclusion**

|              | Critères d'inclusion                                                                                                                                              | Critères d'exclusion                                                                            |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type d'étude | <ul style="list-style-type: none"><li>• Etudes quantitatives, tous types d'études confondues</li></ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Etudes qualitatives</li></ul>                           |
| Langue       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Français et anglais</li></ul>                                                                                             |                                                                                                 |
| Population   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Enfants atteints de surdité uni ou bilatérale avec ou sans implants cochléaires</li><li>• Age entre 3 et 14 ans</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Jeunes adultes ou adultes atteints de surdité</li></ul> |
| Intervention | <ul style="list-style-type: none"><li>• Rééducation vestibulaire</li></ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Autres interventions</li></ul>                          |
| Outcomes     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Troubles d'équilibre</li><li>• Troubles posturaux</li><li>• Retard de développement moteur</li></ul>                      |                                                                                                 |

La sélection s'est faite en plusieurs étapes, qui ont conduit à l'élimination progressive des articles ne correspondant pas à aux critères de sélection (Figure 4).



Les étapes successives sont :

Etape 1 : Elimination des doublons.

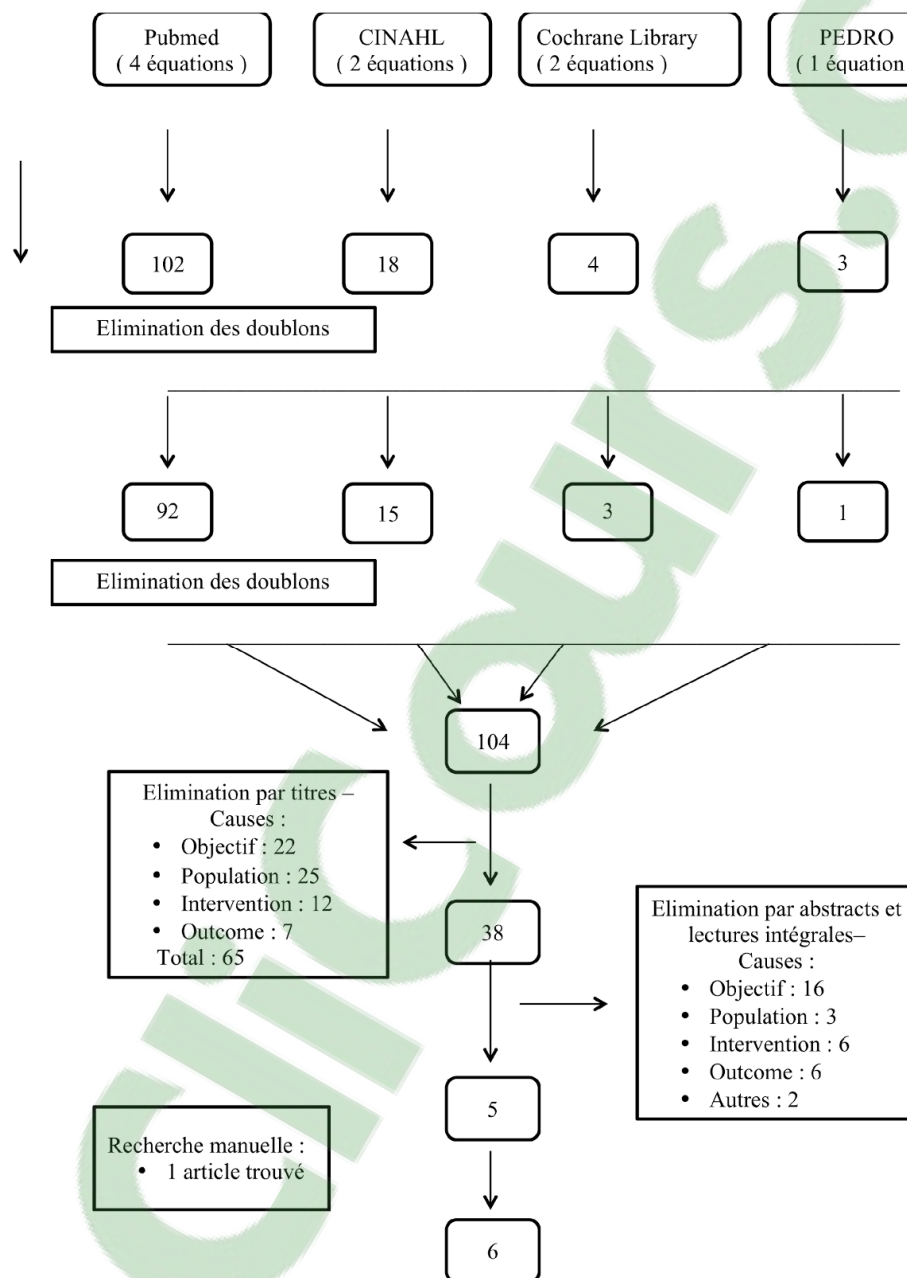
Etape 2 : Sélection selon le titre des articles en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion.

Etape 3 : Sélection selon l'abstract des articles en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion.

Etape 4 : Sélection à la lecture intégrale en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion.

Etape 5 : Recherche manuelle de nouveaux articles à partir des références bibliographiques des textes intégraux (les mêmes étapes de sélection ont été appliquées à ces articles).

**Figure 4: Flow Chart**



A la fin du processus de sélection, nous avons retenu les 5 études suivantes :

1. Effgen, S. K. (1981). Effect of an exercise program on the static balance of deaf children. *Physical Therapy*, 61(6), 873-877.
2. Majlesi, M., Farahpour, N., Azadian, E., & Amini, M. (2014). The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. *Research in Developmental Disabilities*, 35(12), 3562-3567.
3. Rajendran, V., Roy, F. G., & Jeevanantham, D. (2013). A preliminary randomized controlled study on the effectiveness of vestibular-specific neuromuscular training in children with hearing impairment. *Clinical Rehabilitation*, 27(5), 459-467.
4. Rine, R. M., Braswell, J., Fisher, D., Joyce, K., Kalar, K., & Shaffer, M. (2004). Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68(9), 1141-1148.
5. Shah, J. (2013). Effect of Motor Control Program in Improving Gross Motor Function and Postural Control in Children with Sensorineural Hearing Loss-A Pilot Study. *Pediatrics & Therapeutics*, 03(01). DOI : 10.4172/2161-0665.1000141

Lors de la recherche, nous avons trouvé une revue systématique sur la même thématique datant de janvier 2015 (Fernandes et al. 2015). Après sa lecture, nous constatons que le sujet est traité très superficiellement. En plus, notre recherche d'articles a permis d'inclure deux articles absents de la revue systématique.

#### **4.4.2 Evaluation de la qualité des articles**

Afin d'évaluer nos articles, nous avons choisi d'utiliser la grille d'analyse « Critical Review Form-Quantitative Studies » de Law et al. (1998) {Annexe III}. La validité de cette grille n'a pas été évaluée dans la littérature, mais différentes raisons nous ont poussées à la choisir. En premier lieu, elle est accompagnée d'un guideline écrit en termes simplifiés. Ceci facilite la réalisation de l'analyse par les étudiants en plus de favoriser une évaluation standardisée. (Law et al. 1998, para.1). En second lieu, cette grille permet d'évaluer des études de design différent.

La grille de Law et al. (1998) est composée de 8 catégories, se déclinant en 18 questions.

Nous avons commencé par traduire la grille en français et avons ensuite défini ensemble les critères de validation des items en passant en revue les 18 questions. Cette grille a la particularité de ne pas posséder de cotation. Afin de pouvoir pondérer notre évaluation, nous avons arbitrairement décidé la

cotation dévolue à chacun des items. Cette dernière est binaire (0-1). Ainsi, le score 0 est accordé lorsque l'item n'est pas mentionné dans l'article et qu'il ne répond pas aux critères définis ou qu'il n'est pas applicable à l'étude. Le score 1 est accordé lorsque l'étude valide l'item.

Concernant l'item 17, nous avons convenu qu'il était non applicable (NA). En effet, quatre articles sur cinq ne mentionnent pas s'il y a eu des abandons lors de l'étude. Cependant, en consultant les tableaux des articles, aucun n'indique d'abandon lors de l'étude. Nous n'avons pas voulu pénaliser les études pour ce manque de clarté.

La grille modifiée donne donc un score total de 17 points. L'évaluation des articles retenus a été réalisée de manière individuelle par chacune des auteures de ce travail. Nous avons ensuite comparé nos résultats et, lors de discordances, nous avons trouvé un consensus (Tableau 4).

## **4.5 Extractions des données**

Afin de faire l'extraction des données des articles, nous avons commencé par créer des fiches de lecture.

Sur la base de ces fiches, nous avons élaboré des tableaux Excel détaillés de chacun des articles. Cette manière de procéder a permis de classer toutes les données disponibles et de limiter la nécessité de retourner aux textes originaux.

Ensuite, nous avons extrait les informations utiles pour ce travail. Pour finir, nous avons élaboré des tableaux ciblés détaillant l'intervention, la population, les paramètres évalués et les outils de mesure utilisés dans les articles.

**Tableau 4: Grille de résultats de l'évaluation de la qualité méthodologique des études retenues**

| Items                        | Questions                                                                                                                                           | Rajendran et al.<br>2013 | Shah et al.<br>2013 | Rine et al.<br>2004 | Effgen.<br>1981 | Majlesi et al.<br>2014 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|------------------------|
| <b>A : But de l'étude</b>    | 1 : Le but de l'étude est-il clairement formulé ?                                                                                                   | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              |                                                                                                                                                     |                          |                     |                     |                 |                        |
| <b>B : Littérature</b>       | 2 : Est-ce qu'un état des lieux de la littérature existante permet de justifier l'étude ?                                                           | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              |                                                                                                                                                     |                          |                     |                     |                 |                        |
| <b>C : Design de l'étude</b> | 3 : Est-ce que le design de l'étude est approprié ?                                                                                                 | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              |                                                                                                                                                     |                          |                     |                     |                 |                        |
| <b>D : Echantillon</b>       | 4 : Est-ce que l'échantillon a été décrit en détail ?                                                                                               | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              | 5 : Est-ce que la taille de l'échantillon est justifiée ?                                                                                           | 0                        | 0                   | 1                   | 0               | 0                      |
|                              | 6 : S'il y'a plusieurs groupes, les caractéristiques des groupes sont-elles similaires ? Si non, cette différence est-elle prise en considération ? | 0                        | 0                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              | 7 : Le consentement de la participation à l'étude a-t-il été obtenu ?                                                                               | 1                        | 1                   | 1                   | 0               | 1                      |
|                              |                                                                                                                                                     |                          |                     |                     |                 |                        |
| <b>E : Paramètres</b>        | 8 : Les outils de mesures utilisés sont-ils fiables ?                                                                                               | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              |                                                                                                                                                     |                          |                     |                     |                 |                        |
| <b>F : Intervention</b>      | 9 : Les outils de mesures utilisés sont-ils valides ?                                                                                               | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              | 10 : La description de l'intervention est-elle détaillée ?                                                                                          | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              | 11 : Le biais de contamination a-t-il été évité ?                                                                                                   | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              | 12 : Le biais de co-intervention a-t-il été évité ?                                                                                                 | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
| <b>G : Résultats</b>         | 13 : Les résultats sont-ils reportés en terme de valeur statistiquement significative ?                                                             | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
|                              | 14 : La méthode d'analyse statistique est-elle appropriée ?                                                                                         | 1                        | 1                   | 1                   | 0               | 1                      |
|                              | 15 : Est-ce que la pertinence clinique est reportée ?                                                                                               | 1                        | 1                   | 1                   | 0               | 1                      |
|                              | 16 : Est-ce que les abandons ont été signalés ?                                                                                                     | 1                        | 0                   | 0                   | 0               | 0                      |
| <b>H : Conclusion</b>        | 17 : Le nombre, les caractéristiques et les raisons des abandons sont-elles décrites ?                                                              | NA                       | NA                  | NA                  | NA              | NA                     |
|                              | 18 : Les conclusions tirées sont-elles appropriées au vu des résultats et des méthodes de l'étude ?                                                 | 1                        | 1                   | 1                   | 1               | 1                      |
| <b>Total du score / 17</b>   |                                                                                                                                                     | <b>15</b>                | <b>14</b>           | <b>16</b>           | <b>12</b>       | <b>15</b>              |

## 5 Résultats

### 5.1 Qualité méthodologique des articles

Les scores de qualité des articles varient de 16 à 12/17. L'article de Rine et al. (2004) a obtenu le meilleur résultat avec un score de 16, suivi de Majlesi et al. (2014) avec un score de 15, puis de Rajendran et al. (2013) ainsi que de Shah et al. (2013) qui ont tous deux obtenu un score de 14, puis pour finir celui de Effgen (1981) avec un score de 12. Les principaux points à l'origine des écarts de scores sont présentés ci-dessous.

La justification de l'échantillon étant précisée que dans l'article de Rine et al. (2004), il est le seul à avoir obtenu le point à la question 5.

L'article de Rajendran et al. (2013) est le seul article à avoir perdu un point à la question 6 concernant la caractéristique des groupes, et à avoir obtenu le point à la question 16 pour avoir annoncé qu'il n'y a pas eu d'abandon lors de l'étude.

L'article de Rajendran et al. (2013) ainsi que celui de Shah et al. (2013) ont tous les deux perdu un point à la question 12. En effet, les groupes interventions de ces deux études ont reçu du renforcement positif lors de l'intervention de la part du thérapeute, le biais de co-intervention n'a donc pas été évité.

Enfin, l'article de Effgen (1981) est le seul à avoir perdu des points aux questions 7, 14 et 15. Il n'est nullement indiqué que le consentement de participation a été obtenu de la part des participants (7), aucune méthode d'analyse statistique n'est mentionnée (14) et la pertinence clinique de cette étude n'est pas reportée.

### 5.2 Présentation des articles

|                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Effgen, S. K. (1981). Effect of an exercise program on the static balance of deaf children. <i>Physical Therapy</i> , 61(6), 873-877. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

L'objectif de cette étude est d'investiguer les effets d'un programme d'exercice d'équilibre statique sur les compétences d'équilibre des enfants avec déficiences auditives. Le design de cette étude est randomisé-contrôlé avec un système de test pré et post-intervention. La population de l'étude est composée de 49 enfants sourds âgés de 7 à 10 ans, provenant d'une école pour malentendant. Les critères d'inclusion sont les enfants avec surdité profonde à sévère (supérieure à 75 dB) et les critères d'exclusion sont les enfants avec présence de déficits neurologiques. Les 49 enfants ont été randomisés en deux groupes distincts : 25 enfants pour le groupe intervention et 24 pour le groupe contrôle. Le groupe intervention a eu 15 minutes d'exercices d'équilibre statique par jour pendant 10

jours consécutifs. Le groupe contrôle n'a pas reçu d'intervention spécifique. L'outcome mesuré est l'équilibre statique et est fait avec la plateforme de force.

Majlesi, M., Farahpour, N., Azadian, E., & Amini, M. (2014). The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. *Research in Developmental Disabilities*, 35(12), 3562-3567.

Le but de cette étude est d'investiguer les effets d'un programme d'exercice d'équilibre basé sur la proprioception, l'équilibre et la marche chez les enfants sourds. Les auteurs ont choisi le type expérimental pour faire cette étude. Ils ont comparé deux populations différentes, c'est-à-dire une population d'enfants malentendants avec une population d'enfants normo-entendants. Les critères d'inclusion sont les enfants sourds de l'école de Hamedan en Iran et les critères d'exclusion sont les enfants avec dysfonctions neuro-motrices et orthopédiques ainsi que les enfants avec médication influençant le système nerveux central. Tous les participants ont été soumis à l'intervention. Il s'agit de sessions de 45 minutes d'entraînement d'équilibre 3 fois par semaines pendant 4 semaines. L'outcome mesuré a été sous forme de pré-post-intervention-test. L'équilibre a été évalué par la plateforme de force Kistler Force Platform.

Rajendran, V., Roy, F. G., & Jeevanantham, D. (2013). A preliminary randomized controlled study on the effectiveness of vestibular-specific neuromuscular training in children with hearing impairment. *Clinical Rehabilitation*, 27(5), 459-467.

Le but de cette étude est de déterminer l'efficacité d'un entraînement neuromusculaire spécifique au système vestibulaire sur les capacités motrices, l'équilibre et la qualité de vie des enfants avec déficiences auditives. Les auteurs ont séparé de manière randomisée leur population en deux groupes : intervention et contrôle.

La population de l'étude est composée de 21 enfants avec déficience neurosensorielle, issus d'une même école pour enfants sourds, avec une moyenne d'âge entre 7.5 et 8.1 ans. Les critères d'inclusion sont les enfants ayant une surdité profonde (supérieure à 90 dB), avec ou sans implants cochléaires avec la capacité de comprendre des instructions simples, de tenir debout et de pouvoir marcher seul. Les critères d'exclusion sont les déficits cognitif, physique ou visuel associés, les problèmes neurologiques, orthopédiques ou cardio-vasculaires. Le groupe intervention (11 enfants) a reçu un entraînement neuromusculaire vestibulaire spécifique en thérapie individuelle durant 6 semaines à hauteur de 3 fois 45 minutes par semaine. Le groupe contrôle (10 enfants) n'avait pas d'activité supplémentaire et suivait le programme scolaire normal. Les outcomes mesurés sont la compétence motrice et le contrôle postural. Chacun a été évalué avant et après les 6 semaines d'intervention avec

le TGMD, le PS meter, l'OLS et le PRT. Le TGMD a été décliné en sous-test, la marche et la compétence de contrôle d'un objet. Certaines mesures ont été faites avec le PS meter. Ce dernier relève la quantité de balancement antéro-postérieur ainsi que de balancement médio-latéral. L'OLS a été réalisé les yeux ouverts et les yeux fermés et le PRT a mesuré le déplacement sur le devant et latéralement.

Rine, R. M., Braswell, J., Fisher, D., Joyce, K., Kalar, K., & Shaffer, M. (2004). Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68(9), 1141-1148.

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets d'un programme d'exercice sur le déclin du développement moteur et du contrôle postural des enfants avec déficiences auditives neurosensorielles et atteintes vestibulaires. Les auteurs ont séparé de manière randomisée leur population en deux groupes : intervention et contrôle. La population sélectionnée pour cette étude est composée de 22 enfants de 3 à 8,5 ans avec déficiences auditives et atteintes vestibulaires ajoutées. Les critères d'inclusion sont les enfants avec déficits vestibulaires bilatéraux de type neurosensoriel et les critères d'exclusion, les problèmes cognitif, physique, visuel ou neurologique. L'intervention (10 enfants) consistait en une série d'exercices pour améliorer les capacités visuo-motrice et somato-sensorielles lors de séances de 30 minutes 3 fois par semaine pendant 4 mois. Le groupe contrôle recevait quant à lui 3 fois 30 minutes de séances d'entraînement du langage par semaine, pendant 4 mois. Les outcomes mesurés sont le développement moteur et la posture par le PDMS et le SMART-BS.

Shah, J., Rao, K., Malawade M. & Khatri, S. (2013). Effect of Motor Control Program in Improving Gross Motor Function and Postural Control in Children with Sensorineural Hearing Loss-A Pilot Study. *Pediatrics & Therapeutics*, 03(01). DOI : 10.4172/2161-0665.1000141

L'objectif de cette étude est d'étudier les effets d'un programme de contrôle moteur pour améliorer la fonction motrice et le contrôle postural chez les enfants atteints de perte auditives neurosensorielles. Son design est sous forme de test pré et post-intervention. La population est constituée de 10 participants entre 6 et 12 ans avec une déficience auditive neurosensorielle. Les critères d'inclusion sont une surdité uni ou bilatérale avec ou sans implants cochléaires et les critères d'exclusion comprennent les déficits mental, neurologique (paralysie cérébrale, syndrome de Down, etc.), visuel ou musculo-squelettique. Cette étude a été faite sous forme quasi-expérimentale. Les 10 participants ont reçu un entraînement de contrôle moteur de 12 semaines incluant des exercices de coordination main-œil, exercices visuo-moteurs, exercices d'équilibre et de coordination générale à hauteur de 3

fois 45 minutes par semaines. Les outcomes mesurés sont la compétence motrice et le contrôle postural par le TGMD-2 et le PBS.

Un tableau récapitulatif des articles se trouve en annexe {Annexe IV}.

## **5.3 Outcomes**

Dans cette partie, les résultats des outcomes principaux sont décrits.

### **5.3.1 Compétence motrice**

Trois articles sur cinq évaluent cet outcome : celles de Rajendran et al. (2013), Rine et al. (2004) et Shah et al. (2013). Les trois études démontrent une amélioration de la compétence motrice suite à un entraînement neuromusculaire vestibulaire (Tableau 5).

Pour Shah et al. (2013), cette amélioration est démontrée par une augmentation significative des scores de compétence motrice entre avant et après l'intervention pour un seul groupe (scores avant l'intervention :  $10.6 \pm 2.011$  ; scores après l'intervention :  $13.8 \pm 1.989$  ; valeur  $p < 0.01$ ).

Pour les études de Rajendran et al. (2013) et Rine et al. (2004), elle est démontrée par une différence statistiquement significative de l'effet de l'intervention en faveur du groupe étude par rapport au groupe contrôle. Ainsi, pour Rajendran et al. (2013), ces différences sont de 7.4 (5-10) pour le groupe étude et de 0.1 (-2-2) pour le groupe contrôle ( $p = 0.02$ ).

Dans l'étude de Rine et al. 2004, les scores sont obtenus entre pré- et post- intervention. Les auteurs ont analysé les scores des groupes intervention et contrôle séparément. Pour le groupe intervention, le score est statistiquement significatif ( $p = 0.004$ ) alors que pour le groupe contrôle, il n'est pas significatif ( $p = 0.07$ ).



**Tableau 5: Résultats de l'effet de l'intervention sur la compétence motrice i) sur un seul groupe ; ii) entre le groupe étude par rapport au groupe contrôle**

| Article                 | Outils de mesure | Intervention                                                                                                                                                       | Score de compétence motrice avant et après l'intervention (i)                        | Différence des scores de compétence motrice entre avant et après l'intervention (ii) | Valeur p           |
|-------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Rajendran et al. (2013) | TGMD-2           | Entraînement neuromusculaire vestibulaire spécifique incluant des exercices de coordination main-œil, d'équilibre ainsi que des compétences motrices fondamentales |                                                                                      | Groupe intervention : 7.4 (5-10)<br><br>Groupe contrôle : 0.1 (-2-2)                 | 0.02*              |
| Rine et al. (2004)      | PDMS - GM        | Entraînement neuromusculaire vestibulaire                                                                                                                          | Groupe intervention<br>Groupe contrôle                                               |                                                                                      | 0.004*<br><br>0.07 |
| Shah et al. (2013)      | TGMD-2           | Entraînement contrôle moteur incluant des exercices de coordination, d'équilibre et visuo-moteur                                                                   | Avant l'intervention : $10.6 \pm 2.011$<br><br>Après intervention : $13.8 \pm 1.989$ |                                                                                      | 0.01*              |

TGMD-2 : test of gross motor developement ; PDMS-GM : the peabody developmental gross motor scale ;  $P < 0.05$  = significatif (\*)

### 5.3.2 L'équilibre

Deux articles sur cinq évaluent l'équilibre : ceux de Majlesi et al. (2014) et de Effgen (1981). Majlesi et al. (2014) démontrent qu'il y a une différence statistiquement significative de l'équilibre du groupe étude (composé d'enfants sourds) entre avant et après l'intervention ( $p = 0.028$ ), lorsqu'évalué sur la plate-forme de force. En effet, le groupe contrôle (composé d'enfants normo-entendants) n'a pas changé son déplacement entre avant et après l'intervention, contrairement au groupe étude qui a eu une diminution significative de la quantité de déplacement sur la plate-forme.

Effgen (1981) ne démontre pas quant à elle de différences statistiquement significatives de l'effet de l'intervention entre les deux groupes ( $p > 0.05$ ) pour les différentes modalités (YO, YF, MID et MIG) et direction de déplacement (AP et ML) (Tableau 6).

**Tableau 6: Résultats de l'effet de l'intervention sur l'équilibre**

| Article               | Outils de mesure                                                                                                         | Intervention                         | Score d'équilibre avant et après l'intervention                                  | Différence des scores d'équilibre entre avant et après l'intervention |                             | Valeur p |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------|
| Effgen (1981)         | Plate-forme de force :<br>YO :<br>- AP<br>- ML<br>YF :<br>- AP<br>- ML<br>MID :<br>- AP<br>- ML<br>MIG :<br>- AP<br>- ML | Entraînement de l'équilibre          |                                                                                  | Groupe intervention                                                   | Groupe contrôle             | 0.05     |
|                       |                                                                                                                          |                                      |                                                                                  | 0.42 (2.38)<br>0.24 (1.32)                                            | 0.0 (0.37)<br>-0.06 (0.31)  |          |
|                       |                                                                                                                          |                                      |                                                                                  | 0.14 (0.50)<br>0.06 (0.54)                                            | 0.08 (0.81)<br>-0.02 (0.74) |          |
|                       |                                                                                                                          |                                      |                                                                                  | 0.06 (3.10)<br>0.66 (2.23)                                            | 0.51 (1.11)<br>1.12 (5.51)  |          |
|                       |                                                                                                                          |                                      |                                                                                  | 0.56 (2.19)<br>-0.37 (2.40)                                           | 0.40 (3.35)<br>0.43 (3.05)  |          |
| Majlesi et al. (2014) | Plate-forme de force                                                                                                     | Entraînement de l'équilibre statique | Avant l'intervention :<br>4.41 (0.37)<br><br>Après intervention :<br>3.75 (0.34) |                                                                       |                             | 0.028*   |

YO : yeux ouverts ; YF : yeux fermés ; AP : antéro-postérieur ; ML : médio-latéral ; MID : membre inférieur droit ; MIG : membre inférieur gauche ; P < 0.05 = significatif (\*)

### 5.3.3 Le contrôle postural

Trois articles sur cinq évaluent le contrôle postural. Il a été amélioré de manière générale dans le groupe intervention par rapport au groupe contrôle (Tableau 7).

Rajendran et al (2013) relatent une amélioration du contrôle postural chez le groupe intervention bénéficiant d'un entraînement neuromusculaire vestibulaire spécifique par rapport à un groupe contrôle, avec une différence statistiquement significative pour les différents paramètres des trois outils de mesures utilisés. (PRT : p = 0.001 ; OLS: p = 0.3 ; PS-meter : p = 0.007 – 0.03).

Shah et al (2013) démontrent eux aussi que le contrôle postural a été amélioré ( $49.4 \pm 2.171$ ) par rapport aux mesures prises avant l'intervention ( $35.5 \pm 2.593$ ), avec une différence statistiquement significative (p < 0.01).

Rine et al (2004) ne démontrent pas quant à eux de différence significative de l'effet des interventions entre les groupes étude et contrôle pour certains paramètres du SMART-BMS (somatosensory ratio p = 0.15 ; vision ratio p = 0.20 ; SCT-3 p = 0.03).

Tableau 7: Résultats de l'effet de l'intervention sur le contrôle postural i) sur un seul groupe ii) entre le groupe étude par rapport au groupe contrôle

| Article                | Outils de mesure                                                                                                                                                                         | Intervention                                                                                                                                                       | Score de compétence du contrôle postural avant et après l'intervention               | Différence des scores de compétence du contrôle postural entre avant et après l'intervention         | Valeur p              |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Rajendran et al (2013) | PS meter :<br>- AP sway – EO (mm)<br>- AP sway – EC (mm)<br>- ML sway – EO (mm)<br>- ML sway – EC (mm)<br><br>OLS (seconds)<br><br>PRT :<br>- forward reach (cm)<br>- lateral reach (cm) | Entraînement neuromusculaire vestibulaire spécifique incluant des exercices de coordination main-œil, d'équilibre ainsi que des compétences motrices fondamentales |                                                                                      | Groupe contrôle<br>0.8 (- 2 – 4)                                                                     | 0.001*                |
|                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                      | Groupe intervention<br>- 7.18 (-12 à -1)                                                             | 0.03*                 |
|                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                      | - 8.09 (-12 à -1)                                                                                    | 0.001*                |
|                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                      | - 11.09 (-16 à -5)                                                                                   |                       |
|                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                      | - 14.6 (55 -98)                                                                                      |                       |
| Shah et al (2013)      | PBS                                                                                                                                                                                      | Entraînement contrôle moteur incluant des exercices de coordination, d'équilibre, visuo-moteur                                                                     | Avant l'intervention :<br>35.5 ± 2.593<br><br>Après l'intervention :<br>49.4 ± 2.171 | 14.3 (10.2 – 18.2)                                                                                   |                       |
|                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                      | 5.99 (4.4 – 6.8)<br>4.5 (1.2 -7.4)                                                                   |                       |
|                        |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |                                                                                      | 0.6 (-0.5 – 2.0)<br>0.7 (-0.2 – 1.5)                                                                 | < 0.01*               |
| Rine et al (2004)      | SMART-BMS :<br>- SCT-3<br>- Somatosensory ratio<br>- Vision ratio                                                                                                                        | Entraînement neuromusculaire vestibulaire spécifique                                                                                                               |                                                                                      | Gr intervention<br>Z= 2.20<br>Z= 1.43<br>Z= 0.78<br><br>Gr contrôle<br>Z= 0.18<br>Z= 0.59<br>Z= 0.31 | 0.03*<br>0.15<br>0.20 |

PS meter : Postural sway meter ; EO : eyes open; EC : eyes closed; AP : anteroposterior; ML : mediolateral ; OLS : The One Leg Standing ; PRT : Pediatric Reach Test ; PBS : Pediatric Balance Scale ; SMART-BMS : Smart Balance Master ; Z : changements pré et post-test ; P < 0.05 = significatif (\*)

## **6 Discussion**

Dans cette partie, les populations, les interventions, les outcomes et outils de mesure ainsi que l'interprétation des résultats seront discutés. Les limites de notre travail, les pistes de recherche ainsi que l'implication clinique seront abordées.

### **6.1 Population**

Dans cette partie, le genre des populations, leur âge ainsi que les critères d'inclusions et d'exclusions retenus par les études les concernant seront discutés.

#### **6.1.1 Genre des populations**

Premièrement, sur les cinq études retenues, la proportion de garçons et de filles n'est pas identique pour trois d'entre elles. En effet, dans l'étude de Rajendran et al. (2013), la proportion des garçons est deux fois plus élevée que celle des filles. Majlesi et al. (2014) n'ont quant à eux choisi d'inclure dans leur étude que des sujets de sexe masculin. Ceci entraîne un questionnement sur l'applicabilité de l'intervention à la population féminine. Pour finir, Effgen (1981) n'a pas relevé le genre de sa population.

#### **6.1.2 Age des populations**

Pour ce qui est de l'âge, Rine et al. (2004) ont inclu des enfants de 3 ans à 8 ans et demi. Majlesi et al. (2014) ont quant à eux inclu des enfants plus âgés (entre 8 et 14 ans). Par conséquent, leurs résultats sont difficilement comparables. Pour les 3 autres études (Effgen (1981), Rajendran et al. (2012) Shah et al. (2013)), l'âge des enfants se situe entre 6 et 12 ans. , ce qui permet de faciliter la comparaison pour cette variable.

#### **6.1.3 Critères d'inclusion et d'exclusion des études retenues**

A propos des critères d'inclusion, toutes les études ont choisi une population d'enfants sourds. Par contre, ces critères sont très hétérogènes concernant les modalités de la surdité. En effet, les critères retenus par Rajendran et al. (2013) et Effgen (1981) sont des enfants avec surdité profonde à sévère (> 75 et 90 dB). Ceux de Majlesi et al. (2014) sont des enfants venant d'une école pour malentendant. Shah et al. (2013) ont quant à eux choisi des enfants avec surdité uni ou bilatérale, avec ou sans implant cochléaire, critère également sélectionné dans l'étude de Rajendran et al (2013). Seuls Rine et al. (2004) et Shah et al. (2013) ont précisé que l'origine de la surdité est neurosensorielle. En effet, les

trois autres études (Effgen (1981) ; Majlesi et al. (2014) ; Rajendran et al. (2013)) n'ont pas jugé nécessaire d'effectuer des contrôles du type de surdité.

Les critères d'exclusion des études retenues sont de manière générale homogènes. En effet, toutes les études ont exclu les enfants ayant des troubles neurologiques, orthopédiques, visuels et cognitifs. Majlesi et al. (2014) sont les seuls à avoir pris en compte la médication des enfants en excluant ceux qui affectent le système nerveux central.

## **6.2 Intervention**

Les interventions de rééducation vestibulaire sont déclinées sous différentes formes dans les études retenues. En effet, elles varient selon leur durée, leur fréquence et les types d'exercice.

### Durée d'intervention

La durée totale des interventions varie de 10 jours (Effgen, 1981) à 4 mois (Rine et al, 2004). Pour les autres études, elle se situe entre un mois et demi et trois mois.

### Fréquence des séances

Concernant la fréquence des séances, quatre articles sur cinq (Majlesi et al. (2014) ; Rajendran et al. (2013) ; Rine et al. (2004) ; Shah et al. (2013)) ont choisi d'effectuer le traitement 3 fois par semaine. Seule l'étude d'Effgen (1981) dispense son intervention une fois par jour sur dix jours consécutifs.

### Durée de la séance

Trois articles sur cinq (Rajendran et al. (2013) ; Shah et al. (2013) ; Majlesi et al. (2014)) se sont accordés sur le temps de la séance de traitement en choisissant une durée de 45 minutes, contrairement à Effgen (1981) qui a défini dix minutes pour son temps de traitement. Ce dernier est de trente minutes chez Rine et al. (2004).

### Types d'exercices

Tous les auteurs se sont basés sur des protocoles préexistants dans la littérature, tout en se permettant de les modifier de manière arbitraire. Ces protocoles ne sont pas précisément décrits dans les études retenues mais ils sont tous ciblés pour améliorer les compétences motrices et l'équilibre. Il est donc difficile de reproduire exactement l'intervention de chacune des études.

Dans chaque étude, il est précisé que le protocole inclut des exercices de contrôle moteur sans en donner les détails. Il y a également un entraînement d'équilibre, qui est décrit précisément dans 2 études seulement (Effgen (1981) et Majlesi et al. (2014)). Egalement, en plus des exercices d'équilibre, trois études sur cinq ont inclus des exercices de contrôle postural et moteur de types coordination main-œil, coordination générale et un entraînement visuo-moteur (Rajendran et al. (2012) ; Rine et al. (2004) ; Shah et al. (2013)).

Concernant les exercices de coordination main-œil, trois articles sur cinq (Rajendran et al. (2012), Rine et al. (2004) et Shah et al. (2013)) les utilisent dans leur intervention. Pour les exercices visuo-moteur, seulement deux articles (Rine et al. (2004) et Shah et al. (2013)) les ont inclus à leur intervention. Seul un article a inclu des exercices de compétence motrice dans son intervention (Rajendran et al. (2012)). Finalement, Deux articles (Rajendran et al. (2012) ; Shah et al. (2013)) ont utilisé des exercices de coordination générale.

Dans les études de Rajendran et al. (2012) et Shah et al. (2013), les évaluateurs ont ajouté à l'intervention du renforcement positif. Ceci peut être vu comme un biais de co-intervention et pourrait influencer leurs résultats.

Seuls Rajendran et al. (2012) ont testé la faisabilité de leur programme sur deux enfants malentendants avant le début de l'étude. Ceci amène un plus quant à la faisabilité de l'intervention.

#### Interventions du groupe contrôle

L'intervention du groupe contrôle diffère également d'une étude à l'autre. Rajendran et al. (2013) ainsi que Effgen (1981) n'ont donné aucune intervention spéciale aux sujets et ils n'ont porté aucune attention particulière à ce groupe, ce qui, à notre avis, représente une limite à leurs études. De plus, le groupe intervention de Rajendran et al. (2013) a reçu du renforcement positif lors des séances. Ces deux points peuvent influencer les résultats et soulève la question de l'influence du thérapeute.

Pour Rine et al (2004), le groupe contrôle reçoit 3x30 minutes par semaine d'entraînement du langage pendant la durée de l'étude. Ce traitement est complètement différent de celui du groupe intervention. Ceci entraîne ainsi un ressenti de prise en charge des participants du groupe contrôle. Shah et al. (2013) n'ont quant à eux pas de groupe contrôle. En effet, la comparaison des résultats s'est faite en pré et post-intervention sur un même groupe. Cette comparaison permet de mettre en évidence l'effet de l'intervention sur ce groupe, mais cela engendre un niveau de preuve plus faible que lorsqu'il y a un groupe contrôle. Pour terminer, le groupe contrôle de Majlesi et al. (2014) est composé d'enfants normo-entendants recevant le même traitement que le groupe intervention. Ceci entraîne selon nous une très grande différence entre les deux groupes ne permettant pas de généraliser les résultats obtenus à la population entière des enfants sourds.

### **6.3 Outcomes et outils de mesure**

Dans cette partie, la pertinence des différents outcomes et outils de mesure pour évaluer les troubles d'équilibre et le retard du développement moteur, en lien avec des enfants sourds souffrant de déficits vestibulaire, est discutée. Les outcomes retenus sont la compétence motrice, l'équilibre et le contrôle postural.

### **6.3.1 La compétence motrice**

Trois études sur cinq évaluent la compétence motrice. Les études de Shah et al. (2013) et Rajendran et al. (2013) ont toutes les deux utilisé le TGMD-2, outil fiable et standardisé. Rine et al. (2004) ont quant à eux utilisé le PDMS-GM qui est également un outil fiable, valide et standardisé (Folio et Fewell, 2000).

### **6.3.2 L'équilibre**

Deux études sur cinq évaluent l'équilibre. Majlesi et al. (2014) ont utilisé le SMART Balance Master qui est valide et fiable (Pickerill et Harter, 2011) alors que Effgen (1981) a utilisé la plateforme de force de Kristal Instrumental Corp dont les informations sont trop anciennes pour être retrouvées.

### **6.3.3 Le contrôle postural**

Trois articles sur cinq évaluent le contrôle postural. Pour l'étude de Rajendran et al. (2013), les auteurs ont utilisés le PS meter, OLST et PRT. Le PS meter est un outil fiable. L'OLST a une fiabilité élevée pour les enfants malentendants mais les résultats sur sa validité sont controversés (Varbeque et al. 2004) et le PRT est un test fiable et valide (Rajendran et al. 2013).

### **6.3.4 Evalueurs**

Trois articles sur cinq sont des études contrôlées randomisées (Effgen, (1981) ; Rajendran et al. (2013) ; Rine et al. (2004)) ; cependant, aucune d'entre elles ne comprend le critère du double aveugle. Ceci diminue la qualité intrinsèque de ces études. De plus, les évaluateurs des deux articles restants (Majlesi et al. (2014) ; Shah et al. (2013)) ne sont également pas en aveugle. Nous supposons que cela peut créer des biais potentiels involontaires car les attentes du thérapeute risquent d'influencer les résultats (Portney et Watkins, 2007).

## **6.4 Comparaison des résultats**

### Compétence motrice

Les résultats obtenus dans les différentes études concernant la compétence motrice sont en faveur de la mise en place d'une rééducation vestibulaire. En effet, une amélioration de la compétence motrice a été relevée par les deux tests utilisés. Du fait de la différence de méthode de comparaison des résultats de certaines études (groupe contrôle ou groupe pré et post-intervention), l'interprétation des résultats des trois études analysant cet outcome (Rajendran et al. (2013) ; Rine et al. (2004) ; Shah et al. (2013)) doit se faire avec parcimonie. En effet, il est impossible de savoir si les effets obtenus sur les groupes

pré et post-intervention sont dus à l'intervention même ou alors à un effet placebo. Nous pensons tout de même que les résultats obtenus par Rine et al. (2004) sont réellement dus à l'effet de l'entraînement prodigué au groupe étude de par le fait que le groupe contrôle a reçu une intervention totalement différente. La fiabilité, la validité et la reproductibilité des outils de mesures utilisés, ainsi que la similarité des interventions, nous permettent de penser que les résultats obtenus sont reproductibles dans la pratique. Il aurait cependant été favorable d'avoir le diagnostic exact du type de surdité des sujets ainsi qu'un plus grand nombre de sujet pour que les résultats soient représentatifs de la population.

### Equilibre

Les résultats obtenus concernant l'équilibre sont plutôt hétérogènes. En effet, Effgen (1981) ne relève pas de différence statistiquement significative pour le groupe expérimental. Ceci est en contradiction avec l'étude de Majlesi et al. (2014) qui, elle, note une amélioration statistiquement significative pour le groupe étudié. L'interprétation de ces résultats doit également se faire de manière prudente, du fait que la comparaison de l'intervention se fait par rapport à un groupe contrôle pour (Effgen, 1981) et par rapport à un groupe pré et post-intervention pour (Majlesi et al. 2014). Les temps d'intervention n'étant pas égaux, ils pourraient aussi expliquer cette différence. En second lieu, les résultats de Effgen sont non seulement à discuter du fait que les qualités psychométriques de l'outil de mesure utilisé ne sont pas retrouvées dans la littérature mais encore concernant la mauvaise qualité méthodologique de cette étude. En effet, nous l'avons cotée à 12/17 points avec la grille de Law et al. modifiée (Tableau 4).

### Contrôle postural

Pour le contrôle postural, les résultats obtenus sont statistiquement significatifs dans la plupart des cas. Concernant les résultats de l'étude de Rajendran et al. (2013), une différence statistiquement significative entre le groupe étude et le groupe contrôle a été mise en évidence pour tous les tests effectués. Dans l'étude de Shah et al. (2013), les auteurs ont utilisé le PBS pour évaluer le contrôle postural. Ils ont également mis en avant une différence statistiquement significative entre avant et après l'intervention. Les quatre outils de mesures utilisés par ces deux études sont fiables et valides, ce qui permet de penser que ces résultats ont une valeur statistique élevée (Rajendran et al. (2013); Vaillant (2004) ; Verbecque et al. (2015)).

L'étude de Rine et al. (2004), n'a, quant à elle, pas relevé de résultats significatifs pour deux des trois parties de son outil de mesure, qui est en lieu même fiable et valide (Pickerill et Harter, 2011). Pour les parties somatosensory ratio et vision ratio, une amélioration a été remarquée entre le groupe intervention et le groupe contrôle mais elle n'est pas statistiquement significative alors que pour la partie SCT-3, la différence est statistiquement significative. Une fois les données post-intervention des trois parties rassemblées, la différence entre le groupe intervention et le groupe contrôle est



statistiquement significative. Les résultats pour le contrôle postural montrent tous une tendance à l'amélioration suite à un programme neuromusculaire vestibulaire spécifique et un entraînement du contrôle moteur.

En conclusion, les résultats obtenus concernant les trois outcomes vont plutôt dans le sens d'une amélioration du développement moteur suite à une intervention de rééducation vestibulaire, ce qui répond positivement à notre question de recherche.

#### **6.4.1 Outcomes supplémentaires**

L'étude de Rajendran et al. (2013) a également relevé la qualité de vie des enfants sourds. Cet outcome a été évalué par la PedsQL Generic Core Scale qui est une échelle fiable et valide. Elle prend en compte les éléments physiques, émotionnels et sociaux de l'enfant et de l'adolescent (Varni et al. 2001). Pour cet outcome, les résultats du groupe intervention ont démontré une augmentation de 45.41 (32.29-66.6) à 63.09 (43.31-77.2). Il obtient une différence statistiquement significative par rapport au groupe contrôle ( $p = 0.01$ ). La rééducation vestibulaire a ainsi un impact favorable sur la qualité de vie des enfants sourds.

### **6.5 Comparaison des résultats à la littérature**

Comme décrit dans la méthodologie, la revue systématique de Fernandes et al. (2015) traite également de cette thématique, avec de petites différences :

- Nombre total d'articles : Les trois études retenues dans la revue de Fernandes et al. (2015) font également partie de notre étude. Par contre, nous en avons incluses deux de plus.
- Evaluation de la qualité méthodologique des articles : Fernandes et al (2015) ont décidé d'utiliser l'échelle PEDro, qui a une fiabilité moyenne ( $ICC = 0.56$ ), pour évaluer la qualité de leurs articles. Ils ont accordé une cotation de 6/11 pour chacun des trois articles. De notre côté, les articles ont obtenu de meilleurs scores : entre 14 et 16/17 sur la grille Law et al. modifiée (Tableau 4). La dissemblance des items entre les deux grilles utilisées peut être la raison de cette différence.
- Exactitude du sujet : Après lecture de cette revue, nous avons constaté que le traitement de la thématique est très superficiel. Selon nous, certaines informations sont incomplètes. Nous avons donc gardé cette remarque en tête tout au long de l'écriture de ce travail afin d'être le plus complet possible.

Nous avons évalué la qualité méthodologique de cette revue qui a obtenu un score de 3/11 sur la grille AMSTAR (Shea, Grimshaw, Wells, Boers, Anderson, Hamel, & Bouter, 2007). Malgré la faible qualité de cette revue, les auteurs sont arrivés à la même conclusion que nous, c'est-à-dire que la rééducation vestibulaire a un effet bénéfique chez les enfants malentendants.

Comme la thématique de ce travail est récente, il n'y pas assez de matière dans la littérature pour que nous puissions comparer les résultats obtenus à d'autres études.

## **6.6 Limites de notre revue**

Ce travail est la première revue de la littérature que nous réalisons. Plusieurs points sont retenus quant aux limites de ce travail. Ils font référence à la méthodologie, à la qualité des études, à la langue, à la littérature sur le sujet ainsi qu'au choix des outcomes.

### **Méthodologie**

La recherche d'articles s'est faite sur un nombre restreint de bases de données, d'autres articles auraient peut-être pu être trouvés si le champ de recherche avait été plus large. De plus, les équations de recherche ont été limitées par l'utilisation et le choix des mots-clés. En effet, le sujet n'étant pas suffisamment pourvu en littérature, l'application de descripteurs est limitante.

### **Qualité des études**

- 1) Les designs des études sélectionnées varient de la RCT à la quasi-expérimentale. De ce fait cela entraîne une différence des niveaux d'évidence par rapport à la grille JBI (2013). Selon cette même grille, les études quasi-expérimentales sous forme de test pré et post intervention ont le niveau de preuve le moins élevé dans la catégorie 2. Ceci peut diminuer la qualité de notre revue.
- 2) Le choix de la grille Law et al. (1998) pour laquelle nous avons associé une cotation a éventuellement pu modifier les qualités psychométriques de cet outil. C'est pourquoi nous n'avons pas choisi de prendre en compte l'évaluation de la qualité des études comme critère d'inclusion. Ainsi, nous avons probablement incorporé certaines études de moins bonne qualité, ce qui a pu affecter nos résultats. Pour pallier à cela, nous avons analysé les résultats des études de moins bonne qualité avec grande attention et de manière nuancée.

### **Langue**

Le fait de n'avoir inclus que des études en français et en anglais a certainement restreint la recherche. De plus, la traduction faite depuis l'anglais peut entraîner des risques d'interprétation. Pour contrer cela, nous avons pris garde à cet élément.

## **Littérature sur le sujet**

- 1) Lors des recherches, nous avons pu constater qu'il existe peu de littérature sur le sujet. Les raisons possibles sont que ce sujet est nouveau et que la population est restreinte. En effet, l'article le plus ancien trouvé pour le travail d'analyse date de 1981. De cette date à 2004, aucune étude n'a été recensée. Depuis 2012, plusieurs articles sont apparus, ceci prouve que le sujet est récent et provoque un certain questionnement de nos jours.
- 2) La population prise en compte par les études incluses dans cette revue varie de 10 à 49 sujets, ce qui représente une taille d'échantillons trop restreinte pour considérer que les résultats soient représentatifs de la population des enfants atteints de surdité neurosensorielle.
- 3) Les critères d'inclusions des études ne précisent que rarement le type de surdité des enfants malentendants.

## **Choix des outcomes**

Suite à l'analyse des articles, la qualité de vie a été omise dans le choix des outcomes pour ce travail. En effet, il aurait été judicieux de l'intégrer dans cette revue.

## **6.7 Pistes de recherche**

Les pistes de recherche soulevées par notre travail sont nombreuses :

Premièrement, la qualité de vie des enfants malentendants n'a été prise en compte que dans une des études sélectionnées. Nous pensons que le fait d'inclure cet outcome serait bénéfique aux futures recherches. En effet, à notre avis, il est important d'évaluer le ressenti des sujets en rapport à l'intervention reçue.

Deuxièmement, nous pensons qu'il serait également important d'évaluer les compétences fonctionnelles des sujets ainsi que leur niveau d'autonomie. En effet, les outcomes analysés dans les études sélectionnées ne sont pas des activités fonctionnelles.

Troisièmement, il serait judicieux, lors de futures recherches, d'inclure un plus grand nombre de sujets et d'en diversifier leur provenance afin de pouvoir étendre les résultats obtenus à l'ensemble des enfants malentendants. Il serait aussi nécessaire d'allonger la durée de l'étude afin d'inclure des résultats à long terme. En effet, l'effet à long terme de l'intervention des études sélectionnées n'a pas été investigué.

Quatrièmement, il serait important de pouvoir évaluer une intervention standard optimale pour cette population. En effet, les interventions relatées dans les articles sélectionnés diffèrent les unes des autres.

Cinquièmement, il serait judicieux d'effectuer une étude pour évaluer l'apport de l'implant cochléaire par rapport à un groupe contrôle recevant uniquement de la rééducation vestibulaire (sans implant cochléaire), ainsi que de combiner l'implant cochléaire avec de la rééducation vestibulaire. En effet, l'efficacité de l'implant cochléaire a été prouvée chez la population adulte concernant le contrôle postural.

## **6.8 Implications cliniques**

Les tendances dégagées par nos résultats s'orientent en faveur de la mise en place d'une intervention de rééducation vestibulaire chez les enfants malentendants atteints de déficiences vestibulaires. Nous avons pu constater que cette population était insuffisamment prise en charge pour la problématique du retard de développement moteur. Il serait donc nécessaire d'entreprendre une prise en charge précoce, avant l'entrée en âge scolaire, pour limiter les conséquences psychologiques, sociales et physiques d'un retard de développement moteur.

Cette prise en charge pourrait ouvrir un nouveau champ de compétence pour les physiothérapeutes travaillant dans un service de pédiatrie. Ils devraient être capable de faire passer des tests de dépistage ainsi que de donner l'intervention spécifique qu'est la rééducation vestibulaire en utilisant des exercices spécifiques aux systèmes somatosensoriels, visuels et proprioceptifs pour compenser la déficience du système vestibulaire (Rajendran et Roy, 2011). Il serait également intéressant de développer des formations continues en lien avec cette problématique récente pour pouvoir prodiguer des soins de bonne qualité.

## 7 Conclusion

La surdité neurosensorielle chez les enfants provoque dans la majorité des cas des déficiences vestibulaires. Ceci mène à un retard de développement moteur, des troubles de l'équilibre ainsi que des troubles posturaux.

Cette revue amène un regard nouveau quant à la prise en charge de cette population. Pour le moment, cette problématique n'est pas prise systématiquement en compte pour chaque enfant avec surdité neurosensorielle.

Ce travail met en lumière l'effet d'une intervention de rééducation vestibulaire pour cette population. Quatre des références que nous avons retenues font ressortir une influence positive sur le développement moteur. Plus précisément, la rééducation vestibulaire permet une amélioration des compétences motrices, du contrôle postural ainsi que du contrôle de l'équilibre. De plus, l'une des références retenues montre que la qualité de vie peut être améliorée grâce à cette intervention.

Nous avons pu constater que la rééducation vestibulaire chez les enfants sourds ne fait partie ni du traitement de base pour cette déficience ni du champ de compétences du physiothérapeute. Nous espérons que les tendances relevées par notre revue encourageront les thérapeutes à explorer davantage ce domaine.

Pour conclure, nous pensons qu'il serait nécessaire de faire une étude pour établir l'intervention optimale (durée, fréquence et types d'exercice) pour ce type de population avec déficiences auditives neurosensorielles.

## 8 Liste de références

- Chien, C.-W., Hu, M.-H., Tang, P.-F., Sheu, C.-F., & Hsieh, C.-L. (2007). A Comparison of Psychometric Properties of the Smart Balance Master System and the Postural Assessment Scale for Stroke in People Who Have Had Mild Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(3), 374-380. DOI : 10.1016/j.apmr.2006.11.019
- Cordo P. J. et Nashner L. M. (1982). Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *Journal of Neurophysiology*, 47(2), 287-302.
- De Kegel, A., Maes, L., Baetens, T., Dhooge, I., et Van Waelvelde, H. (2012). The influence of a vestibular dysfunction on the motor development of hearing-impaired children: Balance Function in Hearing-Impaired Children. *The Laryngoscope*, 122(12), 2837-2843. DOI : 10.1002/lary.23529
- Dewey D. et Tupper D. E. (2004). Developmental motor disorders : a neuropsychological perspective, *The Guilford Press*.
- Effgen, S. K. (1981). Effect of an exercise program on the static balance of deaf children. *Physical Therapy*, 61(6), 873-877.
- Fernandes, R., Hariprasad, S., & Kumar, V. K. (2015). Physical therapy management for balance deficits in children with hearing impairments: A systematic review: Balance rehabilitation in deafness. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 51(8), 753-758. DOI : 10.1111/jpc.12867
- Folio, R., & Fewell, R. R. (2000). Peabody Developmental Motor Scales, Second Edition (PDMS-2) (2<sup>e</sup> édition).
- Fraix, M., Gordon, A., Graham, V., Hurwitz, E., & Michael A., S. (2013). Use of the SMART Balance Master to Quantify the Effets of Osteopathic Manipulative Treatment in Patients With Dizziness. *The Journal Of American Osteopathic Association*, 113(5).
- Franjoine, M., Gunther, J., & Taylor, M. (2003). Pedriatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatric Physical Therapy*, 15(2), 114-128.
- Guiraud, J. (2007). *Effets de la surdité totale et de la r habilitation auditive par l'implant cochléaire sur l'organisation fonctionnelle du système auditif*. Mémoire de thèse de doctorat inédite, Université Lum re Lyon. Repéré à [http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2007/guiraud\\_j#p=0&a=top](http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2007/guiraud_j#p=0&a=top)
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Bouch, J., & Westmoriand, M. (1998). Critical Review Form - Qualitative Studies. *McMaster University*.

- Lecrevoisier, S. (2009). *Rééducation vestibulaire chez l'enfant sourd - Apports de la psychomotricité*. Mémoire de diplôme inter-universitaire inédit, Université Pierre et Marie Curie. Repéré à <http://s3.e-monsite.com/2011/01/30/88575031reeducation-vestibulaire-chez-l-enfant-sourd-pdf.pdf>
- Maes, L., De Kegel, A., Van Waelvelde, H., & Dhooge, I. (2014). Association Between Vestibular Function and Motor Performance in Hearing-impaired Children. *Otology & Neurotology*, 35(10), 343-347. DOI : 10.1097/MAO.0000000000000597
- Majlesi, M., Farahpour, N., Azadian, E., & Amini, M. (2014). The effect of interventional proprioceptive training on static balance and gait in deaf children. *Research in Developmental Disabilities*, 35(12), 3562-3567. DOI : 10.1016/j.ridd.2014.09.001
- Marieb, E. N., Hoehn, K., Moussakova, L., & Lachaine, R. (2010). *Anatomie et physiologie humaines*. Paris; [Saint-Laurent (Québec)]: Pearson ; ERPI.
- McDonnell, M. N., & Hillier, S. L. (2015). Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. In *The Cochrane Collaboration (éd.), Cochrane Database of Systematic Reviews*. DOI : 10.1002/14651858.CD005397
- Melo, R. de S., Lemos, A., Macky, C. F. da S. T., Raposo, M. C. F., & Ferraz, K. M. (2015). Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. *Journal of Otorhinolaryngology*, 81(4), 431-438. DOI : 10.1016/j.bjorl.2014.08.014
- Palisano, R., Kolobe, T., Haley, S., Lowes, L., & Jones, S. (1995). Validity of the Peabody Developmental Gross Motor Scale as an evaluative measure of infants receiving physical therapy. *Physical Therapy*, 75(11), 939-948.
- Pickerill, M. L., & Harter, R. A. (2011). Validity and Reliability of Limits-of-Stability Testing: A Comparison of 2 Postural Stability Evaluation Devices. *Journal of Athletic Training*, 46(6), 600-606.
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2007). *Foundations of clinical research: applications to practice*. Pearson. 171-172.
- Purves, D. (2005). *Neurosciences*. (3<sup>e</sup> édition). De Boeck Université.
- Rajendran, V. & Roy, F. (2011). An overview of motor skill performance and balance in hearing impaired children. *Italian Journal of Pediatrics*, 37(1), 33. DOI : 10.1186/1824-7288-37-33
- Rajendran, V., Roy, F. G., & Jeevanantham, D. (2012). Postural control, motor skills, and health-related quality of life in children with hearing impairment: a systematic review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 269(4), 1063-1071. DOI : 10.1007/s00405-011-1815-4

- Rajendran, V., Roy, F. G., & Jeevanantham, D. (2013). A preliminary randomized controlled study on the effectiveness of vestibular-specific neuromuscular training in children with hearing impairment. *Clinical Rehabilitation*, 27(5), 459-467. DOI : 10.1177/0269215512462909
- Rine, R. M., Braswell, J., Fisher, D., Joyce, K., Kalar, K., & Shaffer, M. (2004). Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68(9), 1141-1148. DOI : 10.1016/j.ijporl.2004.04.007
- Shah, J. (2013). Effect of Motor Control Program in Improving Gross Motor Function and Postural Control in Children with Sensorineural Hearing Loss-A Pilot Study. *Pediatrics & Therapeutics*, 03(01). DOI : 10.4172/2161-0665.1000141
- Shea, B. J., Grimshaw, J. M., Wells, G. A., Boers, M., Anderson, N., Hamel, C., & Bouter, L. M. (2007). Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 7(10).
- Société Internationale de Réhabilitation Vestibulaire. (2009). *Anatomie et physiologie*. Repéré à <http://www.vestib.org>
- Stokes, M. (2004). Physical management in neurological rehabilitation. *Elsevier Mosby*.
- Thomas, N. (2004). *Psychomotricité: Développement psychomoteur de l'enfant*. Repéré à <http://www.chups.jussieu.fr/polysPSM/psychomot/devPSMenf/devPSMenf.pdf>
- Vaillant, J., Rouland, A., Martigné, P., Braujou, R., Nissen, M. J., Caillat-Miousse, J.-L & Juvin, R. (2009). Massage and mobilization of the feet and ankles in elderly adults: Effect on clinical balance performance. *Manual Therapy*, 14(6), 661-664.
- Varni, J. W., Seid, M., & Kurtin, P. S. (2001). PedsQLTM 4.0: Reliability and Validity of the Pediatric Quality of Life InventoryTM Version 4.0 Generic Core Scales in Healthy and Patient Populations. *Medical Care*, 39(8), 800-812.
- Verbecque, E., Lobo Da Costa, P. H., Vereeck, L., & Hallemans, A. (2015). Psychometric properties of functional balance tests in children: a literature review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57(6), 521-529. DOI : 10.1111/dmcn.12657



## 9 Bibliographie

- Braswell J, Fisher D, Joyce K, Kalar K, Shaffer M. (2004). Improvement of motor development and postural control following intervention in children with sensorineural hearing loss and vestibular impairment. *International Journal Pediatric Otorhinolaryngology*. 68(9), 1141–8.
- Chilosi, A. M., Comparini, A., Scusa, M. F., Berrettini, S., Forli, F., Battini, R., & Cioni, G. (2010). Neurodevelopmental disorders in children with severe to profound sensorineural hearing loss: a clinical study: Neurodevelopmental Disorders in Children with SNHL. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(9), 856-862. DOI : 10.1111/j.1469-8749.2010.03621.x
- Collins Siegel, J., Marchetti, M., & Tecklin, S. J. (1991). Age-Related Balance Changes in Hearing-Impaired Children. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 71(3), 183-189.
- Crowe, T. K., & Horak, F. B. (1988). Motor Proficiency Associated with Vestibular Deficits in Children with Hearing Impairments. *Physical Therapy*, 68(10), 1493-1499.
- De Kegel, A., Maes, L., Van Waelvelde, H., & Dhooge, I. (2015). Examining the Impact of Cochlear Implantation on the Early Gross Motor Development of Children With a Hearing Loss. *Ear and Hearing*, 36(3), 113-121. DOI : 10.1097/AUD.0000000000000133
- Horak, F. B., Shumway-Cook, A., Crowe, T. K., & Black, F. O. (1988). Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with learning disability and motor impairments. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 30(1), 64-79. DOI : 10.1111/j.1469-8749.1988.tb04727.x
- Leigh, G., Ching, T. Y. C., Crowe, K., Cupples, L., Marnane, V., & Seeto, M. (2015). Factors Affecting Psychosocial and Motor Development in 3-Year-Old Children Who Are Deaf or Hard of Hearing. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 20(4), 331-342. DOI : 10.1093/deafed/env028
- Lemay, J., & Nadeau, S. (2013). Potential of the smart balance master system to assess standing balance in people with incomplete spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(1), 55-60. DOI : 10.2340/16501977-1067
- Lewis, S., Higham, L., & Cherry, D. B. (1985). Development of an Exercise Program to Improve the Static and Dynamic Balance of Profoundly Hearing-Impaired Children. *American Annals of the Deaf*, 130(4), 278-284. DOI : 10.1353/aad.2012.1020
- Martin, W., Jelsma, J., & Rogers, C. (2012). Motor proficiency and dynamic visual acuity in children with bilateral sensorineural hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. DOI : 10.1016/j.ijporl.2012.07.007

- Nandi, R., & Luxon, L. M. (2008). Development and assessment of the vestibular system. *International Journal of Audiology*, 47(9), 566-577. DOI : 10.1080/14992020802324540
- Rine, R. M., Cornwall, G., Can, K., LoCASCIO, C., O'Hare, T., Robinson, E., & Rice, M. (2000). Evidence of progressive delay of motor development in children with sensorineural hearing loss and concurrent vestibular dysfunction. *Perceptual and Motor Skills*, 90(3c), 1101-1112. DOI : 10.2466/pms.2000.90.3c.1101
- Rine, R. M. (2009). Growing evidence for balance and vestibular problems in children. *Audiological Medicine*, 7(3), 138-142. DOI : 10.1080/16513860903181447
- Sauvage, J.-P. (2014). *Vertiges: manuel de diagnostic et de réhabilitation (2ème édition)*. France : Elsevier Masson.
- Suarez, H., Angeli, S., Suarez, A., Rosales, B., Carrera, X., & Alonso, R. (2007). Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71(4), 629-637. DOI : 10.1016/j.ijporl.2006.12.014
- Thiamwong, L., & Suwanno, J. (2014). Effects of Simple Balance Training on Balance Performance and Fear of Falling in Rural Older Adults. *International Journal of Gerontology*, 8(3), 143-146. DOI : 10.1016/j.ijge.2013.08.011
- Walicka-Cupryś, K., Przygoda, Ł., Czenczek, E., Truszczyńska, A., Drzał-Grabiec, J., Zbigniew, T., & Tarnowski, A. (2014). Balance assessment in hearing-impaired children. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 2728-2734. DOI : 10.1016/j.ridd.2014.07.008
- Woollacott, M., Debû, B., & Mowatt, M. (1987). Neuromuscular Control of Posture in the Infant and Child: Is Vision Dominant? *Journal of Motor Behavior*, 19(2), 167-186. DOI : 10.1080/00222895.1987.10735406

## **10 Annexes**

Annexe I : Développement moteur de l'enfant

Annexe II : Tableau des équations

Annexe III : Grille de Law et al. originale

Annexe IV : Présentations des études

# Annexe I

## A la naissance

- Réflexes archaïques (de succion, de marche automatique, de Moro, de grasping, d'allongement croisé, tonique asymétrique du cou, etc.)
- Motricité
  - Hypertonies des membres
  - Hypotonie de la tête et du tronc
- Tenu assis: cyphose thoracique (absence de contrôle des muscles vertébraux et lombaires)
- DV : position fœtale (genoux sous le ventre, bassin élevé, tête sur le côté)

## 2 mois

- Motricité
  - Brutale, diminution des réflexes archaïques
- Tenu assis : la tête tient droite quelques secondes et vacille. Le dos est toujours mou.
- DD : flexion ou semi-flexion des membres inférieurs ou membres supérieurs
- DV : sphinx, peut soulever tête jusqu'à 45°, hanche en extension et bassin à plat

## 3 mois

- Maturité cérébrale car disparition de certains réflexes archaïques
- Tenu assis : tête droite, dos et nuque fermes, région lombaire faible
- DD : mouvements de flexion-extension des membres inférieurs (« le bébé s'intéresse à son corps » = l'âge du « regard de la main »)
- DV : bassin à plat, hanche en extension, tête 45-90°, prend appui sur ses avant-bras.

## 4 mois

- Tenu assis : la tête reste droite
- DD : le contrôle de ses muscles abdominaux lui permet de rouler de DD à DL (contrôle musculature antérieure)
- DV : relève la tête à 90°, redresse son thorax, appui sur les coudes, « Bébé nage : membres s'étendent en extension complète »

#### 5 mois

- Tiré en position assise : participe activement à ce mouvement en soulevant sa tête et en pliant ses jambes pour aller vers l'avant
- DD : mouvements de pédalage et joue avec ses pieds
- DV : porte son poids sur ses avant-bras en se redressant. Les avant-bras sont en hyper-extension vers l'avant. Prend appui sur son thorax pour faire « l'avion » = « se retourner du ventre sur le dos »
- Maintenu en position debout : soutient grande partie du poids de son corps et fait beaucoup de mouvements de pédalage

#### 6 mois

- Assis : position trépied ou tripode
- DD : décolle la tête et les épaules du plan du lit (essai passage DD-assis), saisit ses pieds et se retourne dos-ventre
- DV : se redresse sur ses mains et utilise ses mains pour jouer
- Maintenu debout : tient quasi tout le poids de son corps sur ses jambes et sautille. Stade du sauteur

#### 7 mois

- Assis sans soutien : tend les mains en avant pour éviter de tomber : stade du parachutiste
- DD : saisit ses pieds et suce ses orteils. Il a pris connaissance de son corps
- DV : supporte son poids sur une main pour saisir un objet
- Retournement des deux côtés
- Maintenu en position debout : saute et s'accroupit, déploie une grande vitalité

#### 8 mois

- Tient assis seul (modifie sa position pour saisir un objet)
- DD : passage en position assise en passant par DL et s'aidant avec son bras
- DV : position de l'ours (sur les mains et la pointe des pieds)
- Déplacement avec les retournements (1<sup>er</sup> mode de locomotion)

#### 9 mois

- Assis : pivote sur les fesses
- DV : rampe, mouvements commencent à reculons
- Se met debout en se tenant aux meubles et au parc
- Passe de DD-assis (appui des mains par position « lapin » ou appui latéral d'un coude puis main)

#### 10 mois

- Marche à 4 pattes
- Se met debout seul en position de « chevalier servant » en se tenant aux meubles, fait quelques pas et tombe souvent

#### 11-12 mois

- Marche de l'ours
- Début des premiers pas : marche tenu par quelqu'un ou avec un appui (mur, déambulateur)
- Debout, il se baisse pour ramasser un jouet

#### 15 mois

- Marche seul et monte l'escalier à 4 pattes
- Se met debout seul sans appui mais son équilibre est insuffisant et chute massivement
- S'agenouille sans aide et passe de debout à assis

#### 18 mois

- Monte et descend les escaliers en tenant la rampe
- Commence à courir (membres inférieurs et membres supérieurs écartés) et les chutes sont fréquentes
- S'accroupit pour ramasser un objet
- Commence à sauter sur ses deux pieds
- Tire un jouet derrière lui en marchant
- Peut marcher à reculons

#### 2 ans

- Monte et descend l'escalier seul sans alterner les pieds
- Court vite (l'équilibre est meilleur), tourne en cercle, sautille, grimpe et danse

- Tape dans un ballon avec précision et équilibre

3 ans

- Monte et descend les escalier en alterné
- Saut unipodal et peut maintenir son équilibre unipodal quelques secondes
- Conduit un tricycle

4 ans

- Vélo sans roues latérales
- Monte et descend de la voiture

5 ans

- Sautille sur ses deux pieds et saute à cloche-pied

6 ans

- Saute les pieds joints et tape la balle dans le but

## Annexe II

### Pubmed

| N° | Equations                                                                            | Résultats |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1  | ((child) AND vestibular rehabilitation) AND balance                                  | 43        |
| 2  | (static balance) AND deaf children                                                   | 16        |
| 3  | ((children) AND vestibular rehabilitation) AND deafness                              | 37        |
| 4  | (((((hearing impaired) AND children) AND physical therapy) AND exercise) AND balance | 6         |

### Cochrane Library

| N° | Equations                                                 | Résultats |
|----|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 1  | Children with sensorineural loss AND gross motor function | 2         |
| 2  | Hearing impairment AND postural control AND children      | 2         |

### Cinahl

| N° | Equations                                            | Résultats |
|----|------------------------------------------------------|-----------|
| 1  | Children hearing impairment AND balance              | 16        |
| 2  | Hearing impairment AND postural control AND children | 2         |

### Pedro

| N° | Equation                            | Résultats |
|----|-------------------------------------|-----------|
| 1  | Vestibular rehabilitation, children | 3         |



## Annexe III

### Critical Review Form – Qualitative Studies

©Law, M., Stewart, D., Letts, L., Pollock, N., Bouch, J., & Westmorland, M., 1998  
McMaster University

Citation:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

### Comments

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>STUDY PURPOSE</b><br>Was the purpose stated clearly?<br><br><input type="checkbox"/> Yes<br><input type="checkbox"/> No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Outline of the purpose of the study.                                                                                                          |
| <b>LITERATURE:</b><br>Was relevant background literature reviewed:<br><br><input type="checkbox"/> Yes<br><input type="checkbox"/> No<br><br>What area(s) of occupational therapy were studied?<br><input type="checkbox"/> self care<br><input type="checkbox"/> productivity<br><input type="checkbox"/> leisure<br><input type="checkbox"/> performance components<br><input type="checkbox"/> environmental components<br><input type="checkbox"/> occupation | Describe the justification of the need for this study.<br><br><br>How does the study apply to professionals and/or to your research question? |
| <b>STUDY DESIGN:</b><br>What was the design:<br><input type="checkbox"/> ethnography<br><input type="checkbox"/> grounded theory<br><input type="checkbox"/> participatory action research<br><input type="checkbox"/> phenomenology<br><input type="checkbox"/> other<br><br><input type="text"/>                                                                                                                                                                | What was the study design? Was the design appropriate for the study question? (e.g, for knowledge level about the issue, ethical issues)      |
| Was theoretical perspective identified?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Describe the theoretical perspective for this study.                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>_____ Yes</p> <p>_____ No</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Method (s) used:</p> <p>_____ participant observation</p> <p>_____ interviews</p> <p>_____ historical</p> <p>_____ focus groups</p> <p>_____ other</p> <p>_____</p>                                                                                                                                                                                                  | <p>Describe the method(s) used to answer the research question.</p>                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>SAMPLING:</b></p> <p>The process of purposeful selection was described</p> <p>_____ Yes</p> <p>_____ No</p> <p>Sampling was done until redundancy in data was reached</p> <p>_____ Yes</p> <p>_____ No</p> <p>_____ Not addressed</p> <p>Was informed consent obtained?</p> <p>_____ Yes</p> <p>_____ No</p> <p>_____ Not addressed</p>                           | <p>Describe sampling methods used. Was flexibility in the sampling process demonstrated?</p> <p>Describe ethics procedure.</p>                                                                                                                               |
| <p><b>DATA COLLECTION:</b></p> <p><b>Descriptive Clarity</b></p> <p>Clear &amp; complete description of site: _____ Y _____</p> <p>N</p> <p>participants: _____ Y _____</p> <p>N</p> <p>researcher's credentials _____ Y _____</p> <p>N</p> <p>Role of researcher &amp; relationship with participants _____ Y _____</p> <p>N</p> <p>Identification (bracketing) of</p> | <p>Describe the context of the study. Was it sufficient for understanding of the "whole" picture?</p> <p>Describe how elements of the study were documented. What was missing?</p> <p>Describe data collection methods. How were the data representative</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>assumptions of researcher<br/> _____ Y _____<br/> N</p> <p><b>Procedural Rigor</b><br/> Procedural rigor was used in the data collection strategies:</p> <p>_____ Yes<br/> _____ No<br/> _____ Not addressed</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>of the “whole” picture? Describe any flexibility in the design &amp; data collection methods.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>DATA ANALYSIS:</b></p> <p><b>Analytical Preciseness</b><br/> _____ Y _____ N _____ Not addressed</p> <p>Findings were consistent with &amp; reflective of data<br/> _____ Y _____ N</p> <p><b>Auditability</b><br/> Decision trail developed &amp; rules reported<br/> _____ Y _____ N _____ Not addressed</p> <p>Process of transforming data into themes/codes was described adequately<br/> _____ Y _____ N _____ Not addressed</p> <p><b>Theoretical Connections</b><br/> Did a meaningful picture of the phenomenon under study emerge?<br/> _____ Yes<br/> _____ No</p> | <p>Describe methods (s) of data analysis. Were the methods appropriate? What alternative explanations were explored?</p> <p>Describe the decisions of the researcher re: transformation of data to themes/codes. Outline the rationale given for development of themes.</p> <p>How were concepts under study clarified &amp; refined, and relationships made clear? Describe any conceptual frameworks that emerged.</p> |
| <p><b>TRUSTWORTHINESS</b></p> <p>Triangulation was reported for Sources/data _____ Y _____<br/> N<br/> Methods _____ Y _____<br/> N<br/> Researchers _____ Y _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Describe the strategies used to ensure trustworthiness of the findings.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>N<br/>Theories        ____ Y ____<br/>N</p> <p>Member checking was used to<br/>verify findings<br/>____ Y ____ N ____ Not<br/>addressed</p>                                                                                                       |                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>CONCLUSIONS &amp;<br/>IMPLICATIONS</b></p> <p>Conclusions were appropriate<br/>given the findings<br/>____ Y ____ N</p> <p>The findings contributed to<br/>theory development &amp; future<br/>therapy practice/research<br/>____ Y ____ N</p> | <p>What did the study conclude? What were the implications of the<br/>findings for occupational therapy (practice &amp; research)? What were<br/>the main limitations in the study?</p> |

## Annexe IV

| Auteurs et année       | Type                         | But de l'étude                                                                                                                                                                                     | Intervention                                                                                                                | Taille de l'échantillon | Groupe intervention | Groupe contrôle       | Durée d'intervention | Temps d'intervention (minute) | Fréquence  |
|------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|------------|
| Rajendran et al (2013) | Etude contrôlée - randomisée | Efficacité d'un entraînement neuromusculaire spécifique au système vestibulaire sur les capacités motrices, l'équilibre et la qualité de vie                                                       | Entraînement neuromusculaire spécifique au système vestibulaire en thérapie individuelle (coordination main-œil, équilibre) | 21                      | 11                  | 10                    | 6 semaines           | 45                            | 3x/semaine |
| Effgen (1981)          | Etude contrôlée - randomisée | Investiguer les effets d'un programme d'exercices d'équilibre statique sur les compétences d'équilibre des enfants avec déficiences auditives                                                      | Exercices d'équilibre statique                                                                                              | 49                      | 25                  | 24                    | 10 jours             | 15                            | -          |
| Rine et al (2004)      | Etude contrôlée - randomisée | Déterminer les effets d'un programme d'exercices sur le déclin du développement moteur et du contrôle postural des enfants avec déficiences auditives neurosensorielles et atteintes vestibulaires | Exercices neuromusculaires vestibulaires                                                                                    | 21                      | 10                  | 11                    | 4 mois               | 30                            | 3x/semaine |
| Shah et al (2013)      | Etude expérimentale          | Etudier les effets d'un programme de contrôle moteur pour améliorer la fonction motrice et le contrôle postural chez les enfants atteints de perte auditives neurosensorielles                     | Entraînement de contrôle moteur (coordination, équilibre, visuo-motricité)                                                  | 10                      | 10                  | -                     | 12 semaines          | 45                            | 3x/semaine |
| Majlesi et al (2012)   | Etude expérimentale          | Investiguer les effets d'un programme d'exercices d'équilibre (proprioception, équilibre, marche) chez les enfants sourds                                                                          | Entraînement d'équilibre                                                                                                    | 20                      | 10                  | 10 (normo-entendants) | 4 semaines           | 45                            | 3x/semaine |