



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

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



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

Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation  
Département Masso-Kinésithérapique

**Mémoire N°1556**

Mémoire d'initiation à la recherche en Masso-Kinésithérapie

Présenté pour l'obtention du

**Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie**

Par

**LANDI Odile**

**Efficacité de l'exercice aérobique sur l'équilibre et la  
posture chez les patients hémiplegiques**

**après accident vasculaire cérébral**

**Revue de littérature**

*Efficiency of aerobic exercise on balance and posture in hemiplegic patients after  
stroke:*

*A Literature Review*

Directeur de mémoire

**HUGUES Aurélien**

**ANNEE 2019**

**Session 1**

Membres du jury

**ADAMIAK Sandrine**

**HUGUES Aurélien**

**PERRIN Fabien**

## CHARTRE ANTI-PLAGIAT DE LA DRDJSCS AUVERGNE-RHONE-ALPES

La Direction Régionale et Départementale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale délivre sous l'autorité du préfet de région les diplômes paramédicaux et du travail social.

C'est dans le but de garantir la valeur des diplômes qu'elle délivre et la qualité des dispositifs de formation qu'elle évalue, que les directives suivantes sont formulées.

Elles concernent l'ensemble des candidats devant fournir un travail écrit dans le cadre de l'obtention d'un diplôme d'État, qu'il s'agisse de formation initiale ou de parcours VAE.

La présente charte définit les règles à respecter par tout candidat, dans l'ensemble des écrits servant de support aux épreuves de certification du diplôme préparé (mémoire, travail de fin d'études, livret2).

Il est rappelé que « le plagiat consiste à reproduire un texte, une partie d'un texte, toute production littéraire ou graphique, ou des idées originales d'un auteur, sans lui en reconnaître la paternité, par des guillemets appropriés et par une indication bibliographique convenable »<sup>1</sup>.

**La contrefaçon** (le plagiat est, en droit, une contrefaçon) **est un délit** au sens des articles L. 335-2 et L. 335-3 du code de la propriété intellectuelle.

### **Article 1 :**

Le candidat au diplôme s'engage à encadrer par des guillemets tout texte ou partie de texte emprunté ; et à faire figurer explicitement dans l'ensemble de ses travaux les références des sources de cet emprunt. Ce référencement doit permettre au lecteur et correcteur de vérifier l'exactitude des informations rapportées par consultation des sources utilisées.

### **Article 2 :**

Le plagiaire s'expose à des procédures disciplinaires. De plus, en application du Code de l'éducation<sup>2</sup> et du Code de la propriété intellectuelle<sup>3</sup>, il s'expose également à des poursuites et peines pénales.

### **Article 3 :**

Tout candidat s'engage à faire figurer et à signer sur chacun de ses travaux, deuxième de couverture, cette charte dûment signée qui vaut engagement :

**Je soussigné(e) .....**

**atteste avoir pris connaissance de la charte anti-plagiat élaborée par la DRDJSCS Auvergne-Rhone-Alpes et de m'y être conformé(e)**

**Je certifie avoir rédigé personnellement le contenu du livret/mémoire fourni en vue de l'obtention du diplôme suivant :**

**Fait à .....**

**Le..... Signature**



<sup>1</sup> Site Université de Nantes : <http://www.univ-nantes.fr/statuts-et-chartes-usagers/dossier-plagiat-784821.kjsp>

<sup>2</sup> Article L331-3 : « les fraudes commises dans les examens et les concours publics qui ont pour objet l'acquisition d'un diplôme délivré par l'Etat sont réprimées dans les conditions fixées par la loi du 23 décembre 1901 réprimant les fraudes dans les examens et concours publics »

<sup>3</sup> Article L122-4 du Code de la propriété intellectuelle



**Mémoire N°1556**

Mémoire d'initiation à la recherche en Masso-Kinésithérapie

Présenté pour l'obtention du

**Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie**

Par

**LANDI Odile**

**Efficacité de l'exercice aérobique sur l'équilibre et la  
posture chez les patients hémiplegiques**

**après accident vasculaire cérébral**

**Revue de littérature**

*Efficiency of aerobic exercise on balance and posture in hemiplegic patients after  
stroke:*

*A Literature Review*

Directeur de mémoire

**HUGUES Aurélien**

**ANNEE 2019**

**Session 1**

Membres du jury

**ADAMIAK Sandrine**

**HUGUES Aurélien**

**PERRIN Fabien**



Université Claude Bernard  Lyon 1

Président

**Frédéric FLEURY**

Vice-président CA

**REVEL Didier**

## **Secteur Santé**

U.F.R. de Médecine Lyon Est

Directeur

**Pr. RODE Gilles**

U.F.R d'Odontologie

Directeur

**Pr. BOURGEOIS Denis**

U.F.R de Médecine Lyon-Sud Charles  
Mérieux

Directrice

**Pr BURILLON Carole**

Institut des Sciences Pharmaceutiques  
et Biologiques

Directrice

**Pr VINCIGUERRA Christine**

Département de Formation et Centre de  
Recherche en Biologie Humaine

Directeur

**Pr SCHOTT Anne-Marie**

Institut des Sciences et Techniques de  
Réadaptation

Directeur

**Dr Xavier PERROT**

Comité de Coordination des  
Etudes Médicales (CCEM)

**Pr COCHAT Pierre**



**Institut Sciences et Techniques de Réadaptation**  
**Département MASSO-KINESITHERAPIE**

Directeur ISTR  
**Xavier PERROT**

**Equipe de direction du département de masso-kinésithérapie :**

Directeur de la formation  
**Franck GREGOIRE**

Responsables des travaux de recherche

**Samir BOUDRAHEM**

Référents d'années

**Geneviève SANSONI**

**Ilona BESANCON**

**Dominique DALLEVET**

**Samir BOUDRAHEM**

Référents stages cycle 1

**Annie KERN-PAQUIER**

Référents stages cycle 2

**Franck GREGOIRE**

Secrétariat de direction et de scolarité

**Pascale SACCUCI**

## Remerciements

Je tiens à remercier toutes celles et tous ceux qui ont contribué au succès de ma formation et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire, travail final de ma formation de masso-kinésithérapeute.

Je voudrais tout d'abord adresser mes remerciements particuliers à mon directeur de mémoire, Monsieur Aurélien HUGUES, masseur kinésithérapeute et doctorant, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses précieux conseils et son soutien, qui ont contribué à alimenter ma réflexion et m'ont grandement aidée à la rédaction de ce travail.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université de LYON 1 et les intervenants professionnels responsables de ma formation, pour avoir assuré cette-dernière dans ses aspects théoriques et pratiques et m'avoir donné les bases essentielles à la pratique de mon métier.

Je remercie également mes amies Faustine, Elisabeth, Imane, Noémie, Lucile et Célia, pour leurs conseils et les échanges sur nos mémoires respectifs, ainsi que les groupes de travail et leur soutien moral.

Enfin j'adresse mes remerciements chaleureux à mes parents et mes sœurs, pour leur soutien moral, leur aide et leurs encouragements inépuisables tout au long de ces études et de ce travail final.



# TABLE DES MATIERES

<b>1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Etat des lieux, contexte et concepts</b> .....	<b>1</b>
1.1.1. L'accident Vasculaire Cérébral .....	1
1.1.2. La posture .....	5
1.1.3. L'équilibre .....	6
1.1.4. Le déséquilibre postural après un AVC .....	7
<b>1.2. Etat de l'art concernant l'exercice aérobique</b> .....	<b>9</b>
1.2.1. Exercice physique .....	9
1.2.2. Exercice aérobique .....	9
1.2.3. Intensité de l'exercice aérobique .....	10
1.2.4. Durée et fréquence de l'entraînement aérobique .....	13
1.2.5. Type d'exercice aérobique .....	14
1.2.6. Intérêt de l'exercice aérobique dans la rééducation .....	14
<b>1.3. Problématique</b> .....	<b>16</b>
<b>2. Méthode</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1. Critères d'inclusion</b> .....	<b>17</b>
2.1.1. Type d'études .....	17
2.1.2. Population .....	17
2.1.3. Critères de jugement .....	18
<b>2.2. Critères d'exclusion</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3. Ethique</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4. Stratégie de recherche</b> .....	<b>21</b>
<b>2.5. Sélection des études</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6. Extraction des données</b> .....	<b>23</b>
<b>2.7. Analyses des articles</b> .....	<b>23</b>
<b>3. Résultats</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1. Résultats obtenus</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2. Nature des études</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3. Dates de publication</b> .....	<b>26</b>
<b>3.4. Population</b> .....	<b>27</b>
<b>3.5. Qualité des études et risque de biais</b> .....	<b>29</b>
3.5.1. Biais de sélection.....	30
3.5.2. Biais de performance.....	31
3.5.3. Biais de détection .....	31
3.5.4. Biais d'attrition .....	31

3.5.5.	Biais de suivi .....	32
3.5.6.	Autres biais.....	32
3.5.7.	Risque de biais total de l'ensemble des études.....	32
<b>3.6.</b>	<b>Type d'entraînement aérobique .....</b>	<b>33</b>
<b>3.7.</b>	<b>Quantité d'intervention .....</b>	<b>34</b>
<b>3.8.</b>	<b>Critère de jugement .....</b>	<b>36</b>
<b>3.9.</b>	<b>Suivi post-intervention .....</b>	<b>37</b>
<b>3.10.</b>	<b>Résultats posturaux.....</b>	<b>38</b>
3.10.1.	Rééducation basée sur le renforcement des membres inférieurs .....	38
3.10.2.	Rééducation basée sur les exercices répétés orientés par la tâche.....	39
3.10.3.	Rééducation basée sur un entraînement d'exercices aérobiques et d'activités récréatives .....	39
3.10.4.	Rééducation basée sur des exercices de Pilates .....	40
3.10.5.	Rééducation basée sur un programme d'exercices à domicile .....	41
3.10.6.	Rééducation basée sur un entraînement de step .....	41
3.10.7.	Rééducation basée sur un entraînement sur cyclo-ergomètre .....	42
3.10.8.	Rééducation basée sur un entraînement sur tapis de course.....	43
3.10.9.	Rééducation basée sur un entraînement aquatique .....	45
<b>4.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>48</b>
4.1.	Résultats.....	48
4.2.	Pertinence clinique .....	48
4.3.	Biais .....	51
4.4.	Limites .....	52
4.5.	Etudes futures.....	53
<b>5.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>.....</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>.....</b>	<b>.....</b>

## SOMMAIRE DES FIGURES

Figure 1 : Illustration des causes d'AVC.....	2
Figure 2 : Schéma du contrôle postural .....	5
Figure 3 : Echelle de perception de l'effort de Borg traduite par Shephard et al. ....	12
Figure 4 : Echelle de perception de l'effort de Borg, versions originale et modifiée ..	13
Figure 5 : Arbre décisionnel de sélection des études.....	25
Figure 6 : Histogramme représentant le nombre d'études publiées par année .....	26
Figure 7 : Histogramme représentant l'effectif des études .....	27
Figure 8 : Diagramme représentant les délais post-AVC présents dans les études..	28
Figure 9 : Histogramme représentant la qualité des études et les risques de biais...	30
Figure 10 : Histogramme représentant le risque de biais total de l'ensemble des études .....	32
Figure 11 : Histogramme représentant les familles d'entraînement aérobique.....	33
Figure 12 : Histogramme représentant la fréquence des séances .....	35
Figure 13 : Histogramme représentant le nombre total de séances par étude.....	35
Figure 14 : Histogramme représentant la durée par séance .....	35
Figure 15 : Histogramme représentant la durée totale par étude (en minutes) .....	36
Figure 16 : Diagramme représentant les critères de jugement principaux .....	37
Figure 17 : Diagramme représentant les critères de jugement secondaires .....	37
Figure 18 : Diagramme représentant les principaux résultats .....	47

## SOMMAIRE DES TABLEAUX

Tableau I : Classification actuelle des intensités d'exercice, Garber et al., 2011 .....	11
Tableau II : Items de l'échelle de Berg .....	19
Tableau III : Mots-clés utilisés pour la revue de littérature. ....	22
Tableau IV : Délais post-AVC.....	28
Tableau V : Analyses des études sur l'échelle Cochrane.....	29
Tableau VI : Analyse des quantités de traitement .....	34
Tableau VII : Grade des recommandations, (HAS, 2013a) .....	48

## GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS

<i>ADL</i>	<i>Activities of Daily Living</i>
AIT	Accident ischémique transitoire
ALD	Affection de longue durée
ANAES	Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé
ARS	Agence régionale de santé
AVC	Accident vasculaire cérébral
AVQ	Activités de la vie quotidienne
<i>BBS</i>	<i>Berg Balance Scale</i>
<i>BI</i>	<i>Barthel Index</i>
CIF	Classification internationale du fonctionnement
<i>COP</i>	<i>Center of Pressure</i>
CP	Centre de pression
<i>FIM</i>	<i>Functional Indépendance Measure</i>
HAS	Haute autorité de santé
<i>IADL</i>	<i>Instrumental Activities of Daily Living</i>
InVS	Institut de veille sanitaire
MET	<i>Metabolic Equivalent of Task</i>
MI	Membres inférieurs
MS	Membres supérieurs
OMS	Organisation mondiale de la santé
<i>RPE</i>	<i>Rating of Perceived Exertion</i>
SNC	Système nerveux central

## RESUME

**Introduction :** Les accidents vasculaires cérébraux représentent 130 000 nouveaux cas par an en France. Avec le vieillissement de la population, nous serons amenés à rencontrer de plus en plus de patients atteints d'AVC à l'avenir. Après un AVC, 50% des patients sont concernés par les troubles de l'équilibre, et un patient sur deux est victime d'une chute, au moins une fois par an, dans la vie de tous les jours, à domicile. Bien qu'il existe de nombreuses techniques de rééducation de l'équilibre, l'efficacité de certaines d'entre elles reste à prouver. Parmi elle, l'exercice aérobique, qui a déjà fait preuve d'efficacité dans d'autres domaines, semble être une piste à explorer.

**Objectif :** Le but de ce travail est de déterminer l'état des connaissances cliniques et scientifiques concernant l'efficacité de l'exercice aérobique sur l'équilibre et le contrôle postural chez l'adulte hémiplégique après accident vasculaire cérébral.

**Méthode :** Une revue de littérature a été réalisée à l'aide d'un algorithme de recherche sur Pubmed, de sa date de création à janvier 2019, afin d'identifier tous les essais cliniques contrôlés randomisés à ce sujet, parmi des adultes atteints d'AVC aigu, subaigu et/ou chronique. Les critères de jugement principaux, l'équilibre et la posture, seront respectivement évalués avec l'échelle BBS et la posturographie. Les critères de jugement secondaires, l'autonomie et l'indépendance, seront évalués avec les échelles BI, FIM, et IADL.

**Résultats :** 335 occurrences ont été identifiées, parmi lesquelles 17 articles ont été sélectionnés. Cette revue nous montre qu'il existe une grande variété de types d'entraînements aérobiques. 18% des études ont décrit une tendance à l'amélioration de l'équilibre, après l'intervention d'entraînement aérobique. Par ailleurs, 23% des études ont décrit une amélioration significative de l'équilibre au sein des deux groupes, sans différence significative inter-groupe. Enfin, 59% des études ont montré une amélioration significative de l'équilibre, avec une supériorité des résultats dans le groupe interventionnel ayant participé à l'entraînement aérobique.

**Conclusion :** La majorité des études de cette revue de littérature montre une amélioration significative de l'équilibre après un entraînement aérobique, chez les patients hémiplégiques post-AVC. C'est donc une piste prometteuse de rééducation.

**Mots-clés :** Accident vasculaire cérébral, équilibre, exercice aérobique, hémiplégie, kinésithérapie, posture, troubles de l'équilibre.

## **ABSTRACT**

**Background:** Strokes represent 130,000 new cases per year in France. As the population is getting old, we are going to be confronted with more and more patients after stroke in the future. After a stroke, 50% of patients are concerned by balance disorders. One patient out of two suffers a fall, at least once a year, in everyday life, at home. Although there are many techniques for balance rehabilitation, the efficiency of some of them still remain to prove. Among them, aerobic exercise, which has already proved effective in other areas, seems to be a possibility to explore.

**Purpose:** The aim of this work is to determine the state of clinical and scientific knowledge regarding the efficiency of aerobic exercise on balance and postural control in hemiplegic adults after stroke.

**Methods:** A literature review was conducted using a Pubmed search algorithm, from its inception date to January 2019, to identify all randomized controlled trials, in adults with acute, sub-acute and/or chronic stroke. The main assessment criteria, balance and posture, will be evaluated respectively with the BBS scale and posturography. The secondary assessment criteria, autonomy and independence, will be assessed using the BI, FIM, and IADL scales.

**Results:** 335 occurrences were identified, of which 17 articles were selected. This review shows us that there is a wide variety of types of aerobic training. 18% of studies described a trend towards improved balance after the aerobic training intervention. In addition, 23% of the studies described a significant improvement in balance within the two groups, with no significant difference between groups. Finally, 59% of the studies showed a significant improvement in balance, with superior results in the intervention group that participated in aerobic training.

**Conclusions:** The majority of studies in this literature review show a significant improvement in balance after aerobic training in hemiplegic patients with stroke. So this is a promising way of rehabilitation.

**Keywords:** stroke, balance, aerobic exercise, hemiplegia, physiotherapy, posture, imbalance.

# 1. Introduction

## 1.1. Etat des lieux, contexte et concepts

### 1.1.1. L'accident Vasculaire Cérébral

#### 1.1.1.1. Définition

L'accident vasculaire cérébral (AVC) se définit, d'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), comme un déficit brutal d'une fonction cérébrale focale, sans autre cause apparente qu'une cause vasculaire. En effet il s'agit d'une interruption de la circulation sanguine dans le cerveau, et ainsi de l'apport en oxygène et en nutriments, endommageant les tissus cérébraux (OMS, 2019a). On retrouve donc une lésion du parenchyme cérébral, responsable d'un déficit, associé à une lésion vasculaire sous-jacente (« Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES) », 2002).

#### 1.1.1.2. Causes de l'AVC

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), la plus fréquente des causes d'AVC est l'ischémie, qui représente 85% des cas. Il s'agit d'une réduction focale de l'apport sanguin. Celle-ci entraîne selon sa durée soit des perturbations transitoires du métabolisme cérébral, il s'agit d'un accident ischémique transitoire (AIT), soit une destruction cellulaire, il s'agit alors d'un infarctus cérébral. Les autres cas d'AVC sont d'origine hémorragique, c'est-à-dire que l'on retrouve la présence de sang soit dans le parenchyme cérébral, c'est alors une hémorragie intracérébrale, soit au niveau des espaces sous arachnoïdiens, c'est-à-dire une hémorragie méningée (HAS, 2007). Les principales causes de l'ischémie sont l'athérosclérose, les embolies cardiaques, la



maladie des petites artères, ou les thromboses veineuses cérébrales, mais ces dernières sont rares (0,5 à 1% des AVC). Les principales causes des atteintes hémorragiques sont les malformations vasculaires, l'hypertension artérielle, ou les traitements anticoagulants (« Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES) », 2002).

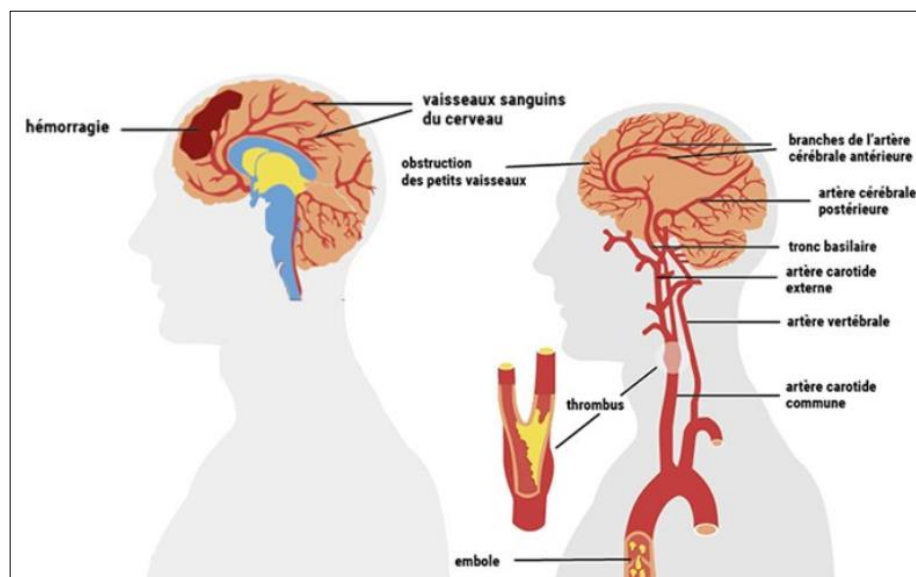


Figure 1 : Illustration des causes d'AVC

### 1.1.1.3. Données démographiques sur l'AVC

En France, la HAS décrit une incidence de 130 000 cas d'AVC par an (HAS, 2007). Ces derniers sont la cause de 40 000 décès environ chaque année, soit la troisième cause de mortalité, et 10% des causes de décès (HAS, 2007a). Les AVC sont également la 1<sup>ère</sup> cause de handicap non traumatique. Parmi les sujets atteints d'AVC en France, on note 30 000 patients, soit 23%, présentant des séquelles à 1 an. On retrouve 30 à 50% de risque de récurrence à 5 ans (HAS, 2013). Il s'agit donc d'un problème de santé majeur en termes de conséquences.

Comme décrit dans le rapport de la HAS, le nombre d'AVC augmente avec l'âge et le vieillissement physiologique du système artériel et du cerveau. Cela laisse supposer

que l'on rencontrera de plus en plus de patients atteints d'AVC, étant donné le vieillissement global de la population. De plus le risque de récurrence peut être accentué par les facteurs de risque cardiovasculaires tels que l'hypertension artérielle, le tabagisme, les antécédents familiaux d'accident cardio-vasculaire précoce comme l'infarctus du myocarde, la mort subite ou l'AVC, la dyslipidémie ou le diabète (HAS, 2007). L'augmentation de l'incidence des AVC fait par conséquent de leur prise en charge un enjeu de santé publique.

#### 1.1.1.4. Séquelles des AVC

Les séquelles de l'AVC dépendent de la partie du cerveau atteinte. Un AVC très grave peut entraîner la mort subite (OMS, 2019a). On peut retrouver des atteintes des fonctions supérieures, de la motricité, de la sensibilité et/ou de la vision. Lorsque l'hémisphère cérébral gauche est touché, on retrouve le plus souvent une hémiparésie ou hémiplégie droite, une anesthésie ou diminution de la sensibilité à droite, une hémianopsie latérale homonyme droite, une difficulté de la poursuite oculaire vers la droite, avec une déviation spontanée des yeux à gauche, une aphasie, et des troubles de la lecture, de l'écriture et/ou du calcul. Lorsqu'il s'agit de l'hémisphère droit qui est atteint, on note une hémiparésie ou hémiplégie gauche, une anesthésie ou diminution de la sensibilité à gauche, une négligence spatiale gauche, une anosodiaphorie c'est-à-dire une indifférence au trouble, une anosognosie, c'est-à-dire une non-reconnaissance du trouble, une hémiasomatognosie, soit une non-reconnaissance de l'hémicorps, une hémianopsie latérale homonyme gauche, et une difficulté de la poursuite oculaire vers la gauche, avec une déviation spontanée des yeux à droite. Enfin lorsque les zones du cerveau atteintes sont le tronc cérébral, le cervelet ou l'hémisphère cérébral postérieur, on retrouve comme symptômes une paralysie ou perte de la sensibilité d'un hémicorps mais pouvant atteindre les 4 membres, une paralysie des nerfs crâniens, une incoordination des membres, une ataxie en position debout avec une ataxie de la marche, une dysarthrie, une amnésie, des mouvements non conjugués des yeux, avec un nystagmus, un trouble uni ou bilatéral du champ visuel, et des troubles de la déglutition. Par ailleurs si la lésion est profonde mais de petite taille, dans un hémisphère ou le tronc cérébral, on retrouve alors une atteinte

motrice ou sensitive pure d'un hémicorps, et des troubles des fonctions cognitives (« Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES) », 2002).

Comme décrit dans l'étude de l'Institut de veille sanitaire de France (InVS), sur la prévalence des AVC, de leurs séquelles, et leur impact sur les activités de la vie quotidienne, les deux tiers des personnes atteintes d'AVC, soit 66%, ont déclaré des séquelles. Parmi les séquelles, les plus fréquentes étaient les troubles de l'équilibre, présents dans la moitié des cas, soit 50%, et les troubles de la mémoire, présents chez 42,1% des patients. Les autres atteintes sont recensées avec une fréquence moins importante. On retrouve dans un ordre décroissant l'atteinte motrice chez un peu plus de 33% des patients, les troubles du langage ou les dysarthries chez 33% des patients, les troubles visuels parmi 25% d'entre eux, et les troubles sensitifs chez 20% d'entre eux. Enfin 16,5% des patients décrivent une incontinence urinaire et 13,3% ont des troubles de la déglutition. De plus, des difficultés pour au moins une activité de la vie quotidienne, ont été retrouvées chez 45,3% des patients, ce qui montre que l'indépendance est atteinte chez près de la moitié des sujets après un AVC. (Christine de Peretti et al. & InVS, 2008).

La prévention et la prise en charge des AVC faisait partie de la politique nationale de santé du gouvernement pour la période de 2010 à 2014, comme présenté par l'Agence régionale de Santé, qui en fait un enjeu majeur de santé publique (ARS, 2018). On retrouve également cette problématique dans un des objectifs de la HAS qui est de réduire la mortalité et le handicap liés à l'AVC. Dans le domaine de la kinésithérapie nous pouvons agir dans le but de participer à réduire ce handicap. La rééducation des troubles de l'équilibre, qui représentent 50% des séquelles d'AVC, semble donc primordiale.

### 1.1.2. La posture

La posture se définit comme le « maintien de tout ou partie du corps dans une position de référence caractérisée par deux propriétés, l'orientation et la stabilisation qui renvoie à la notion d'équilibre du corps ». Le neurophysiologiste J. Paillard décrit la posture, comme la position relative des segments corporels dans l'espace, les uns par rapport aux autres, ainsi que le maintien de la cohésion de l'ensemble en équilibre global du corps (J. Paillard, 1976 ; Hélène Courraud-Bourhis, 2003). Les deux propriétés de la posture, l'orientation et la stabilisation, sont d'une part, segmentaires, concernant un segment par rapport à un autre, comme la position du bras par rapport au reste du corps, et d'autre part, globales, c'est-à-dire le corps dans son ensemble par rapport à son environnement.

La posture consiste à maintenir la station debout contre la gravité, c'est la fonction antigravitaire, et à maintenir l'équilibre lors du mouvement. Elle met en relation l'individu effectuant une tâche dans un environnement, impliquant l'orientation et la stabilisation de son corps et ses différents segments entre eux (*Figure 2*).

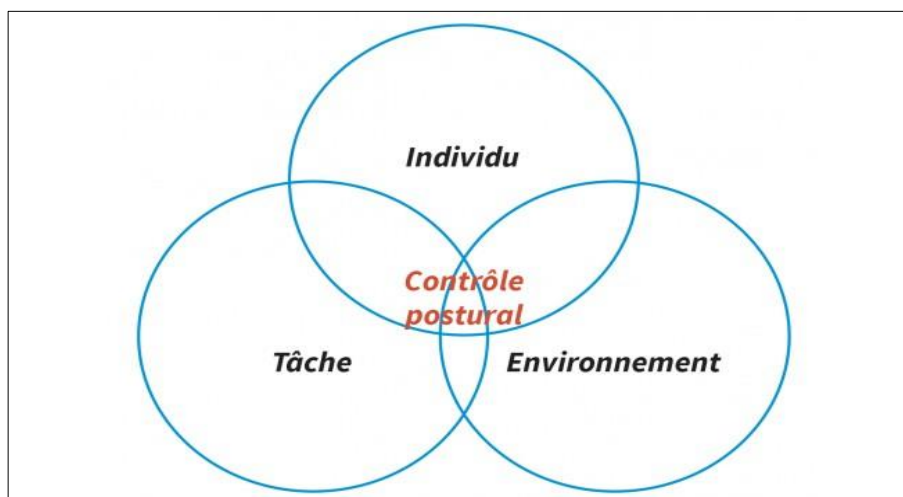


Figure 2 : Schéma du contrôle postural

Il existe une posture de référence liée à l'espèce. Chez l'Homme il s'agit de la station debout, c'est le concept de Sherrington, en 1906. La posture repose entre autres sur un modèle interne qui est le schéma corporel. Le schéma corporel est la représentation que chacun se fait de son corps, et qui permet de se repérer dans

l'espace, c'est la représentation spatiale. Il est basé sur des informations sensorielles, proprioceptives, et extéroceptives. Il peut être altéré lors des lésions du lobe pariétal, comme lors d'un AVC notamment. La posture est régulée par une commande nerveuse centrale et une commande périphérique. La posture nécessite un tonus musculaire postural, qui dépend de la contraction tonique des muscles, et de leur élasticité. Ce dernier est lui-même régulé, par un phénomène de contrôle postural réflexe, via une boucle myotatique qui s'oppose à l'étirement musculaire, d'une part, et d'autre part par des centres nerveux du tronc cérébral. (Hélène Courraud-Bourhis, 2003).

Les muscles permettant le maintien de la posture sont les extenseurs de la cheville, c'est-à-dire les triceps suraux et particulièrement le soléaire, les ischio-jambiers, les extenseurs de la colonne vertébrale, c'est-à-dire les paravertébraux, ainsi que les muscles de la nuque, notamment les sterno-cléido-occipitaux-mastoïdiens. Ces muscles font partie du plan postérieur des chaînes musculaires du corps humain, et participent par conséquent à la fonction antigravitaire de la posture, qui permet au corps de lutter contre la pesanteur. Ces muscles posturaux fonctionnent en aérobie, c'est-à-dire en endurance. Cela signifie que la production d'énergie par les muscles, s'effectue par la destruction des glucides et des lipides avec de l'oxygène, et que ces muscles peuvent produire un effort d'une durée d'action de plusieurs heures. (Bouisset & Maton, 1995).

### 1.1.3. L'équilibre

Selon la classification internationale du fonctionnement (CIF), l'équilibre correspond à une activité. Il s'agit de la capacité à rester debout et stable, à l'arrêt et en mouvement. L'équilibre se définit, plus précisément, comme le maintien de la projection du centre de gravité du corps, à l'intérieur du polygone de sustentation. Le polygone de sustentation correspond à la surface d'appui au sol. Il s'agit par exemple de l'espace délimité par la largeur des deux pieds en position debout. Ainsi, on est en situation de déséquilibre, lorsque la projection du centre de gravité sort du polygone de sustentation. Le maintien de l'équilibre est un phénomène actif, c'est le rôle de la

musculature axiale (Hélène Courraud-Bourhis, 2003). C'est l'activité visant à rétablir la posture, face aux contraintes extérieures (Buser & Imbert, 1975). L'équilibre est une activité dynamique, au service du maintien postural du corps, qui est lui-même soumis à des oscillations permanentes (Bouisset & Maton, 1995).

Il existe des stratégies de maintien de la posture, ce sont les ajustements posturaux. Ils peuvent être anticipés, ou rétroactifs. Ces ajustements reposent sur la mise en tension musculaire, la stabilité articulaire créée par la co-contraction des muscles péri-articulaires, ainsi que la répartition du poids du corps entre les membres inférieurs. Les ajustements posturaux permettent de réduire les oscillations du corps. Dans le cas d'un déséquilibre, on retrouve des stratégies d'équilibre. Celles-ci font intervenir des groupes musculaires spécifiques à chacune d'elles. On observe d'une part, une stratégie de cheville, avec l'intervention des muscles de la cheville, comme le triceps sural et le tibia antérieur, qui contrôlent les déséquilibres antéro-postérieurs. Dans la stratégie de hanche, ce sont les muscles fessiers qui sont les stabilisateurs des déséquilibres latéraux. Enfin il existe la stratégie du corps entier, c'est à dire l'utilisation des abdominaux et des quadriceps, avec un mouvement du tronc vers l'avant, dans le cas d'un déséquilibre antéropostérieur rapide. Si ces stratégies d'équilibration sont insuffisantes, on retrouve un mouvement tel qu'un pas en avant, et en dernier lieu, une chute (Hélène Courraud-Bourhis, 2003).

Par conséquent on retrouve une activité musculaire, aussi bien dans le maintien de la posture, que dans les stratégies d'équilibration. Ces concepts suggèrent l'hypothèse, que le travail de ces groupes musculaires pourrait potentiellement jouer un rôle dans la récupération des troubles posturaux et de l'équilibre.

#### 1.1.4. Le déséquilibre postural après un AVC

Après un AVC, la posture et l'équilibre peuvent être tous deux perturbés. On peut observer l'insuffisance des stratégies d'équilibration, par le fait que les patients chutent. En effet comme le montrent Pérennou et al., la prévalence de patients qui

chutent au moins une fois, dans les semaines suivant un AVC, est entre 10 et 20% quel que soit l'âge, et de 40% chez les patients âgés. Lors du retour à domicile, un patient sur deux est victime d'au moins une chute chaque année, soit 50% des patients vivant à domicile, et 70% parmi les patients âgés (Pérennou et al., 2005).

Les troubles de l'équilibre chez l'adulte hémiplegique post-AVC ont été décrits en posturographie, en comparaison à des sujets sains. Trois points principaux ont été observés. On retrouve une asymétrie de répartition des forces d'appui, au détriment du membre inférieur parétique, mais également des oscillations du centre de pression plus amples, c'est-à-dire une plus grande dispersion de ses coordonnées, et enfin une limite de stabilité du centre de pression amoindrie. L'asymétrie d'appui est supérieure, lorsqu'il s'agit de l'hémisphère droit qui est lésé, ce que Pérennou et al. ont expliqué par le fait que cette lésion viendrait perturber la représentation d'un certain schéma postural. De plus, les auteurs ont noté que l'asymétrie d'appui diminuait avec le délai de temps post AVC, et était inversement corrélée à la vitesse de marche et à l'autonomie du patient dans sa vie quotidienne (Pérennou et al., 2005).

Pour Oliveira et al., les troubles de l'équilibre post-AVC pourraient être dus à divers facteurs, comme la diminution de la force musculaire, de l'amplitude articulaire des mouvements, un tonus musculaire anormal, ou encore des problèmes de coordination motrice, d'organisation sensorielle, de cognition et d'intégration multisensorielle. Par ailleurs, la base de sustentation se trouve modifiée, du fait de la faiblesse musculaire et de l'altération du contrôle musculaire du membre inférieur atteint, de la diminution de l'amplitude articulaire des mouvements, et de la douleur. En outre, De Oliveira et al. ont décrit une corrélation positive entre les troubles de l'équilibre, la diminution de la force musculaire des membres inférieurs, et un déficit de contrôle du tronc. Enfin, les patients hémiplegiques post-AVC ont montré des performances inférieures à celles des sujets sains dans les stratégies d'équilibration précédemment décrites, ce qui a été expliqué par de Oliveira, par le fait qu'ils développent des forces musculaires inadéquates pour contrôler le centre de masse, afin qu'il reste dans les limites de la base de sustentation (de Oliveira et al., 2008).

Ces faits nous amènent à nous intéresser à des méthodes de rééducation ciblant le système musculaire, étant donné son implication dans la posture, l'équilibre, et son lien avec les déficits retrouvés après un AVC. D'après le décret n°2000-577 du 27 juin 2000, qui décrit le champ de compétence du masseur kinésithérapeute, ce dernier est habilité à utiliser les activités de renforcement musculaire, de réentraînement à l'effort, de musculation, de gymnastique thérapeutique, post-pathologique, d'entretien ou de prévention (FFMKR, 2000). Nous pouvons donc, en tant que kinésithérapeutes, nous intéresser à ces activités physiques, pour enrichir la prise en charge des patients. Mais en quoi consistent-elles ?

## **1.2. Etat de l'art concernant l'exercice aérobique**

### 1.2.1. Exercice physique

D'après la définition de l'organisation mondiale de la santé (OMS), « l'exercice physique s'entend de tout mouvement corporel produit par les muscles qui requiert une dépense d'énergie ». Parmi les facteurs de risque de maladies chroniques, cardiovasculaires, de diabète est d'ostéoporose, on retrouve la sédentarité. 1,9 million de décès dans le monde sont imputés à l'absence d'activité physique. A l'inverse, la pratique d'une activité physique régulière (marche, vélo, danse) participe à un bon état de santé, réduit ce facteur de risque de maladies, participe au maintien du poids et à l'équilibre psychologique. Au moins 30 minutes d'exercice par jour sont conseillés par l'OMS (OMS, 2019).

### 1.2.2. Exercice aérobique

L'exercice aérobique se définit comme un entraînement à des intensités sous-maximales, d'une durée de quelques minutes à quelques heures, en fonction du niveau de condition physique de l'individu et de l'intensité de l'exercice. Cela regroupe de nombreuses activités physiques telles que la marche, le jogging, le cyclisme et la danse par exemple. Faire de l'exercice aérobique implique donc de réaliser des efforts



situés entre le niveau de repos et le niveau sous-maximal, continus et de longue durée. Il s'agit d'un exercice qui entraîne une augmentation de la fréquence respiratoire et de la fréquence cardiaque et qui implique des groupes musculaires importants. L'entraînement peut être soit modéré soit vigoureux (American College of Sports Medicine, 2013).

L'American College of Sports Medicine (ACSM) décrit l'exercice physique au moyen du modèle FITT-VP : fréquence (F), intensité (I), durée ou temps d'exercice (T), type ou mode (T), volume total (V) et progression (P).

- La fréquence correspond au nombre de séances d'exercice sur une période donnée,
- L'intensité correspond à la puissance, l'énergie ou le niveau d'effort fourni lors de la pratique de l'activité ou de l'exercice physique, et est décrite en fonction de la fréquence cardiaque, de la consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>), de l'effort perçu par le patient, ou en MET (metabolic equivalent of task),
- Le temps correspond à la durée d'une séance d'exercice,
- Le type correspond à l'activité réalisée,
- Le volume total d'exercice correspond à la fréquence, l'intensité et le temps (FIT) d'exercice,
- Enfin la progression peut consister en l'augmentation de la durée, de la fréquence, ou de l'intensité par exemple.

### 1.2.3. Intensité de l'exercice aérobique

L'intensité de l'exercice aérobique peut être mesurée en MET (*Metabolic Equivalent of Task*). D'après l'OMS, l'unité de mesure MET peut se définir, telle qu'1 MET correspond au niveau de dépense énergétique au repos, c'est-à-dire une prise d'oxygène de 3,5 ml, par kilo de poids corporel, par minute (OMS, 2019b). L'OMS décrit plusieurs intensités d'activité physique. Elle décrit notamment dans un premier temps une activité physique d'intensité modérée (environ 3-6 MET). Celle-ci demande un effort moyen et accélère sensiblement la fréquence cardiaque. Il peut s'agir par exemple d'une marche d'un pas vif, de danse, de jardinage, de travaux ménagers et domestiques, de bricolage. Dans un second temps elle décrit une activité physique

d'intensité vigoureuse (environ >6 MET). Cette dernière demande un effort important, le souffle se raccourcit et la fréquence cardiaque s'accélère considérablement. Il peut s'agir d'une course, d'une marche avec du dénivelé, de vélo ou de nage, à vive allure, de sports et jeux de compétition (football, volleyball, hockey, basketball). L'OMS situe l'exercice aérobique dans ces catégories. Au-delà de ces intensités, l'exercice devient anaérobique ce qui implique des changements métaboliques, et produit notamment des déchets anaérobiques (OMS, 2019b).

On peut également décrire l'intensité en utilisant la classification des intensités d'exercices de Garber et al (Bidonde et al., 2017).

Tableau I : Classification actuelle des intensités d'exercice, Garber et al., 2011

Table 2. Classification of exercise intensity (Garber, 2011)

Intensity	%VO <sub>2</sub> reserve/% HR reserve	% HRmax	Perceived exertion scale (RPE) 6 to 20
Very light	< 37	< 57	RPE < 9
Light	37 to 45	57 to 63	RPE 9 (very light) to 11 (fairly light)
Moderate	46 to 63	64 to 76	RPE 12 (fairly light) to 13 (somewhat hard)
Vigorous	64 to 90	77 to 95	RPE 14 (somewhat hard) to 17 (very hard)
Near maximal to maximal	≥ 91	≥ 96	RPE ≥ 18 (very hard)

HR: heart rate; RPE: rating of perceived exertion; VO<sub>2</sub>: oxygen consumption

- La consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque de réserve

La consommation d'oxygène ou VO<sub>2</sub> pour un entraînement aérobique, sera comprise entre 46 et 63% de la VO<sub>2</sub> de réserve, si l'entraînement est modéré et entre 64 et 90% de la VO<sub>2</sub> de réserve, si l'entraînement est vigoureux (Garber et al., 2011).

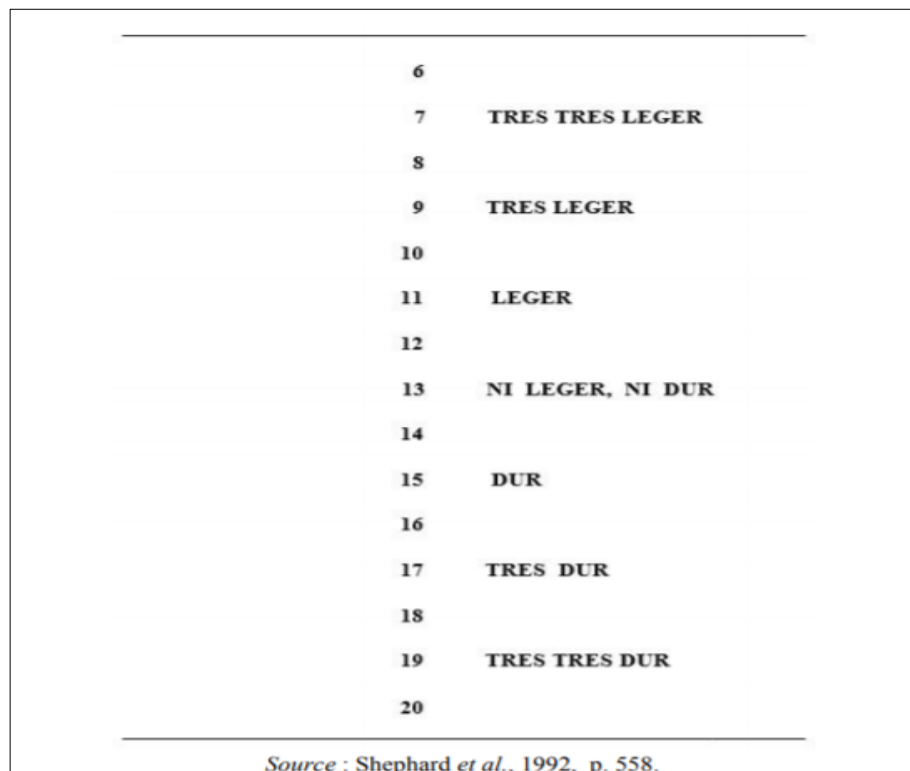
- La fréquence cardiaque maximale

Pour ce critère, des calculs de fréquence cardiaque prédictive sont effectués, pour déterminer l'intensité de l'entraînement, qui sera égale à un pourcentage de la fréquence cardiaque maximale prédite des participants. La fréquence cardiaque maximale peut être estimée avec la formule : « 220 moins l'âge ».

Pour un entraînement aérobique, la fréquence cardiaque retenue sera comprise entre 64 et 76% de la fréquence cardiaque maximale, si l'entraînement est modéré, et entre 77 et 95% de la fréquence cardiaque maximale, si l'entraînement est vigoureux (Garber et al., 2011).

- Une échelle de perception de l'effort (RPE = rating of perceived exertion, évaluation de l'effort perçu) ou échelle de Borg

Il existe plusieurs échelles de mesure de la perception de l'effort, mais l'échelle de Borg (Rating scale of Perceived Exertion, RPE, 1970) est restée la plus fréquemment utilisée, pour évaluer les degrés de perception physique et psychique de l'effort, durant une activité physique. Il s'agit d'une échelle quantitative. Elle comprend des valeurs de 6 à 20 reliées à des expressions verbales allant de « très très léger » à « très très dur » (Figure 3). La relation proposée par Borg, fréquence cardiaque (bpm) = RPE X 10, serait valable pour des sujets sains, d'âge moyen (30-50 ans), faisant un effort progressif modéré à dur, sur cyclo-ergomètre ou sur tapis roulant. Les valeurs de RPE correspondraient ainsi à des fréquences cardiaques variant de 60 à 200 bpm. (Alain GROSLAMBERT, Gilles FERRÉOL, & Laboratoire C3S, 2014).



6	
7	TRES TRES LEGER
8	
9	TRES LEGER
10	
11	LEGER
12	
13	NI LEGER, NI DUR
14	
15	DUR
16	
17	TRES DUR
18	
19	TRES TRES DUR
20	

Source : Shephard et al., 1992, p. 558.

Figure 3 : Echelle de perception de l'effort de Borg traduite par Shephard et al.

Cette échelle évalue l'intensité de l'exercice en fonction de l'effort perçu par le patient. Ainsi pour un entraînement aérobique modéré, on retiendra des valeurs comprises entre 12 et 13, « assez facile » à « un peu dur » (Figure 4). Cela correspond à 64 à 76% de la fréquence cardiaque maximale. Pour un entraînement vigoureux, on retiendra des valeurs entre 14 et 17 (« un peu dur » à « très dur »). Cela correspond à 77 à 95% de la fréquence cardiaque maximale (Garber et al., 2011).

BORG 6-20 original	BORG 1-10 modifié	% FC maximale	Perception	Activité
6	0	50-60%	très très facile	repos
7				
8				
9	1	60-70%	très facile	marche
10				
11	2	70-80%	assez facile	léger jogging
12				
13	3	80-90%	un peu dur	jogging
14				
15	4	90-95%	dur	seuil
16				
17	5	95-100%	très dur	intervalles
18				
19	6		très très dur	
20				

Figure 4 : Echelle de perception de l'effort de Borg, versions originale et modifiée

#### 1.2.4. Durée et fréquence de l'entraînement aérobique

En termes de durée et de fréquence, l'ACSM recommande une activité aérobique d'intensité modérée, de 30 minutes ou plus par jour, pendant au moins cinq jours par semaine. A une intensité vigoureuse, l'ACSM recommande une durée d'exercice de 20 minutes ou plus par jour, pendant au moins trois jours par semaine. D'autres publications scientifiques décrivent la durée d'exercice entre 15 et 45 minutes (Segal et al., 2009 ; Courneya et al., 2007). Concernant la durée d'un entraînement aérobique, nous retiendrons donc des valeurs comprises entre 15 et 45 minutes, ce qui comprend les recommandations de 30 minutes ou plus pour l'entraînement aérobique modéré, et de 20 minutes ou plus pour l'entraînement aérobique vigoureux.

### 1.2.5. Type d'exercice aérobique

Concernant le type d'exercice, les modalités d'exercices peuvent être, à titre d'exemple, l'entraînement sur cyclo-ergomètre (vélo), sur tapis roulant : marche rapide ou jogging, sur step, sur vélo elliptique, ou plus largement des exercices répétés de groupes musculaires importants.

### 1.2.6. Intérêt de l'exercice aérobique dans la rééducation

L'exercice aérobique, d'intensité « modérée » et « vigoureuse », a prouvé ses effets dans la littérature pour réduire le risque de mortalité et de morbidité par cause de maladies cardiovasculaires notamment (Garber et al., 2011). Plusieurs études se sont déjà intéressées au sujet de l'activité physique comme moyen de rééducation. L'étude de Howe et al. s'est intéressée à l'exercice dans le but d'améliorer l'équilibre chez le sujet âgé. Ils ont trouvé des résultats modérés de certains types d'exercices (marche, équilibre, coordination, tâches fonctionnelles, renforcement), immédiatement après l'intervention. Cependant il n'y avait pas suffisamment de preuves pour tirer des conclusions sur l'effet de l'activité physique en général (Howe, Rochester, Neil, Skelton, & Ballinger, 2011).

Dans d'autres domaines deux études ont effectué leur recherche plus précisément sur l'effet de l'exercice aérobique opposé à un entraînement avec résistance, chez des patients atteints de cancer. Segal et al. ont étudié les effets de l'exercice aérobique chez des patients atteints de cancer de la prostate traité par radiothérapie. Ils ont trouvé une atténuation de la fatigue dans les deux types d'entraînement, ainsi qu'une diminution de la graisse corporelle, une amélioration de la force et de la qualité de vie, après l'entraînement avec résistance (Segal et al., 2009). Courneya et al. ont étudié les effets de l'exercice chez des patients atteints de cancer du sein suivi par chimiothérapie. Ils n'ont pas trouvé de résultats significatifs sur la qualité de vie spécifique au cancer du sein. En revanche ils ont trouvé une amélioration de l'estime de soi, de la condition physique, de la composition corporelle et du taux d'achèvement

de la chimiothérapie sans lymphœdème ou autres événements indésirables importants (Courneya et al., 2007).

Dans une étude sur l'effet de l'exercice aérobique chez des patients atteints de fibromyalgie, les auteurs ont trouvé une amélioration de la qualité de vie liée à la santé, ainsi qu'une amélioration de l'intensité de la douleur et de l'état physique, mais peu de différences sur la fatigue et la raideur, avec des résultats à long terme incertains (Bidonde et al., 2017). Enfin l'effet de l'exercice aérobique a également été étudié dans le domaine des performances neurocognitives. Smith et al. ont décrit des améliorations modestes de la vitesse d'attention, du traitement de l'information, des fonctions exécutives, de la mémoire, et des effets sur la mémoire de travail, néanmoins moins constants (Smith et al., 2010).

Dans le cadre des études effectuées chez les patients hémiplegiques, Kim et al. ont étudié l'effet de l'entraînement sur cyclo-ergomètre comme type d'exercice aérobique. Les auteurs ont décrit le fait que le cyclisme améliore la force ainsi que le contrôle musculaires des membres inférieurs, ce qui va par la suite permettre un appui avec davantage de poids sur le membre inférieur parétique en position debout (Kim, Cho, Kim, & Lee, 2015). D'autre part Lim et al. ont expliqué dans leur étude en 2016, que les troubles de l'équilibre étaient liés à une activité musculaire diminuée, et ont ainsi émis l'hypothèse d'un traitement visant à augmenter l'activité musculaire comme méthode d'amélioration de la capacité d'équilibre (Lim, Kim, & Lee, 2016). De ce fait le renforcement musculaire pourrait être une piste, non seulement pour améliorer la force musculaire, mais également l'équilibre chez les patients hémiplegiques.

Enfin Vahlberg et al. étudient les effets de l'exercice aérobique chez des patients hémiplegiques. Ils constatent que l'équilibre, la capacité de marche, et la condition physique, sont meilleurs lorsque les sujets ont des niveaux d'activité physique plus élevés, y compris chez les personnes ayant survécu à un accident vasculaire cérébral très actif. Néanmoins, ils relèvent la problématique que les individus sont souvent sédentaires après un AVC (Vahlberg, Cederholm, Lindmark, Zetterberg, & Hellström, 2017).

En plus des effets précédemment décrits dans les diverses études, l'exercice aérobique présente également des avantages pratiques. En effet, c'est une technique simple, qui nécessite peu de matériel (mouvements répétés, marche, élastiques, step, cyclo-ergomètre, tapis de course). Par ailleurs, il s'agit d'une méthode qui est accessible à tous les professionnels, aussi bien dans le cadre hospitalier, que dans celui d'un centre de rééducation, d'un cabinet libéral ou à domicile. En outre, c'est une méthode plutôt écologique, qui peut être adaptée à l'environnement du patient, elle est fonctionnelle. Enfin l'entraînement aérobique offre un vaste éventail de variété du fait des différents types d'exercices qui le composent, ainsi que de la possibilité de progression. Par conséquent cela semble être une piste intéressante dans la participation à la récupération de l'équilibre des patients atteints d'AVC.

### **1.3. Problématique**

Après un AVC, la prise en charge des troubles de l'équilibre, qui représentent 50% des séquelles des patients, est fondamentale. De nombreuses méthodes sont utilisées en rééducation. Parmi elles l'exercice aérobique semble être une piste prometteuse.

D'après les recommandations de bonne pratique de la HAS, l'efficacité de nombreuses méthodes de rééducation reste à prouver. En effet l'état actuel des connaissances ne permet pas d'établir l'efficacité, notamment, de la répétition de tâches à la phase aiguë de l'AVC sur la fonction, de l'entraînement à la marche sur tapis roulant sans support partiel de poids à la phase subaiguë de l'AVC, de la marche sur tapis roulant sans support partiel de poids à moyen et long terme, de la rééducation par mouvements bilatéraux lors des phases subaiguë et chronique post-AVC. Les connaissances ne permettent pas non plus de recommander un type particulier d'activité ou une durée précise d'entraînement (HAS, 2012).

Le but de ce travail est alors de déterminer l'état des connaissances cliniques et scientifiques, concernant l'efficacité de l'exercice aérobique, sur l'équilibre et le contrôle postural chez l'adulte hémiplégié après accident vasculaire cérébral. Afin de répondre à cette problématique nous réaliserons une revue de littérature.

## 2. Méthode

La méthode de cette étude est inspirée d'un protocole publié en 2017 par Hugues et al., au sujet de l'efficacité de la rééducation par thérapie physique, sur les troubles de l'équilibre et de la posture après un AVC. Pour ce travail de mémoire, ce protocole a été adapté à la problématique spécifique de l'entraînement aérobique (Hugues et al., 2017).

### 2.1. Critères d'inclusion

#### 2.1.1. Type d'études

Les types d'études sélectionnées correspondent aux critères suivants.

- Essai contrôlé (le groupe contrôle correspond soit à l'absence de soins kinésithérapiques, soit à des soins courants, soit à toute autre technique de rééducation)
- Randomisé
- Groupes parallèles ou essais croisés : les essais croisés seront inclus si l'ordre des interventions a été randomisé et si la première intervention n'a pas d'incidence sur la seconde.

#### 2.1.2. Population

La population des études sélectionnées a les caractéristiques suivantes.

- Humains
- Adultes (personnes âgées de 18 ans ou plus)
- Accident vasculaire cérébral
  - AVC aigu, subaigu, ou chronique



- Episode unique ou récurrent
- De plus de 24h
- Diagnostic clinique par les symptômes neurologiques d'accident vasculaire cérébral (Imagerie médicale facultative, IRM, scanner cérébral)

### 2.1.3. Critères de jugement

Les articles sont sélectionnés en fonction de la présence des critères de jugement principaux ci-dessous. La sélection ne s'effectue pas en fonction de la présence des critères de jugement secondaires ci-dessous, mais ceux-ci sont extraits et analysés dans les résultats s'ils sont présents.

- Critères de jugement principaux
  - Equilibre mesuré par l'échelle de Berg (BBS : Berg Balance Scale)

La BBS est l'échelle d'évaluation de l'équilibre la plus utilisée dans les années 90. La littérature présente un nombre d'étude croissant, employant la BBS comme critère de jugement, depuis 1990 jusqu'à 2004. Elle est aujourd'hui la *gold standard* pour l'évaluation des capacités d'équilibre. Elle regroupe 14 items d'évaluation avec 5 niveaux chacun pour un score total allant de 0 à 56. Ces items sont présentés dans le tableau ci-dessous (*Tableau II*). Elle a été utilisée, dans un premier temps, pour évaluer l'équilibre des personnes âgées, des patients parkinsoniens et des patients hémiplegiques. Dans leur étude en 2005, Pérennou et al. affirment qu'il existe de bonnes corrélations entre la BBS et les autres échelles d'évaluation posturale, ainsi qu'avec les mesures posturographiques. Les auteurs attestent de la bonne validité de ces évaluations (Pérennou et al., 2005).

## Tableau II : Items de l'échelle de Berg

Échelle d'équilibre de Berg ou BBS. Le BBS évalue la qualité de l'équilibre au cours de 14 situations posturales statiques et dynamiques. Chaque item est coté selon 5 niveaux de 0 (aucune difficulté d'exécution) à 4 (incapacité d'exécuter). Le score total varie de 0 à 56

- 
1. Position assise sans dossier
  2. Passage assis-debout
  3. Passage debout-assis
  4. Transferts
  5. Debout sans support
  6. Debout les yeux fermés
  7. Debout les pieds joints
  8. Debout les pieds l'un devant l'autre talon contre pointe
  9. Appui monopodal
  10. Rotation de la tête et du tronc pour regarder derrière, pieds au sol
  11. Ramasser un objet à terre
  12. Faire un tour complet de 360° sur place
  13. Placer alternativement un pied puis l'autre sur un tabouret
  14. Se pencher en avant bras tendu
- 

### ○ La posture

La posture statique est évaluée en posturographie. La posturographie est une technique d'évaluation posturale qui se base sur le fait que l'instabilité posturale est reflétée par la modification des oscillations du centre de gravité, avec des oscillations plus amples notamment. Les paramètres du centre de pression au sol sont mesurés sur une plateforme de forces. Le sujet est en position debout ou assis immobile. L'évaluation s'effectue soit sur une plateforme unique, soit sur deux plateformes. Avec une plateforme sous chaque pied, et deux capteurs séparés, cela permet d'obtenir la distribution de charge en pourcentage de poids corporel, pour refléter les asymétries d'appui, notamment chez le patient hémiparétique. Les paramètres du centre de pression (CP) mesurés en posturographie sont sa position moyenne, sa trajectoire sur l'axe sagittal (antéropostérieur) ou latéral, et la vitesse de ses déplacements en fonction du temps. Pérennou décrit les plateformes de forces comme étant peu onéreuses, peu encombrantes, précises, fiables et simples à utiliser, l'examen ne prenant que quelques minutes (Pérennou et al., 2005).

On peut classer les paramètres selon deux catégories.

- L'orientation posturale est évaluée avec l'analyse des paramètres de position du centre de pression (COP : centre of pressure) sur les axes antéropostérieur (AP) et médiolatéral (ML), ainsi que la mesure d'asymétrie de poids d'appui sur les membres inférieurs (WBA : weight-bearing asymmetry).

- La stabilité posturale est évaluée par l'analyse des paramètres d'oscillations du centre de pression et des limites de stabilité (LOS : limit of stability).
  
- Critères de jugement secondaires

Les critères de jugement secondaires sont l'autonomie ou l'indépendance fonctionnelle des patients, mesurées par des échelles d'autonomie. Parmi celles-ci on retrouve :

- L'indice de Barthel (*Barthel Index, BI*)

C'est une échelle de mesure des performances dans les activités de la vie quotidienne (AVQ), telles que l'alimentation, la toilette, la continence, les déplacements, l'habillement, et les transferts. Le score est de 0 pour une dépendance totale, à 100 pour une autonomie totale. L'évolution de ce score reflète les progrès dans le domaine de l'autonomie (HAS, 2006).

- La Mesure d'indépendance fonctionnelle (*Functional Independence Measure, FIM*)

C'est une échelle de mesure de l'indépendance fonctionnelle. Elle cible les domaines des soins personnels, du contrôle des sphincters, des transferts, de la locomotion, de la communication et de la conscience du monde extérieur. L'évaluation est comprise entre une dépendance complète, avec aide totale, et une indépendance complète, sans aide (HAS, 2006).

- L'échelle des activités instrumentales de la vie quotidienne (*Scale for instrumental activities of daily living, IADL*)

L'échelle de Lawton évalue les activités instrumentales de la vie quotidienne. Ce sont des activités qui ne sont pas essentielles à l'autonomie de base des patients comme les AVQ, mais qui sont réalisées pour vivre en autonomie en société. Cette échelle évalue chaque activité, telle que téléphoner, faire des courses, des repas, le ménage, la lessive, utiliser les transports, prendre des médicaments, gérer les finances, entretenir la maison. Elle a un score avec 4 item par activité pour un score total entre une dépendance totale ou une autonomie totale (Département d'information médicale, 2019).

## 2.2. Critères d'exclusion

- Essai effectué avec tout autre design qu'un essai contrôlé randomisé
- Animaux,
- Enfants,
- Accident ischémique transitoire,
- Autres causes d'hémiplégie traumatiques ou neurologiques autre qu'un AVC

## 2.3. Ethique

Aucune déclaration d'éthique n'a été requise étant donné qu'il ne s'agit pas d'une étude interventionnelle mais d'une revue de la littérature.

## 2.4. Stratégie de recherche

La base de données est Medline, interrogée par Pubmed. Cette dernière a été interrogée sur une période allant de sa date de création jusqu'à janvier 2019.

La stratégie regroupe 3 bras de recherche, au sujet des 3 concepts qui composent la problématique. Ces 3 concepts et les mots-clés qui y sont associés sont présentés ci-dessous (*Tableau III*) :

- L'exercice aérobique : *aerobic exercise, aerobic training, aerobic fitness, aerobic exercise training*, combiné par le connecteur booléen "OR".
- L'AVC : *stroke, poststroke, post-stroke, CVA, cerebrovascular accident*, combiné par le connecteur booléen "OR".
- L'équilibre ou la posture : *posture, equilibrium, balance, postural balance, postural control*, combiné par le connecteur booléen "OR".

Tableau III : Mots-clés utilisés pour la revue de littérature.

Mots-clés	Keywords
<p>Exercice aérobique</p> <p>AVC</p> <p>Equilibre ou posture</p>	<p><i>Aerobic exercise, aerobic training, aerobic fitness, aerobic exercise training</i></p> <p><i>Stroke, poststroke, post-stroke, CVA, cerebrovascular accident</i></p> <p><i>Posture, equilibrium, balance, postural balance, postural control</i></p>

L'algorithme de recherche qui en découle est :

*(((aerobic exercise OR aerobic training OR aerobic fitness OR aerobic exercise training)) AND (stroke OR poststroke OR post-stroke OR CVA OR cerebrovascular accident)) AND (posture OR equilibrium OR balance OR postural balance OR postural control)) AND (random\* AND (control\* OR comparative OR trial OR study))) NOT (meta-analysis OR review\* OR animal\* OR child\* OR cerebral pals\* OR traumatic brain injury OR case report OR case control OR cohort)*

## 2.5. Sélection des études

À la suite de la recherche effectuée avec cet algorithme, les résultats sont sélectionnés selon une méthode qui consiste en trois étapes de sélection successives. Dans une première étape, ils sont sélectionnés par la lecture de leur titre. Si celui-ci correspond aux critères d'inclusion, l'article est inclus. Sinon l'article est exclu. Dans un deuxième temps, la sélection se fait par la lecture des résumés des articles inclus. Si son résumé contient les critères d'inclusion, l'article est inclus, sinon il est exclu. Enfin les articles inclus lors de la deuxième étape sont sélectionnés par la lecture intégrale de leur contenu, ce qui conduit à leur inclusion ou exclusion finale. A la fin de cette sélection on retrouve les articles inclus dans la revue de littérature.

## 2.6. Extraction des données

Les données extraites concernent tout d'abord les données générales de l'étude, c'est-à-dire la nature de l'étude et l'année de publication. Dans un deuxième temps, les données concernant la population sont recueillies, telles que les effectifs des différents groupes et l'effectif total de la population, ainsi le délai écoulé depuis l'AVC. L'AVC est en phase aiguë, entre 0 et 30 jours, en phase subaiguë, entre 21 et 180 jours, et en phase chronique au-delà de 180 jours. De plus, les données concernant le design de l'étude sont décrites, ainsi que la qualité méthodologique des études, selon l'échelle Cochrane, décrite ci-dessous. Par ailleurs nous collectons également les données relatives aux interventions des différents groupes (expérimental et contrôle), selon le modèle FITT-VP de l'ACSM, c'est-à-dire la fréquence, l'intensité, la durée, le type d'exercice, le volume total ainsi que la progression. De plus nous recueillons les durée totale de l'intervention au sein de l'étude, mais également les temps de mesure des critères de jugement. Enfin nous recueillons les résultats sur les critères de jugement principaux et secondaires lorsque ceux-ci sont présents, c'est-à-dire les données de l'échelle BBS, les paramètres de posturographie, ainsi que les échelles BI, FIM, et IADL.

## 2.7. Analyses des articles

Ce travail d'analyse consiste à évaluer les données des articles concernant :

- La nature de l'étude,
- La date de publication,
- La taille de la population,
- Les délais post-AVC,
- La qualité des études et les risques de biais,
- Le type d'entraînement aérobique,
- La quantité de l'intervention en fréquence, durée, et intensité,
- Les critères de jugement,
- Les résultats posturaux,
- La durée du suivi post-intervention, appelée « follow-up ».

La nature des études, la date de publication, les délais post-AVC, le type d'entraînement, les critères de jugement utilisés dans les études, ou encore les principaux résultats, sont analysés au moyen de diagrammes et d'histogrammes. En ce qui concerne les données quantitatives, comme la taille de la population, ou les quantités d'intervention, elles sont analysées en utilisant les paramètres de moyenne, médiane, écart-type, valeurs minimales et maximales, ainsi que des histogrammes.

La qualité des études a été évaluée au moyen de l'échelle des risques de biais de Cochrane (The Cochrane Collaboration, 2011). Elle comprend 7 items :

- La génération de séquences aléatoires (biais de sélection)
- La dissimulation de l'allocation (biais de sélection)
- La mise en aveugle des participants et du personnel (biais de performance)
- La mise en aveugle de l'évaluation des résultats (biais de détection)
- Les données incomplètes de résultats (biais d'attrition)
- Le suivi sélectif (biais de suivi)
- Les autres biais

Chaque item est évalué et coté à un risque de biais élevé = 2, incertain = 1 ou faible = 0. Cela donne un résultat total sur 14 points.

## 3. Résultats

### 3.1. Résultats obtenus

335 résultats ont été obtenus par l'interrogation par Pubmed de la base de données Medline. Ces résultats ont été sélectionnés suivant les trois étapes décrites ci-dessus, dans la méthodologie de recherche. La sélection par le titre a conduit à l'inclusion de 66 articles. La sélection par le résumé a permis d'inclure 44 articles. Enfin ces 44 articles ont été lus dans leur intégralité, ce qui a conduit à en exclure 27. A la fin de cette sélection, 17 articles ont été inclus dans la revue de littérature. Les étapes de la sélection sont présentées dans l'arbre décisionnel ci-dessous (Figure 5).

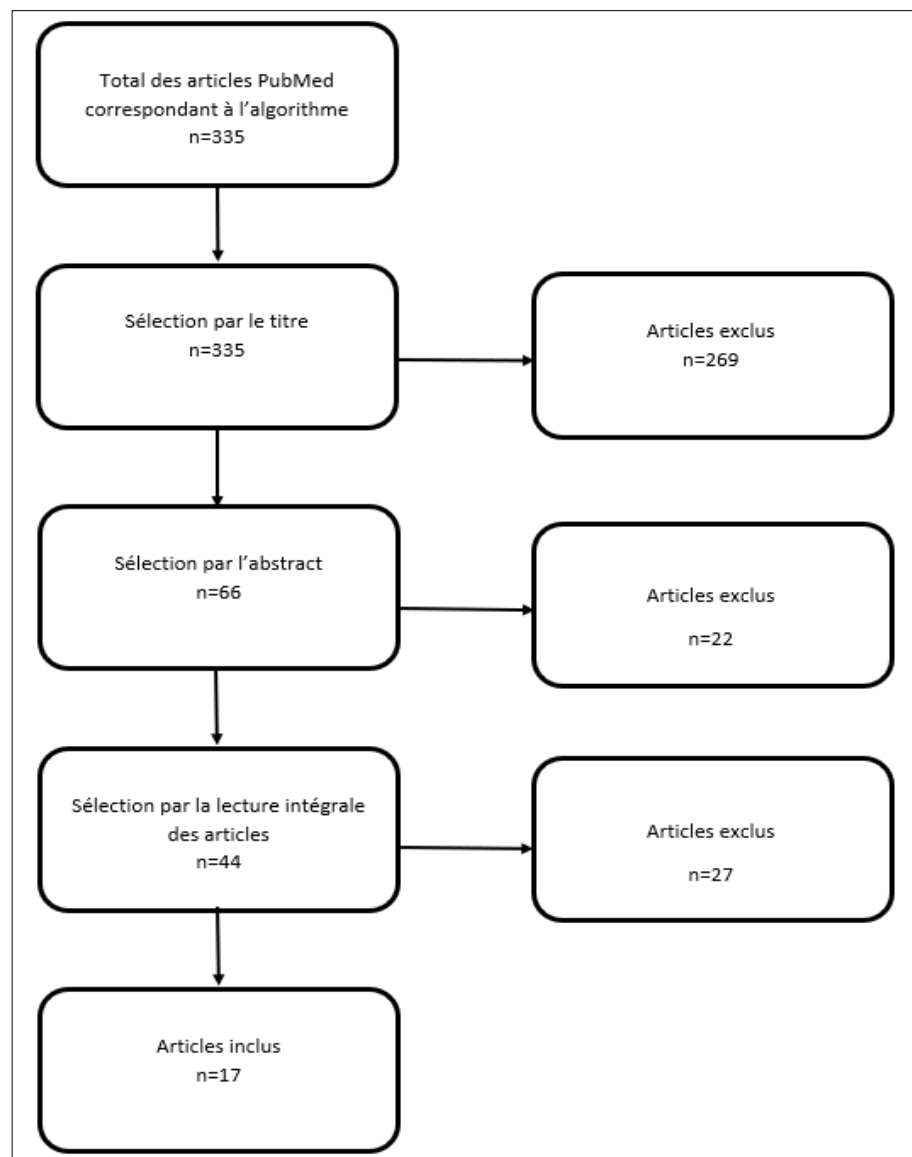


Figure 5 : Arbre décisionnel de sélection des études



### 3.2. Nature des études

Parmi les 17 études incluses, toutes sont des essais contrôlés randomisés. Parmi ces 17 essais contrôlés randomisés, trois études sont des études pilotes (Lee, Im, Kim, & Han, 2018, Barbara M. Quaney et al., 2009, et Pamela Duncan et al., 1998). Une des études est composée en groupes parallèles (Vahlberg et al., 2017). Enfin, une autre étude consiste en une étude auxiliaire de preuve de concept dans le cadre d'un essai randomisé multicentrique (Liu-Ambrose & Eng, 2015).

D'après le grade des recommandations de la HAS, les études incluses font partie des plus hauts niveaux de preuve scientifique, soit les niveaux 1 ou 2 de la littérature. Cela correspond aux grades A, preuve scientifique établie, et B, présomption scientifique, des recommandations.

### 3.3. Dates de publication

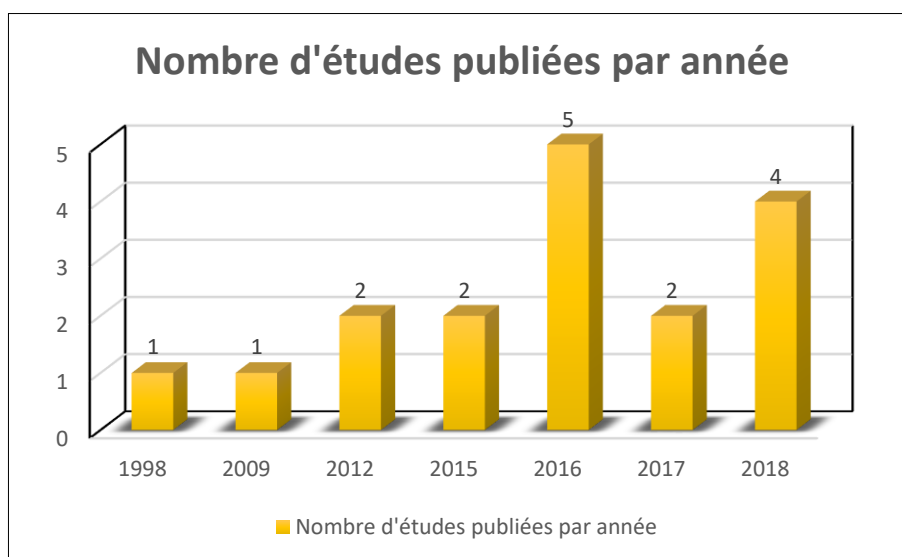


Figure 6 : Histogramme représentant le nombre d'études publiées par année

Au sein de cette revue de littérature, on retrouve globalement un nombre croissant d'études au fil des années, notamment depuis 2016. L'étude la plus ancienne est parue en 1998, et la plus récente a été publiée en 2018. On retrouve dans un premier temps,

une étude en 1998 et 2009, puis deux études en 2012 et 2015, un pic de publication à cinq études en 2016, deux études en 2017, et enfin, quatre études en 2018 (Figure 6).

### 3.4. Population

L'effectif des études est compris entre 19 et 67 patients (Figure 7), avec une moyenne de 35,5, une médiane de 32 et un écart-type de 13,5. Au total, on retrouve 602 individus inclus dans cette revue de littérature.

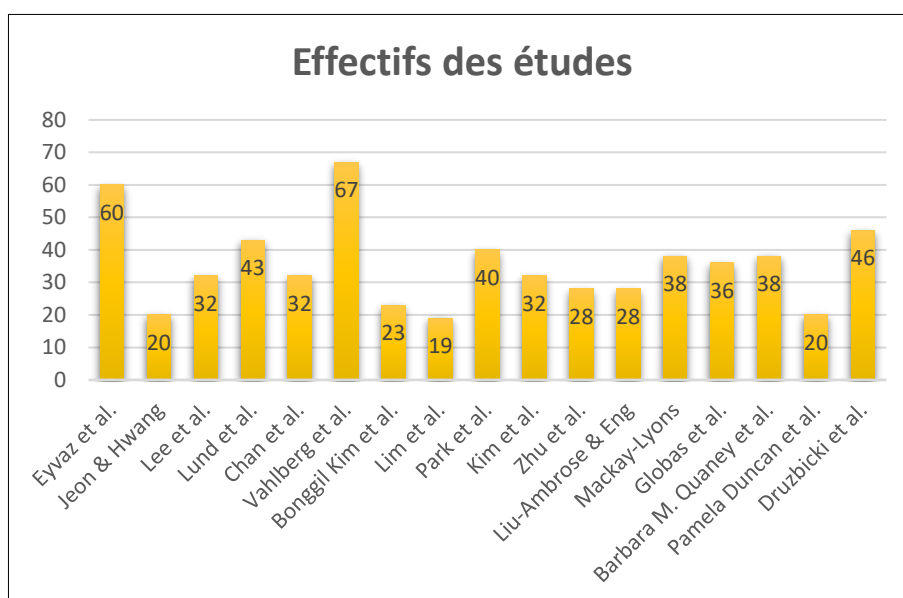


Figure 7 : Histogramme représentant l'effectif des études

Par ailleurs, les auteurs des études ont recruté des patients à différents délais post-AVC. Certaines études observent des AVC en phase aiguë, entre 0 et 30 jours, d'autres en phase subaiguë, entre 31 et 180 jours, et enfin d'autres en phase chronique, c'est-à-dire au-delà de 180 jours. Les effectifs de ces catégories sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau IV).

Tableau IV : Délais post-AVC

Délais post-AVC inclus dans l'étude	AVC aigu	AVC subaigu	AVC chronique	AVC aigu et subaigu	AVC aigu, subaigu et chronique
Nombre d'études	0	2	12	1	2

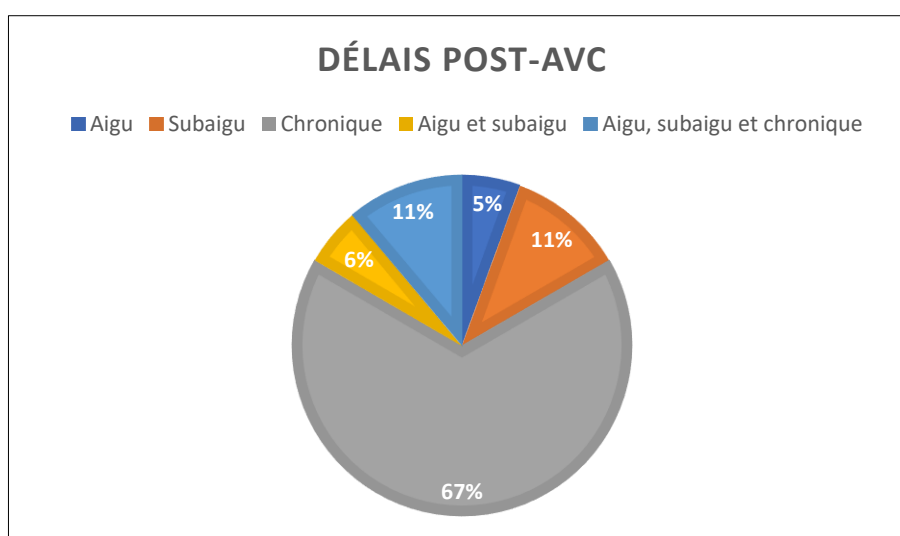


Figure 8 : Diagramme représentant les délais post-AVC présents dans les études

Par conséquent, nous pouvons constater que la majorité des études, soit 67% d'entre elles, a réuni des patients en phase chronique de l'AVC. Certaines études, 11% ont regroupé des patients dans les trois phases, aiguë, subaiguë et chronique. D'autres encore, 6%, ont réuni des patients en phases aiguë et subaiguë. Enfin, certaines études ont recruté des patients en phase aiguë seulement, pour 5% des études, ou en phase subaiguë seulement, pour 11% des études (*Figure 8*).

### 3.5. Qualité des études et risque de biais

Tableau V : Analyses des études sur l'échelle Cochrane

Etudes	1 Rando- misation	2 Allocation cachée	3 Aveugle participants- thérapeute	4 Aveugle évaluateur	5 Données incomplètes	6 Suivi résultats	7 Autres
Eyvaz et al.	0	0	1	1	0	2	2
Jeon & Hwang	0	0	1	1	0	0	2
Lee et al.	0	0	2	0	1	0	2
Lund et al.	2*	1	2	2	2	2	2
Chan et al.	0	1	2	0	0	0	2
Vahlberg et al.	0	0	1	0	2	0	2
Bonggil Kim et al.	1	1	1	1	0	0	2
Lim et al.	1	1	1	1	0	0	1
Park et al.	1	1	1	1	0	0	0
Kim et al.	0	0	0	0	0	0	2
Zhu et al.	0	0	2	0	0	0	2
Liu-Ambrose & Eng	1	0	2	0	2	0	2
Mackay-Lyons	1	1	1	1	2	0	2
Globas et al.	0	0	1	1	2	1	2
Barbara M. Quaney et al.	1	1	0	0	1	1	2
Pamela Duncan et al.	0	0	1	1	2	1	2
Druzbecki et al.	0	0	1	0	0	0	2

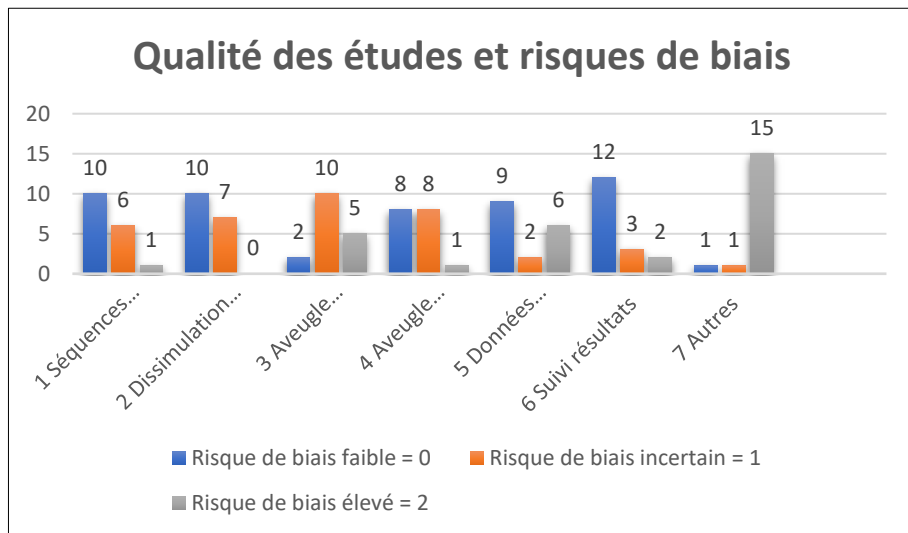


Figure 9 : Histogramme représentant la qualité des études et les risques de biais

### 3.5.1. Biais de sélection

Le biais de sélection correspond à une affectation biaisée aux différents groupes d'intervention. En premier lieu, la randomisation par génération de séquences aléatoires permet d'éviter ce biais. Il existe plusieurs méthodes de randomisation, comme les tables de nombres aléatoires, les algorithmes informatiques, le tirage au sort, ou la méthode des enveloppes. La proportion d'études avec un risque de biais faible pour cet item est de 59%. 35% des études ont un risque de biais incertain par absence d'informations à ce sujet. Et enfin, seules 6% d'entre elles ont un risque de biais élevé. On peut donc dire que la majorité des études de cette revue, ne possèdent pas de biais de sélection, grâce à une randomisation adéquate. En second lieu, la dissimulation de l'allocation permet également d'éviter le biais de sélection. Pour cet item, 59% des études présentent un risque de biais faible, et 41% d'entre elles présentent un risque indéterminé par absence d'informations à ce sujet. On peut donc observer que la majorité des études présente un risque de biais de sélection faible, grâce à une bonne dissimulation de l'allocation en groupe.

### 3.5.2. Biais de performance

Un biais de performance peut survenir en raison de la connaissance des interventions allouées par les participants et le personnel pendant l'étude. Ce biais peut être évité par la mise en aveugle des participants et des thérapeutes. Dans cette revue, la mise en aveugle est difficile à mettre en place, les patients sont conscients du groupe auquel ils sont affiliés compte tenu de la nature de l'intervention. Ainsi seules 12% des études ont un risque de biais faible à ce sujet, 59% d'entre elles ont un risque de biais incertain par manque d'information au sujet de la mise en aveugle, et enfin 29% d'entre elles ont un risque de biais élevé.

### 3.5.3. Biais de détection

Le biais de détection est dû à la connaissance des interventions par les évaluateurs des résultats. La mise en aveugle de l'évaluateur permet d'éviter ce biais. Parmi ces études, on retrouve autant de risque de biais faibles, que de risque de biais incertains, soit 47%, et 6% d'entre elles ont un risque de biais élevé. Près de la moitié des études ont donc mis en aveugle les évaluateurs par rapport aux interventions, afin de maîtriser le biais de détection des résultats.

### 3.5.4. Biais d'attrition

Il peut exister un biais d'attrition en fonction du nombre, de la nature ou du traitement des données de résultat manquantes des études. Dans cette revue, 53% des études présentent un risque de biais d'attrition faible, 12% d'entre elles présentent un risque incertain, et 35% d'entre elles présentent un risque élevé. La majorité des études est donc parvenue à éviter le biais d'attrition, mais il existe un certain nombre de données manquantes.

### 3.5.5. Biais de suivi

Il peut exister un biais de suivi au sein des études lorsque les résultats rapportés sont sélectifs. Pour éviter ce biais, il faut que le protocole et les résultats attendus soient définis de manière prédéterminée, et que les rapports publiés contiennent ces résultats. 71% des 17 études qui composent cette revue, présentent un risque de biais faible pour cet item. 18% des études présentent un risque de biais incertain et 12% présentent un risque de biais élevé. Une grande majorité des études ne possèdent donc pas de biais de suivi des résultats.

### 3.5.6. Autres biais

Enfin d'autres biais peuvent être identifiés, comme un effectif insuffisant de participants, un manque d'information à propos des interventions, des incohérences dans certaines données telles que la durée de l'étude. Dans cette revue, 88% des études reconnaissent avoir un risque élevé de biais autres, tandis que 6% d'entre elles présentent un risque de biais faible et 6% présentent un risque de biais incertain.

### 3.5.7. Risque de biais total de l'ensemble des études

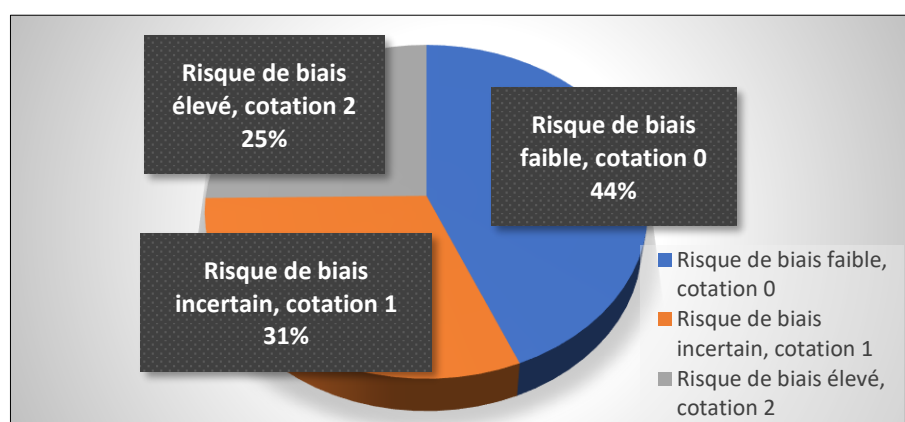


Figure 10 : Histogramme représentant le risque de biais total de l'ensemble des études

En somme, on retrouve en majorité un risque de biais faible, de 44%, pour l'ensemble des études de cette revue de littérature. Le risque de biais incertain représente 31%, et enfin, le risque de biais élevé représente 25% pour l'ensemble des études (Figure 10).

### 3.6. Type d'entraînement aérobique

Nous avons pu synthétiquement regrouper ces divers types d'entraînement aérobique en 9 familles :

- Les programmes de renforcement des membres inférieurs (MI),
- Les exercices répétés orientés par la tâche,
- L'entraînement basé sur des exercices aérobiques associé à des activités récréatives,
- Les exercices à base de Pilates,
- Un programme d'exercices à domicile,
- Un programme de step,
- L'entraînement sur cyclo-ergomètre,
- L'entraînement sur tapis de course,
- L'entraînement aquatique.

Ces familles sont représentées dans l'histogramme ci-dessous (Figure 11).

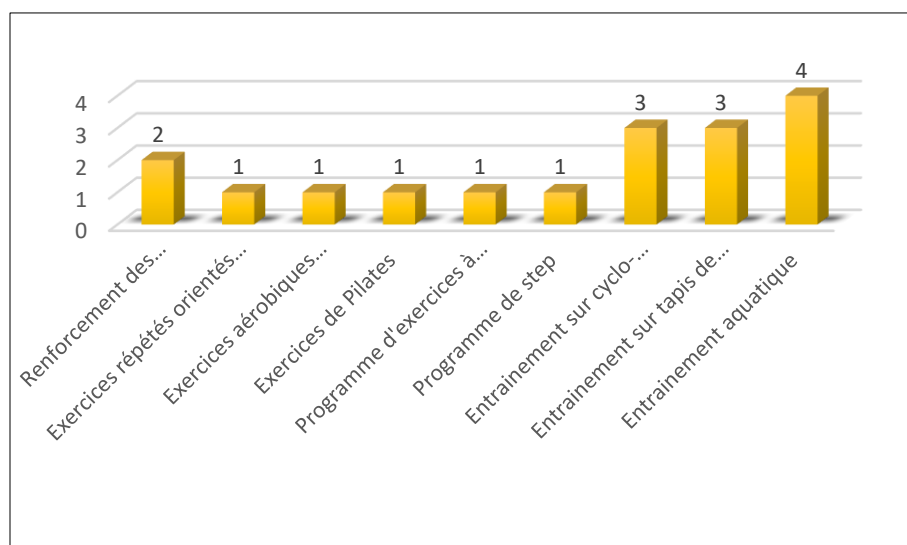


Figure 11 : Histogramme représentant les familles d'entraînement aérobique



### 3.7. Quantité d'intervention

La quantité d'intervention peut être décrite en termes de fréquence des séances, du nombre total de séances par étude, de leur durée par séance, et de leur durée totale par étude (*Tableau VI*).

Tableau VI : Analyse des quantités de traitement

	Fréquence des séances (en nombre de fois par semaine)	Nombre total de séances par étude	Durée par séance (minutes)	Durée totale par étude (minutes)
Nombre d'études analysées	16	16	16	15
Moyenne	3,6	28,9	58,3	1724,4
Médiane	3	24,5	60	1440
Ecart-type	1,2	13,6	16,9	934,2
Valeur minimale	2	12	30	900
Valeur maximale	5	72	90	4320

16 études sur 17 décrivent la fréquence des séances, permettant de calculer pour 16 études le nombre total de séances. 16 études indiquent la durée moyenne d'une séance, permettant ainsi de calculer pour 15 études la durée totale d'entraînement par étude. Nous pouvons observer que les sujets ont participé en moyenne à 28,9 séances de rééducation, avec une durée moyenne de 58,3 minutes. Les médianes de ces deux paramètres se trouvent plutôt proches en particulier pour la durée de séance, avec des valeurs respectives de 24,5 séances et 60 minutes par séance. Les écart-types sont respectivement de 13,6 pour le nombre de séances, et de 16,9 pour la durée d'une séance.

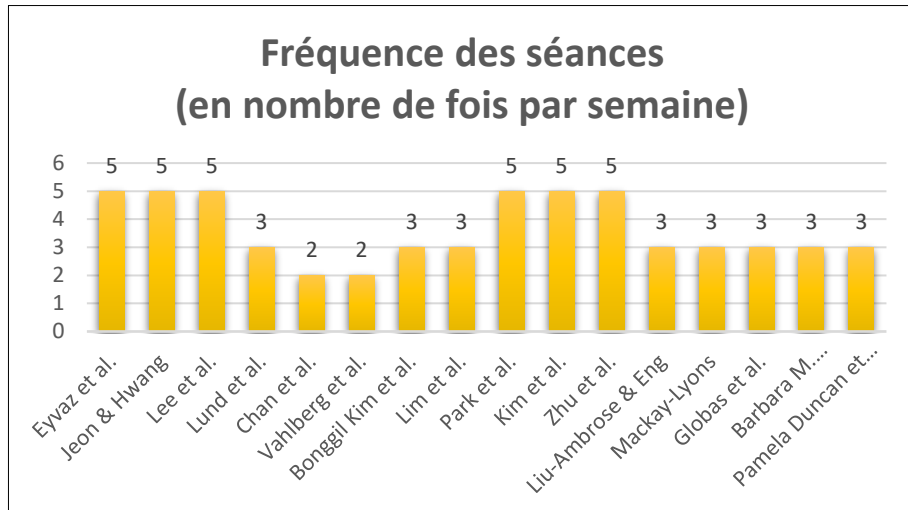


Figure 12 : Histogramme représentant la fréquence des séances

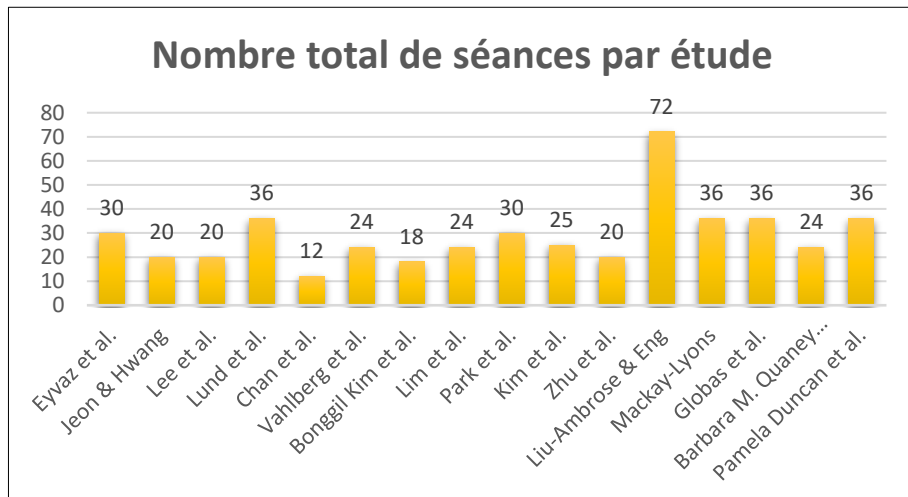


Figure 13 : Histogramme représentant le nombre total de séances par étude

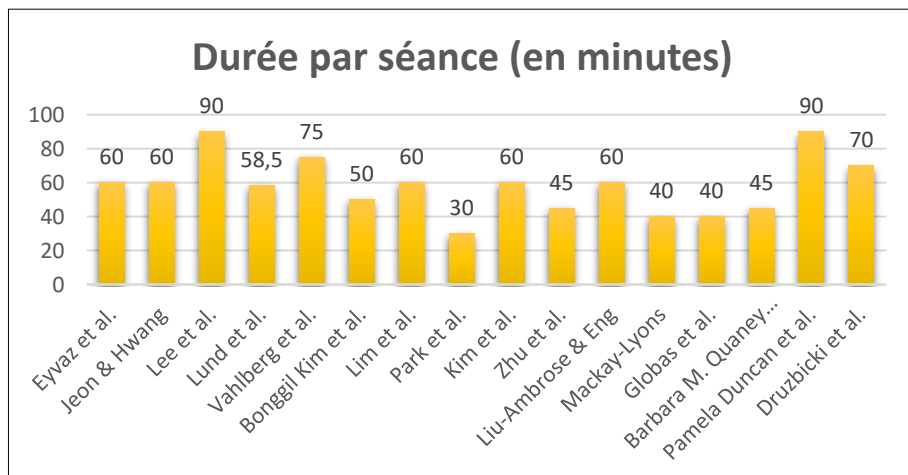


Figure 14 : Histogramme représentant la durée par séance

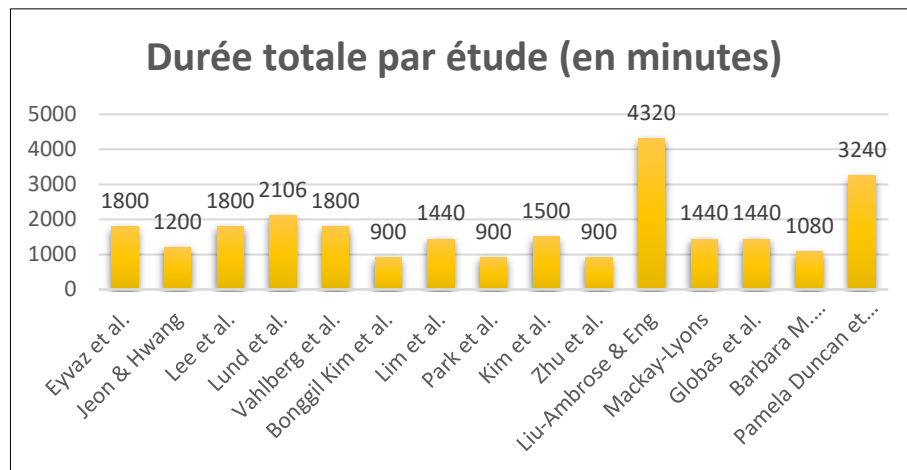


Figure 15 : Histogramme représentant la durée totale par étude (en minutes)

### 3.8. Critère de jugement

Les critères de jugement principaux sont l'équilibre et la posture, quantifiés au moyen d'échelles de mesure, utilisées dans les études. Les critères de jugement secondaires sont l'autonomie et l'indépendance des patients des études.

Au sein des 17 études qui composent cette revue de littérature, 15 ont utilisé l'échelle de Berg (BBS) comme échelle de mesure du critère de jugement principal. Une des études qui n'a pas utilisé la BBS a, en revanche, pris comme critère de jugement les paramètres du centre de pression (COP), tels que son amplitude dans les directions antéro-postérieures et médio-latérales, ainsi que la vitesse de ses oscillations, toujours dans les directions antéro-postérieures et médio-latérales. La seconde étude parmi celles qui n'ont pas utilisé la BBS, a pris, quant à elle, comme critère de jugement, la symétrie d'appui du poids du corps sur les membres inférieurs (*Figure 16*).

Enfin parmi deux des 15 études ayant utilisé l'échelle de Berg, des critères de jugement secondaires ont été employés. Dans la première de ces deux études, l'échelle de mesure d'indépendance fonctionnelle, FIM, a été utilisée pour mesurer l'indépendance. Dans la seconde il s'agit des échelles des activités instrumentales de la vie quotidienne, IADL, et de l'indice de Barthel pour les AVQ, qui ont été utilisés (*Figure 17*).

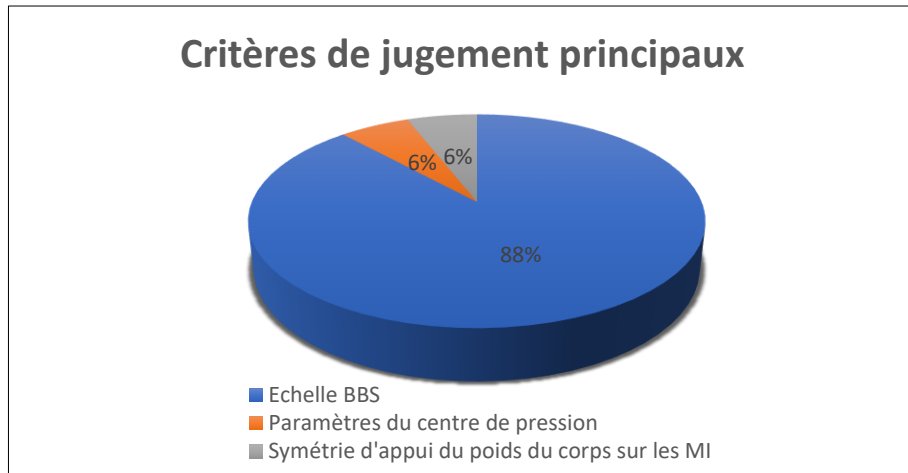


Figure 16 : Diagramme représentant les critères de jugement principaux

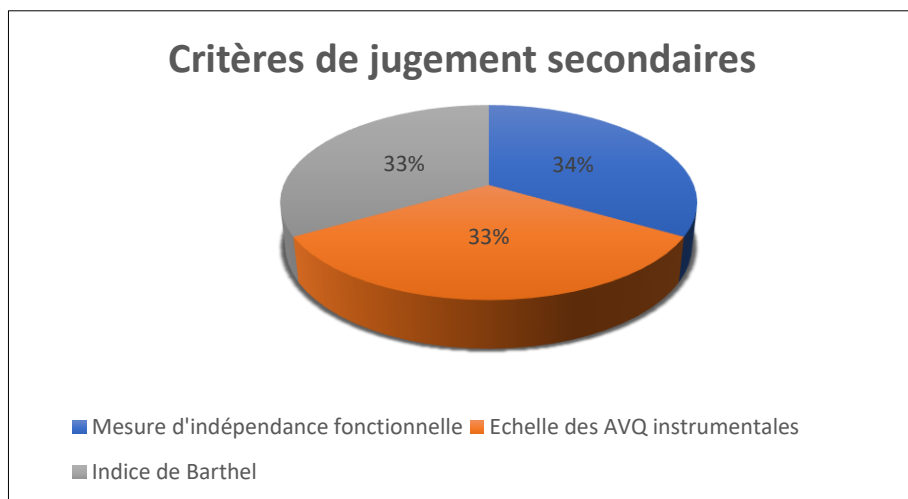


Figure 17 : Diagramme représentant les critères de jugement secondaires

### 3.9. Suivi post-intervention

Certaines études mettent en place un suivi post-intervention, appelé « follow-up ». Les évaluateurs prennent des mesures à différents délais de temps après la fin de l'étude. Parmi les 17 études de cette revue, 4 ont effectué un suivi post-intervention, soit 24%. Les durées de ces derniers sont variées, on retrouve des mesures de « follow-up » à 2, 3, 6, 9 ou 12 mois après la fin des études.

### **3.10. Résultats posturaux**

Comme nous avons pu l'observer dans l'analyse des types d'entraînements, l'exercice aérobique regroupe plusieurs types d'interventions, que nous avons pu regrouper en 9 familles.

#### **3.10.1. Rééducation basée sur le renforcement des membres inférieurs**

Deux études se sont intéressées à la rééducation de l'équilibre basée sur du renforcement des membres inférieurs (Jeon & Hwang, 2018, Vahlberg et al., 2017).

Jeong et Hwang, en 2018, ont comparé le renforcement des membres inférieurs bilatéral au renforcement unilatéral et ont mesuré les effets sur la récupération de l'équilibre. Ils ont réuni un total de 20 sujets ayant présenté un AVC aigu, subaigu ou chronique. Ceux-ci ont été répartis en deux groupes, un groupe de renforcement unilatéral (UTG, 10 patients) et un groupe de renforcement bilatéral (BTG, 10 patients). Ces deux groupes s'entraînaient 5 fois par semaine, pour une durée de 60 minutes par session. A la fin des 4 semaines d'intervention, Jeong et Hwang présentent une amélioration significative de la BBS dans les deux groupes ainsi qu'une supériorité significative de l'amélioration dans le groupe bilatéral (BTG).

Vahlberg et al, quant à eux, ont évalué les effets d'un programme d'exercices de résistance et d'équilibre sur les fonctions physiques et psychiques d'individus atteints d'AVC, face à un groupe contrôle. Ils ont réuni 67 individus atteints d'AVC chronique et répartis en un groupe « contrôle » de 33 patients (CG), et un groupe « interventionnel » de 34 patients (IG). Ces derniers bénéficiaient d'un programme combinant des exercices de résistance et d'équilibre progressifs (exercices fonctionnels, d'équilibre statiques et dynamiques, de renforcement des MI, de marche, un exercice à domicile, et groupes de discussion motivationnelle). Ce programme était

effectué 2 fois par semaine, pour une durée de 1h15 (10 minutes d'échauffement, 45 minutes de circuit d'exercices, et 20 minutes de session motivationnelle). A la fin des 3 mois d'intervention, Vahlberg et al. décrivent une amélioration significative de l'échelle BBS dans le groupe interventionnel par rapport au groupe contrôle ( $p < 0,05$ ).

### 3.10.2. Rééducation basée sur les exercices répétés orientés par la tâche

L'étude de Bonggil Kim et al. s'est intéressée à la rééducation de l'équilibre, basée sur un programme d'exercices répétés orientés par la tâche. Leur but était d'analyser les effets d'un entraînement en circuit axé sur les tâches, sur l'équilibre et l'endurance à la marche des patients atteints d'AVC chronique. Ils ont réuni 23 patients atteints d'AVC chronique et les ont séparés en un groupe d'exercices effectués en groupe (12 patients, GTCT), et un groupe d'exercices individuels (11 patients, ITCT). Le GTCT effectuait un programme de 8 types d'exercices de mouvements répétés, par groupe de 2 ou 3 patients, tandis que l'ITCT effectuait ces mêmes exercices individuellement. Ces deux groupes effectuaient leur programme 3 fois par semaine, pour une durée de 50 minutes, sur une période de 6 semaines. A la fin des 6 semaines d'intervention, Bonggil Kim et al. ont décrit une amélioration significative de la BBS entre le pré-test et le post-test, ainsi qu'une supériorité de l'amélioration dans le GTCT (Bonggil Kim et al., 2016).

### 3.10.3. Rééducation basée sur un entraînement d'exercices aérobiques et d'activités récréatives

L'étude de Liu-Ambrose & Eng a investigué la rééducation de l'équilibre, basée sur un entraînement d'exercices aérobiques et d'activités récréatives. Le but de celle-ci était d'évaluer les effets d'un programme d'exercices et d'activités récréatives de 6 mois, sur les fonctions exécutives, en comparaison à des soins courants, chez des adultes atteints d'AVC chronique. Les auteurs ont regroupé 28 patients atteints d'AVC chronique, et les ont répartis en un groupe dit « sans intervention » (D-INT, 16

patients), et un groupe interventionnel (INT, 12 patients). Le groupe D-INT recevait des soins courants, tandis que le groupe INT participait à un programme regroupant un entraînement de résistance, d'équilibre et d'exercice aérobique, avec une activité récréative (billard, bowling, artisanat, cuisine). Ces derniers effectuaient deux sessions d'exercices ainsi qu'une session d'activité récréative par semaine, d'une durée correspondant à 60 minutes d'entraînement aérobique et 60 minutes d'activité récréative. A la fin des 6 mois d'intervention, Liu-Ambrose & Eng n'ont pas trouvé de différence significative entre les groupes pour la BBS ( $p \geq 0,92$ ) (Liu-Ambrose & Eng, 2015).

#### 3.10.4. Rééducation basée sur des exercices de Pilates

L'étude de Lim et al. s'est intéressée à la rééducation de l'équilibre basée sur des exercices de Pilates. Leur but était d'analyser l'efficacité d'exercices de Pilates, sur l'équilibre statique et dynamique de patients atteints d'AVC chronique, en comparaison à un groupe contrôle ne recevant aucun programme d'exercices ni traitement. Sur 19 sujets atteints d'AVC chronique, 9 ont formé un groupe « contrôle » et 10 ont formé un groupe « Pilates ». Ce dernier effectuait un programme de 8 exercices de Pilates, associés à des exercices additionnels de renforcement des membres inférieurs, à une fréquence de 3 fois par semaine, pour une durée de 60 minutes par session, et sur une période de 8 semaines. A la fin des 8 semaines d'intervention, les auteurs ont recueilli les résultats concernant les paramètres du centre de pression. Ils décrivent une diminution significative du balancement du centre de pression (COP sway), et de la vitesse du centre de pression (COP velocity), dans le groupe expérimental, dans les directions antéropostérieure et médiolatérale, donc une amélioration de la posture ( $p < 0,05$ ). Les résultats montrent des différences significatives entre les groupes contrôle et expérimental, en faveur du groupe expérimental (Lim et al., 2016).

### 3.10.5. Rééducation basée sur un programme d'exercices à domicile

L'étude de Pamela Duncan et al. s'est intéressée à la rééducation de l'équilibre, basée sur un programme d'exercices à domicile. Son but était de développer et évaluer l'efficacité d'un programme d'entraînement à l'équilibre, de renforcement et d'endurance effectué à domicile, en comparaison à des soins courants, chez des patients post-AVC. 20 patients atteints d'AVC subaigu ont été recrutés. Ils ont ensuite été répartis en deux groupes, de 10 patients chacun, un groupe contrôle recevant les soins courants (exercices variables sans travail en endurance), et un groupe expérimental participant au programme d'exercices à domicile (4 blocs d'exercices, élastiques Theraband, PNF, exercices d'équilibre, activités fonctionnelles avec les membres supérieurs, programme de marche ou de cyclo-ergomètre). Ce programme avait une durée totale de 90 minutes, 3 fois par semaine. A l'issue des 12 semaines d'intervention, les résultats de l'échelle BBS montrent une tendance à l'amélioration, davantage dans le groupe expérimental que dans le groupe contrôle, mais les résultats ne sont pas statistiquement significatifs ( $P > 0,2$  ; Pamela Duncan et al., 1998).

### 3.10.6. Rééducation basée sur un entraînement de step

L'étude de Park et al. s'est intéressée à une rééducation de l'équilibre, basée sur un entraînement de step. Leur but consistait à déterminer si un programme de step multidirectionnel pouvait améliorer l'équilibre, la marche et diminuer le risque de chutes chez les patients atteints d'AVC, en comparaison à une rééducation kinésithérapique classique. 40 patients atteints d'AVC chronique ont été recrutés et divisés en un groupe « contrôle » (20 patients) et un groupe expérimental (20 patients). Les deux groupes ont participé à leurs programmes respectifs, à une fréquence de 5 fois par semaine, pour une durée de 30 minutes par séance. Le groupe contrôle participait à un entraînement à la marche et à l'équilibre, tandis que le groupe expérimental effectuait un entraînement au transfert de poids (10 minutes), suivi d'un programme de step multidirectionnel (20 minutes). A la fin des 6 semaines d'intervention, Park et al. ont décrit une amélioration significative de l'équilibre entre le pré-test et le post-test,



ainsi qu'une amélioration significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, en faveur du groupe expérimental (G.-D. Park, Choi, & Kim, 2016).

### 3.10.7. Rééducation basée sur un entraînement sur cyclo-ergomètre

Trois études se sont intéressées à la rééducation de l'équilibre basée sur un entraînement sur cyclo-ergomètre (Lund et al., 2018, Kim et al., 2015, et Barbara M. Quaney et al., 2009).

L'objectif de Lund et al. était d'évaluer les effets de différents types d'entraînements physiques (exercice aérobique, entraînement des membres inférieurs ou des membres supérieurs), sur les performances d'équilibre, chez les patients atteints d'AVC chronique. Ils ont recruté 43 patients, atteints d'AVC chronique. Ceux-ci ont été répartis en trois groupes : un groupe d'entraînement aérobique (AT, 13 patients, entraînement sur cyclo-ergomètre), un groupe d'entraînement en résistance des membres inférieurs (RT, 14 patients, 7 types d'exercices), et un groupe d'entraînement des membres supérieurs (ST, 16 patients, 7 types d'exercices). Les trois groupes réalisaient leur programme à une fréquence de 3 fois par semaine. A la fin des 12 semaines d'intervention, Lund et al. ont décrit une amélioration significative de l'équilibre dans tous les groupes ( $p < 0,05$ ). Cependant les auteurs n'ont trouvé aucune différence significative entre les groupes ( $p = 0,96$ ).

Par ailleurs Kim et al. ont comparé l'efficacité d'un programme combinant des séances standards de rééducation et un entraînement sur cyclo-ergomètre, à un programme standard de rééducation seul, sur l'équilibre et les capacités de marche chez les individus atteints d'AVC chronique. Ils ont réuni 32 patients atteints d'AVC aigu, subaigu ou chronique. Ces patients ont été répartis en deux groupes, un groupe contrôle (16 patients, programme standard de rééducation), et un groupe expérimental (16 patients, programme combinant séances standards de rééducation et entraînement sur cyclo-ergomètre). Les deux groupes ont participé à des séances à

raison de 5 fois par semaine. Tandis que le groupe contrôle participait à un programme standard de rééducation pour une durée de 30 minutes, le groupe expérimental, lui, effectuait 30 minutes de programme standard de rééducation associé à 30 minutes de cyclo-ergomètre. A la fin des 4 à 6 semaines d'intervention, il existe une confusion dans l'étude à ce sujet, les auteurs décrivent une amélioration significative de la BBS dans le groupe interventionnel ( $p < 0,05$ ) par rapport au groupe contrôle.

Enfin Barbara M. Quaney et al. ont comparé l'effet d'un entraînement progressif sur cyclo-ergomètre, à celui d'un programme d'étirements des membres supérieurs et inférieurs à domicile, sur l'amélioration des fonctions exécutives, motrices et de mobilité, chez des patients atteints d'AVC. 38 patients ont été recrutés et divisés en deux groupes : un groupe d'exercices d'étirement (SE group, 19 patients), et un groupe d'exercices aérobiques (AEX group, 19 patients). Les deux groupes effectuaient des séances 3 fois par semaine, pour une durée de 45 minutes. A la fin des 8 semaines d'intervention, les auteurs ont observé une amélioration de la BBS en post intervention avec une tendance à la significativité ( $p = 0,53$ ), et qui atteint la significativité au maintien à long terme ( $p = 0,41$ ), c'est-à-dire à 8 semaines de la fin du programme, soit à 16 semaines du début de l'intervention.

### 3.10.8. Rééducation basée sur un entraînement sur tapis de course

Trois études se sont intéressées à la rééducation de l'équilibre, par un entraînement sur tapis de course (Mackay-Lyons, 2012, Globas et al., 2012, et Družbicki et al., 2016).

L'objectif de Mackay-Lyons était de démontrer l'efficacité de l'entraînement aérobique de haute intensité sur tapis roulant, sur l'aptitude cardiovasculaire et les capacités de marche chez les individus atteints d'AVC chronique, en comparaison à des soins courants sans exercice aérobique. Pour cela, les auteurs ont réuni 38 patients atteints d'AVC chronique, et les ont répartis en un groupe contrôle (20 sujets), et un groupe expérimental (18 sujets). Le groupe contrôle participait à des séances de soins

courants, d'une durée de 60 minutes, 1 à 3 fois par semaine, pendant que le groupe expérimental participait à un entraînement sur tapis roulant, d'une durée de 30 à 50 minutes, 3 fois par semaine. A l'issue des 3 mois de l'intervention, les auteurs ont décrit une amélioration significative de la BBS, dans le groupe interventionnel, par rapport au groupe contrôle.

Par ailleurs, Globas et al ont cherché à démontrer l'efficacité d'un programme d'entraînement aérobique sur tapis de course à haute-intensité, sur la forme cardiovasculaire et la marche chez les personnes atteintes d'AVC chronique, en comparaison à des soins courants sans entraînement aérobique. 36 participants atteints d'AVC chronique ont été réunis, et divisés en un groupe contrôle (18 sujets), et un groupe expérimental (TAEX, 18 sujets). Les deux groupes ont reçu des séances à une fréquence de 3 fois par semaine. Le groupe contrôle recevait des séances de soins courants (mouvements passifs des MS et MI, exercices d'équilibre), d'une durée de 60 minutes par séance, tandis que le groupe expérimental effectuait un programme d'entraînement aérobique à haute intensité sur tapis de course, de 30 à 50 minutes par séance. A la fin des 3 mois d'intervention, Globas et al. montrent une amélioration significative de l'équilibre au sein du groupe TAEX, et non au sein du groupe soins courants ( $p < 0,05$ ).

Enfin Drużbicki et al. ont étudié les effets d'un entraînement sur tapis de course, sur l'équilibre statique et la stabilité posturale dans un groupe de patients après AVC, en comparaison à un groupe contrôle. Pour cela, 46 individus atteints d'AVC chronique ont été recrutés, et séparés en un groupe contrôle (CG), et un groupe d'intervention (IG), de 23 patients chacun. L'intervention consistait en un entraînement sur tapis de course, avec fonction de biofeedback visuel, combiné à des exercices des MI, de transferts assis-debout, et respiratoires. L'intervention était d'une durée de 15 à 30 minutes de tapis de course, combiné à des exercices, pour 70 minutes en tout. A la fin des 12 jours d'intervention, cette dernière n'a pas pu permettre d'obtenir des résultats significatifs, hormis une amélioration dans la symétrie d'appui du poids du corps sur les MI à la position debout.

### 3.10.9. Rééducation basée sur un entraînement aquatique

Quatre études se sont intéressées à la rééducation de l'équilibre, basée sur un entraînement aérobique aquatique (Eyvaz et al., 2018, Chan et al., 2017, Lee et al., 2018, et Zhu et al., 2016).

L'objectif d'Eyvaz et al. était de déterminer les effets d'exercices aquatiques associés à des exercices terrestres, en comparaison aux exercices terrestres uniquement, sur les fonctions motrices, de marche, d'équilibre et la qualité de vie de patients atteints d'AVC. 60 sujets atteints d'AVC chronique ont été recrutés et répartis en deux groupes : un groupe contrôle (CG, 30 patients), et un groupe expérimental (water-based exercises, WBE, 30 patients). Le groupe contrôle effectuait des exercices terrestres (mobilité du tronc, équilibre, marche) à un rythme de 5 fois par semaine, tandis que le groupe expérimental réalisait un programme d'exercices aquatiques (renforcement, équilibre, coordination), 3 fois par semaine, associés à des exercices terrestres 2 fois par semaine. A la fin des 6 semaines d'intervention, les auteurs décrivent une amélioration significative de la BBS dans les deux groupes, avec supériorité du groupe LBE. Ils retrouvent une amélioration significative de l'échelle FIM dans les deux groupes.

Par ailleurs Chan et al. ont cherché à évaluer les effets d'un programme d'exercices aquatiques associés à des exercices terrestres, en comparaison à des exercices terrestres uniquement, sur l'équilibre des patients atteints d'AVC subaigu. Ils ont réuni 32 sujets atteints d'AVC subaigu, réparti en un groupe d'exercices terrestres (land-based exercises, LBE, 15 individus), et un groupe d'exercices aquatiques associés aux exercices terrestres (Water-based exercises, WBE 17 individus). Les deux groupes participaient à des séances 2 fois par semaine. Le groupe LBE effectuait des exercices terrestres (équilibre, renforcement, transferts, marche, escaliers), tandis que le groupe WBE pratiquait des exercices aquatiques (équilibre, étirements, renforcement, endurance), en plus de ces mêmes exercices terrestres. A l'issue des 6 semaines d'intervention, Chan et al. ont décrit une amélioration de la BBS au sein des deux groupes, mais n'ont pas pu décrire de différence significative entre les deux groupes ( $p=0,391$ ).

En outre, Lee et al. ont voulu évaluer les effets d'un entraînement sur tapis de course motorisé aquatique, sur la force des muscles des genoux, la forme cardiorespiratoire, artérielle, les fonctions motrices, d'équilibre, et les paramètres fonctionnels et de qualité de vie, chez les patients atteints d'AVC subaigu, en comparaison à des soins courants. 37 patients atteints d'AVC aigu ou subaigu, ont été recrutés et divisés en un groupe d'exercice aérobique terrestre (land-based aerobic exercise, LBAE, 18 sujets), et en un groupe de thérapie aquatique (aquatic exercise, AE, 19 sujets). Les participants assistaient aux séances à raison de 5 fois par semaine, pour une durée totale d'1h30 par séance. La séance comprenait des soins courants (30 minutes de kinésithérapie, 30 minutes d'ergothérapie), associés à 30 minutes, soit d'exercice aérobique terrestre (groupe LBAE), soit de thérapie aquatique (tapis de course motorisé aquatique, groupe AE). A la fin des 4 semaines d'intervention, les auteurs ont décrit une amélioration significative de la BBS, dans le groupe de thérapie aquatique ( $p=0,01$ ).

Enfin Zhu et al. avaient pour objectif d'étudier les effets de l'hydrothérapie, sur les capacités de marche et l'équilibre, chez les patients atteints d'AVC chronique, en comparaison à un programme d'exercices hors de l'eau. 28 patients, atteints d'AVC chronique, ont été répartis en un groupe de thérapie terrestre (14 patients, renforcement, exercices de mobilité du tronc, entraînement sur tapis de course), et un groupe d'hydrothérapie (14 patients, renforcement, équilibre, entraînement sur tapis de course aquatique). Les deux groupes participaient à des séances 5 fois par semaine, pour une durée de 45 minutes par séance. A l'issue des 4 semaines d'intervention, les auteurs ont décrit une amélioration significative de la BBS dans les 2 groupes ( $p<0,05$ ), mais n'ont cependant pas pu décrire de différence significative entre les groupes.

En résumé les principaux résultats de cette revue de littérature peuvent être regroupés selon trois catégories. Dans un premier cas de figure, on note l'absence de résultats significatifs, avec une tendance à l'amélioration. Dans un deuxième cas, on remarque la présence d'amélioration significative, sans différence inter-groupe. Enfin en dernier lieu, on retrouve la preuve d'une amélioration significative, avec une supériorité du groupe dans lequel l'intervention d'exercice aérobique a été effectuée.

3 des 17 études, soit 18%, montrent une tendance à l'amélioration du critère de jugement, sans résultats significatifs. L'une d'entre elle évolue au cours du temps, avec des résultats qui atteignent la significativité en faveur du groupe expérimental, lors du suivi à long terme. 4 études, soit 23%, mettent en évidence une amélioration significative au sein des deux groupes qui les composent, sans avoir pu, pour autant, démontrer de différence significative entre les groupes. Enfin 10 études, soit 59%, sont parvenues à prouver une amélioration significative du critère de jugement au sein des groupes, et de plus ont pu décrire cette dernière comme étant en faveur du groupe expérimental (Figure 18). En somme, nous pouvons observer que la majorité des études ont donné des résultats significatifs dans l'amélioration de l'équilibre, en faveur du groupe ayant bénéficié d'un entraînement aérobique.

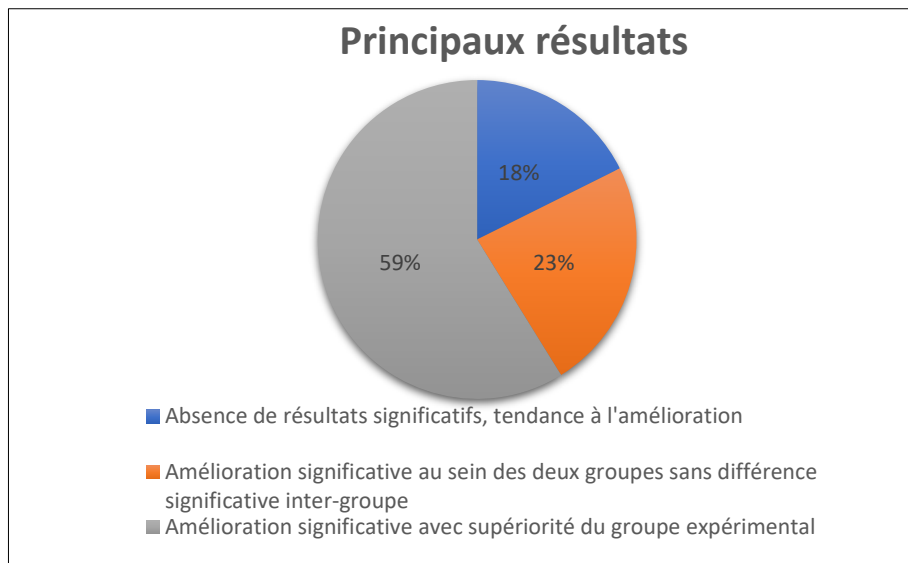


Figure 18 : Diagramme représentant les principaux résultats

## 4. Discussion

### 4.1. Résultats

Cette revue de littérature a permis d'analyser 17 études, s'intéressant au sujet de la rééducation de l'équilibre et du contrôle postural, par le biais de l'entraînement aérobique, chez l'adulte hémiparétique post-AVC. Parmi ces études, 18% montrent une tendance à l'amélioration du critère de jugement, sans résultats significatifs. D'autre part, 23% des études ont mis en évidence une amélioration significative au sein des deux groupes, sans différence significative entre les groupes. Enfin la majorité des études, soit 59%, a présenté des résultats significatifs dans l'amélioration de l'équilibre, en faveur du groupe ayant bénéficié d'un entraînement aérobique.

### 4.2. Pertinence clinique

Les études de cette revue sont toutes des essais contrôlés randomisés. Elles font partie des plus hauts niveaux de preuve scientifique, soit les niveaux 1 ou 2 de la littérature, et les grades A, preuve scientifique établie, et B, présomption scientifique, selon les grades des recommandations de la HAS (*Tableau VII*). Cela montre un intérêt, au sein de la communauté scientifique, à établir des preuves fiables concernant l'efficacité de l'entraînement aérobique comme méthode de rééducation de l'équilibre chez les patients hémiparétiques après un AVC.

Tableau VII : Grade des recommandations, (HAS, 2013a)

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Comme il a été décrit auparavant dans les résultats, concernant les quantités d'intervention, la dispersion reste modérée, avec des écart-types respectivement à environ 13,6 pour le nombre de séances, et environ 16,9 pour la durée d'une séance. Cela montre qu'il y a peu d'hétérogénéité dans les nombres et les durées d'entraînements au sein des différentes études.

De plus, trois études sont des études pilotes, ce qui signifie qu'elles sont les premières à effectuer une recherche sur leur sujet. Cela montre un nouvel intérêt de recherche quant à l'entraînement aérobique (Lee, Im, Kim, & Han, 2018, Barbara M. Quaney et al., 2009, et Pamela Duncan et al., 1998).

En ce qui concerne les résultats par famille d'entraînement, les études au sujet de la rééducation basée sur les programmes de renforcement musculaire, d'exercices répétés orientés par la tâche, de Pilates et de step, démontrent toutes une amélioration significative de l'équilibre ou de la posture, avec supériorité du groupe interventionnel. Cela vient corroborer l'hypothèse que ces types d'entraînement pourraient renforcer les groupes musculaires participant au tonus postural et aux stratégies d'équilibration et ainsi être une indication de rééducation de l'équilibre et de la posture.

Au sujet des exercices de Pilates, parmi leurs bienfaits, on retrouve notamment des effets sur la posture, la sangle abdominale, la condition physique et musculaire (« Pilates, les bienfaits de la méthode en 8 points clés », 2018). Selon Lim et al. l'amélioration de l'équilibre statique grâce au programme de Pilates serait due à l'amélioration du contrôle musculaire des muscles du caisson abdominal (transverse de l'abdomen, muscles lombaires multifides, diaphragme, périnée). De plus, les auteurs émettent l'hypothèse qu'il pourrait y avoir un effet dose-réponse, à vérifier dans des études futures (Lim et al., 2016).

Par ailleurs, les exercices répétés orientés par la tâche offrent une perspective plus fonctionnelle à la rééducation. De plus l'étude de Bonggil Kim et al. à ce sujet, ouvre une nouvelle piste de recherche, car les résultats montrent une amélioration



significative de l'équilibre, avec supériorité du groupe d'intervention en groupe, par rapport au groupe d'intervention individuelle. Un travail de recherche pourrait donc être effectué sur les effets de groupe dans la rééducation de l'équilibre des patients post-AVC (Bonggil Kim et al., 2016).

Les résultats des études concernant l'entraînement aérobique associé à des activités récréatives et l'entraînement aérobique à domicile sont, quant à eux, plus mitigés. En effet ils ne sont pas significatifs, ou la différence entre le groupe interventionnel et le groupe contrôle n'est pas significative. On peut penser que le fait d'intégrer une activité récréative, ou le fait de devoir appliquer cet entraînement à domicile, vient éventuellement biaiser l'efficacité de l'entraînement aérobique seul, ou l'observance des patients quant à l'intervention à réaliser. Ce sujet pourrait être approfondi dans des études ultérieures.

Ces familles d'entraînement précédemment décrites sont intéressantes car elles sont écologiques. Elles s'adaptent à l'environnement des patients et sont accessibles aux thérapeutes, aussi bien en pratique hospitalière que libérale, et peuvent être effectuées sans ou avec peu de matériel, donc sont peu onéreuses.

Les études au sujet de la rééducation basée sur les programmes de cyclo-ergomètre, de tapis de course, et d'entraînements en milieu aquatique, sont nombreuses, puisqu'elles concernent dans ce travail 10 des 17 études incluses. Elles démontrent toutes une amélioration significative de l'équilibre ou de la posture, hormis l'étude de Barbara M. Quaney et al., qui trouve une tendance à l'amélioration qui devient significative au suivi à long terme. La différence d'amélioration inter-groupe n'est pas toujours significative, cela dépend des études.

En effet, Lund et al n'ont pas pu décrire de différence significative entre les groupes. Cela pourrait être dû au fait que les 3 groupes comparés dans leur étude effectuaient tous des entraînements (des MI, des MS ou aérobique) donc en ont tous tiré des bénéfices (Lund et al., 2018). De plus, deux études de la famille des entraînements en

milieu aquatique, n'ont pas montré de différence significative entre les groupes, ce qui peut s'expliquer par le fait que la thérapie aérobique aquatique était comparée à une thérapie aérobique terrestre, impliquant donc des bénéfices de l'entraînement aérobique sur l'équilibre dans les deux cas de figure (Chan et al., 2017, Zhu et al., 2016) .

En ce qui concerne l'étude de Druzbicki et al, les résultats ne sont pas significatifs, hormis une amélioration dans la symétrie de charge sur les MI à la position debout. Cela est peut-être dû au fait que l'intervention était de courte durée, 12 jours, et que le programme ne comportait pas uniquement un entraînement sur tapis de course, mais également d'autres exercices, ce qui a réduit le temps d'entraînement sur tapis de course en comparaison aux deux autres études (Druzbicki et al., 2016).

En somme, on peut dire que les résultats des techniques d'intervention utilisées sont dans l'ensemble homogènes et cliniquement pertinents.

### **4.3. Biais**

L'analyse des biais montre globalement une majorité d'études de cette revue avec un risque de biais faible, soit 44% de l'ensemble des études. Le risque de biais incertain représente 31%, le plus souvent par manque d'information, et enfin, le risque de biais élevé représente 25% pour l'ensemble des études. On peut donc dire que les études sélectionnées sont en majorité de qualité, ce qui reflète une bonne validité interne. Cependant des biais ont pu être retrouvés, principalement en ce qui concerne la mise en aveugle des participants, des thérapeutes, des évaluateurs ou les biais autres qui regroupent notamment un effectif insuffisant de participants, un manque d'information à propos des interventions, ou encore des incohérences dans certaines données telles que la durée de l'étude.

#### 4.4. Limites

Cette revue présente un certain nombre de limites. Tout d'abord nous avons pu observer précédemment dans les résultats, que les effectifs des études ne sont pas homogènes. On note que 6 études ont un effectif inférieur ou égal à 30 patients, dont 3 ont un effectif inférieur ou égal à 20 personnes. La puissance se réduit avec des échantillons de petite taille. 11 études ont un plus grand effectif donc une plus forte puissance et ainsi un plus haut niveau de preuve scientifique, en comparaison aux 6 autres études. Les comparaisons et les conclusions sur les résultats se trouvent donc compliquées. Il serait alors intéressant dans un travail suivant de sélectionner des études en fonction de leur effectif, ou de mettre en place de prochaines études avec des effectifs plus importants et donc des résultats plus fiables.

Par ailleurs une autre limite potentielle de cette revue est la diversité des délais après les AVC. 12 études évaluent les effets de l'entraînement aérobique chez les patients post-AVC en phase chronique, 2 études évaluent la phase subaiguë, 1 étude évalue les phases aiguë et subaiguë, et enfin 2 études évaluent les phases aiguë, subaiguë et chronique. Il serait donc judicieux dans de futures revues, de s'intéresser aux effets de l'entraînement aérobique cas par cas, séparant les AVC selon leur phase aiguë, subaiguë ou chronique. Le nombre plus important d'études s'effectuant lors de la phase chronique de l'AVC, peut amener à se demander s'il s'agit d'une phase plus propice à un entraînement aérobique, au vu peut-être des capacités physiques des patients à cette phase, en comparaison aux phases aiguë et subaiguë.

D'autre part, en termes de limite nous pouvons également observer que l'exercice aérobique est une discipline encore parfois incomplètement définie dans les différentes études. En effet, 7 études parmi les 17 décrivent l'intensité exacte de l'exercice soit en nombre de répétitions, soit en pourcentage de la fréquence cardiaque maximale ou de la fréquence cardiaque de réserve, soit avec une cotation sur l'échelle de Borg, ou encore avec la résistance en watts ou en rotation par minute (rpm) sur cyclo-ergomètre. Une des études ne contient pas la fréquence ne permettant pas de calculer le nombre total de séances. 16 études sur 17 décrivent la durée exacte en minutes. En revanche toutes les études décrivent bien le type d'exercices avec les mouvements réalisés ou l'outil utilisé si besoin, tel que le step, le cyclo-ergomètre ou

le tapis de course. Il serait intéressant à l'avenir de reproduire ce travail avec de prochaines études encore plus approfondies en termes de détails sur l'entraînement aérobique.

En outre, seules 4 études au sein de cette revue ont développé une mesure de suivi à long terme ou « follow-up ». Il serait donc intéressant dans de prochaines études de mettre en place ce suivi à long terme, afin d'avoir un suivi du patient dans le temps et avoir un retour quant à la durée des effets des thérapies, ce qui est un point indispensable dans une rééducation kinésithérapique efficace.

Pour finir, les études ont pour la plupart prouvé l'efficacité de cette méthode aérobique en termes d'équilibre, cependant il n'y a que peu d'entre elles qui ont prouvé ces effets en termes d'autonomie ou d'indépendance. Bien que ces derniers ne soient que des critères de jugement secondaires, il serait intéressant dans un futur travail d'étudier leur évolution avec cette même méthode ainsi que l'effet global sur la qualité de vie des patients concernés par cette rééducation, afin de prendre en compte le patient dans son ensemble.

En somme, ce travail est une revue de littérature non systématique, elle reste limitée et nous devons rester humble quant aux résultats.

#### **4.5. Etudes futures**

En résumé, il serait judicieux de réaliser des études avec la présence d'un groupe contrôle sans aucune forme d'exercice aérobique, en comparaison avec les types d'entraînements qui n'ont pas su décrire de différence significative inter-groupe après l'intervention, comme les deux études d'entraînement aquatique notamment. Il semble intéressant également de réaliser un travail de recherche au sujet de l'effet dose-réponse, ainsi que de l'effet de groupe sur l'amélioration des critères de jugement.

En ce qui concerne les biais, la mise en aveugle des patients et des thérapeutes est difficile à mettre en place, ces derniers sont conscients du groupe auquel ils sont affiliés compte tenu de la nature des différentes interventions. Cependant les futures études pourraient veiller à contrôler le biais de détection grâce à la mise en aveugle des évaluateurs, ou encore les biais autres, d'une part, en recrutant de plus grands effectifs de participants, d'autre part, en fournissant davantage d'information à propos des interventions, des modalités mieux définies, et enfin, en évitant les incohérences dans certaines données.

De surcroît, il serait intéressant dans de futures études, d'étudier le maintien au long-terme des résultats de l'entraînement aérobique sur l'équilibre, mais également ses effets sur l'indépendance, l'autonomie et la qualité de vie des patients. En effet des études s'intéressent à ce sujet. Par exemple, Park et al. ont étudié la corrélation entre l'équilibre, les capacités de marche et la qualité de vie des patients post-AVC, mesurée au moyen d'une échelle spécifique, *Stroke specific Quality of Life Scale (SS-QOL)*. Les auteurs décrivent le fait que les patients post-AVC ont un niveau de qualité de vie plus bas que les individus sains, et que la distribution du poids et la BBS sont corrélés positivement à la qualité de vie, ce qui montre que l'amélioration de l'équilibre pourrait participer à améliorer la qualité de vie des patients post-AVC (J. Park & Kim, 2019).

Enfin, il serait judicieux d'effectuer une méta-analyse approfondie dans le domaine de l'entraînement physique aérobique, afin d'obtenir l'ensemble des résultats existants à ce sujet. Cela pourrait également conduire à d'autres travaux menant à une ouverture et une généralisation de cette méthode à d'autres pathologies neurologiques par exemple. En effet de tels travaux ont déjà été réalisés, Alphonsus et al. notamment, ont effectué une revue systématique et une méta-analyse sur l'effet de l'exercice aérobique, du yoga et de la kinésithérapie, sur la qualité de vie de patients atteints de sclérose en plaque. Ils décrivent ainsi une amélioration de leur satisfaction quant à leur fonctionnement physique, mental et social (Alphonsus, Su, & D'Arcy, 2019). Nous pouvons donc constater que des études récentes (2019) s'intéressent à ces sujets. Développer ces différentes pistes de recherche, viendrait participer à l'accroissement des connaissances et moyens masso-kinésithérapiques fiables et validés, à inclure dans la pratique de traitement, pour une meilleure prise en charge des patients.

## 5. Conclusion

Les accidents vasculaires cérébraux représentent 130 000 nouveaux cas par an en France, ils sont la 3<sup>ème</sup> cause de mortalité et la 1<sup>ère</sup> cause de handicap non traumatique selon la HAS. Avec le vieillissement de la population, nous sommes amenés à rencontrer un nombre croissant de patients atteints d'AVC à l'avenir. L'augmentation de l'incidence des AVC fait par conséquent de leur prise en charge un enjeu de santé publique. Après un AVC, l'InVS explique que 50% des patients sont concernés par les troubles de l'équilibre, et un patient sur deux est victime d'une chute, au moins une fois par an, dans la vie de tous les jours à domicile. Il est donc primordial dans la prise en charge d'un AVC, de participer à la rééducation des troubles de l'équilibre. Bien qu'il existe de nombreuses techniques de rééducation de l'équilibre, l'efficacité de certaines d'entre elles reste à prouver. Parmi elles, l'exercice aérobique, qui a d'ores-et-déjà fait preuve d'efficacité dans d'autres domaines, semble être une piste à explorer.

Cette revue de littérature vient répondre à la problématique de l'efficacité de l'exercice aérobique sur l'équilibre et de la posture des patients hémiplésiques post-AVC. En effet, le masseur-kinésithérapeute est habilité à faire pratiquer un entraînement aérobique à ses patients, cependant, selon les recommandations de bonne pratique de la HAS, son efficacité reste encore à démontrer.

Au cours de ce travail, nous avons pu faire un état des lieux des connaissances cliniques et scientifiques actuelles sur l'entraînement aérobique, et ses effets sur l'équilibre et la posture chez les patients post-AVC. 17 essais contrôlés randomisés ont été sélectionnés et analysés. Nous avons pu constater que de plus en plus d'études s'intéressent à la méthode d'entraînement aérobique, ce qui montre que cette piste est exploitée dans le domaine de la rééducation.

De plus nous avons pu observer une grande diversité des techniques d'entraînement utilisées, tel que du renforcement musculaire classique, des exercices fonctionnels, des programmes de Pilates ou de step, ou encore des entraînements sur cyclo-ergomètre ou tapis de marche, et enfin une technique plus originale, la thérapie aquatique.

Finalement, la majorité des études de cette revue de littérature (59%) montre une amélioration significative de l'équilibre après l'entraînement aérobique. De plus parmi les 41% restants, 18% des études montrent une tendance à l'amélioration de l'équilibre, après l'intervention et 23% des études ont noté une amélioration significative au sein des deux groupes, sans toutefois de différence significative inter-groupe. Nous pouvons donc voir que toutes les études ont décrit des améliorations des critères de jugement, et la majorité d'entre elles décrivent ces améliorations comme étant dues à l'entraînement aérobique.

En conclusion cela fait de l'entraînement aérobique une piste originale et variée, dont les résultats sont dans l'ensemble prometteurs, avec une efficacité en majorité supérieure aux soins courants. Elle offre alors un panel de nouveaux moyens de prise en charge, aux thérapeutes comme aux patients.

Mais ce sujet reste à approfondir. Ainsi, il paraît intéressant de poursuivre ces travaux par des études étoffées, notamment par davantage de détails concernant l'intervention aérobique, des effectifs plus nombreux pour une plus grande puissance, un meilleur contrôle, ainsi qu'un suivi à long terme. De futures études pourront apporter des évaluations quant à la qualité de vie associée aux améliorations de l'équilibre dues à l'exercice aérobique, pour une meilleure prise en charge du patient dans son ensemble. Enfin cela pourrait ouvrir la voie à d'autres recherches pour généraliser cette méthode à d'autres pathologies neurologiques par exemple, et pouvoir l'appliquer dans la pratique professionnelle.

« Cela paraît toujours impossible jusqu'à ce que ce soit fait. » – Nelson Mandela

## 6. Bibliographie

- Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES). (2002). *Acta Endoscopica*, 28(2), 151-155. <https://doi.org/10.1007/BF03019434>
- Alain GROSLAMBERT, Gilles FERRÉOL, & Laboratoire C3S. (2014, décembre). RPE-application-sport-livre-C3S.pdf. Consulté 9 mars 2019, à l'adresse <https://www.fredericgrappe.com/wp-content/uploads/2015/11/RPE-application-sport-livre-C3S.pdf#page=10>
- Alphonsus, K. B., Su, Y., & D'Arcy, C. (2019). The effect of exercise, yoga and physiotherapy on the quality of life of people with multiple sclerosis: Systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*, 43, 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.02.010>
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (Ninth edition). Consulté à l'adresse <https://trove.nla.gov.au/version/238842339>
- ARS. (2018). L'accident vasculaire cérébral. Consulté 9 avril 2019, à l'adresse <http://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/laccident-vasculaire-cerebral>
- Barbara M. Quaney, Lara A. Boyd, Joan M. McDowd, Laura H. Zahner, Jianghua He, Matthew S. Mayo, & Richard F. Macko. (2009). *Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke*. - PubMed - NCBI. Consulté à l'adresse <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19541916>
- Bidonde, J., Busch, A. J., Schachter, C. L., Overend, T. J., Kim, S. Y., Góes, S. M., ... Foulds, H. J. (2017). Aerobic exercise training for adults with fibromyalgia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012700>



- Bonggil Kim, Yunjin Park, Yonggon Seo, Sangseo Park, Hyeyoung Cho, Hyunghoon Moon, ... Jaeho Yu. (2016). *Effects of individualized versus group task-oriented circuit training on balance ability and gait endurance in chronic stroke inpatients.* - *PubMed - NCBI*. Consulté à l'adresse <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27390437>
- Bouisset, & Maton. (1995). *Muscles, posture et mouvements*. Consulté 13 avril 2019, à l'adresse <http://dubrserv.physio.umontreal.ca/kin2000/Textes%20pour%20labo/Bouisset%20Maton%20Posture.pdf>
- Buser, & Imbert. (1975). *Neurophysiologie fonctionnelle*.
- Chan, K., Phadke, C. P., Stremmler, D., Suter, L., Pauley, T., Ismail, F., & Boulias, C. (2017). The effect of water-based exercises on balance in persons post-stroke: a randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 24(4), 228-235. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1251742>
- Christine de Peretti et al., & InVS. (2008, 2009). *Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne : apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution, 2008-2009 / Version française / BEH n°1/2012 / 2012 / Archives / BEH - Bulletin épidémiologique hebdomadaire / Publications et outils / Accueil*. Consulté 16 mars 2019, à l'adresse <http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/BEH-Bulletin-epidemiologique-hebdomadaire/Archives/2012/BEH-n-1-2012/Version-francaise/Prevalence-des-accidents-vasculaires-cerebraux-et-de-leurs-séquelles-et-impact-sur-les-activites-de-la-vie-quotidienne-apports-des-enquetes-declaratives-Handicap-sante-menages-et-Handicap-sante-institution-2008-2009>

- Courneya, K. S., Segal, R. J., Mackey, J. R., Gelmon, K., Reid, R. D., Friedenreich, C. M., ... McKenzie, D. C. (2007). Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 25(28), 4396-4404.  
<https://doi.org/10.1200/JCO.2006.08.2024>
- de Oliveira, C. B., de Medeiros, I. R. T., Frota, N. A. F., Greters, M. E., & Conforto, A. B. (2008). Balance control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 45(8), 1215-1226.
- Département d'information médicale. (2019). Echelle IADL. Consulté 29 avril 2019, à l'adresse <http://www.departement-information-medicale.com/wp-content/uploads/2010/09/EHELLE-IADL-E-LES-ACTIVITES-INSTRUMENTALES.pdf>
- Druzbicki, M., Przysada, G., Guzik, A., Kwolek, A., Brzozowska-Magoń, A., & Sobolewski, M. (2016). Evaluation of the impact of exercise of gait on a treadmill on balance of people who suffered from cerebral stroke. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(4), 41-48.
- Eyvaz, N., Dundar, U., & Yesil, H. (2018). Effects of water-based and land-based exercises on walking and balance functions of patients with hemiplegia. *NeuroRehabilitation*, 43(2), 237-246. <https://doi.org/10.3233/NRE-182422>
- FFMKR. (2000). Champs de compétences du MK. Consulté 13 avril 2019, à l'adresse <https://www.ffmkr.org/pratique-professionnelle/exercice-liberal/exercice-professionnel-ref232/champs-de-competence-du-mk>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-min, ... Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing

and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>

- Globas, C., Becker, C., Cerny, J., Lam, J. M., Lindemann, U., Forrester, L. W., ... Luft, A. R. (2012). Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: a randomized control trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(1), 85-95. <https://doi.org/10.1177/1545968311418675>
- HAS. (2006, janvier). Evaluation\_ fonctionnelle\_ AVC\_ref.pdf. Consulté 10 mars 2019, à l'adresse [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Evaluation\\_%20fonctionnelle\\_%20AVC\\_ref.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Evaluation_%20fonctionnelle_%20AVC_ref.pdf)
- HAS. (2007). AVC - Guide du médecin [AVC - Guide du médecin]. Consulté 24 mars 2019, à l'adresse AVC - Guide du médecin website: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/07-042\\_traceur\\_guide-adl-avc.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/07-042_traceur_guide-adl-avc.pdf)
- HAS. (2012). Méthodes de rééducation. Consulté 24 mars 2019, à l'adresse [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01\\_synt\\_avc\\_methodes\\_de\\_reeducation.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01_synt_avc_methodes_de_reeducation.pdf)
- HAS. (2013). Haute Autorité de Santé - Accident Vasculaire Cérébral (AVC) - Parcours de soins. Consulté 16 mars 2019, à l'adresse [https://www.has-sante.fr/portail/jcms/r\\_1505260/fr/accident-vasculaire-cerebral-avc-parcours-de-soins](https://www.has-sante.fr/portail/jcms/r_1505260/fr/accident-vasculaire-cerebral-avc-parcours-de-soins)
- Hélène Courraud-Bourhis. (2003). *Le sens de l'équilibre* (Point d'appui).
- Howe, T. E., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D. A., & Ballinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004963.pub3>

- Hugues, Marco, Janiaud, Xue, Pires, Khademi, ... Rode. (2017). *Efficiency of physical therapy on postural imbalance after stroke- study protocol for a systematic review and meta-analysis*. <https://doi.org/10.1136>
- J. Paillard. (1976). *122-tonus-posture-mouvement-76.pdf*. Consulté à l'adresse <http://www.regispetit.fr/Paillard/122-tonus-posture-mouvement-76.pdf>
- Jeon, H. J., & Hwang, B. Y. (2018). Effect of bilateral lower limb strengthening exercise on balance and walking in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(2), 277-281. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.277>
- Kim, S.-J., Cho, H.-Y., Kim, Y. L., & Lee, S.-M. (2015). Effects of stationary cycling exercise on the balance and gait abilities of chronic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(11), 3529-3531. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3529>
- Lee, S. Y., Im, S. H., Kim, B. R., & Han, E. Y. (2018). The Effects of a Motorized Aquatic Treadmill Exercise Program on Muscle Strength, Cardiorespiratory Fitness, and Clinical Function in Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Pilot Trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(8), 533-540. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000920>
- Lim, H. S., Kim, Y. L., & Lee, S. M. (2016). The effects of Pilates exercise training on static and dynamic balance in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(6), 1819-1824. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1819>
- Liu-Ambrose, T., & Eng, J. J. (2015). Exercise training and recreational activities to promote executive functions in chronic stroke: a proof-of-concept study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of*

*National Stroke Association*, 24(1), 130-137.

<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2014.08.012>

Lund, C., Dalgas, U., Grønborg, T. K., Andersen, H., Severinsen, K., Riemenschneider, M., & Overgaard, K. (2018). Balance and walking performance are improved after resistance and aerobic training in persons with chronic stroke. *Disability and Rehabilitation*, 40(20), 2408-2415.  
<https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1336646>

Mackay-Lyons, M. (2012). Aerobic treadmill training effectively enhances cardiovascular fitness and gait function for older persons with chronic stroke. *Journal of Physiotherapy*, 58(4), 271. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(12\)70131-5](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(12)70131-5)

OMS. (2019a). OMS | Accident vasculaire cérébral (AVC). Consulté 16 mars 2019, à l'adresse WHO website:

[https://www.who.int/topics/cerebrovascular\\_accident/fr/](https://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/fr/)

OMS. (2019). OMS | Exercice physique. Consulté 8 mars 2019, à l'adresse WHO website: [https://www.who.int/topics/physical\\_activity/fr/](https://www.who.int/topics/physical_activity/fr/)

OMS. (2019b). Qu'entend-on par activité physique modérée ou intense? Consulté 8 mars 2019, à l'adresse WHO website:

[https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical\\_activity\\_intensity/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/fr/)

Pamela Duncan, Lorie Richards, Dennis Wallace, Joni Stoker-Yates, Patricia Pohl, Carl Luchies, ... Stephanie Studenski. (1998). *A randomized, controlled pilot study of a home-based exercise program for individuals with mild and moderate stroke.* - *PubMed - NCBI*. Consulté à l'adresse <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9756581>

- Park, G.-D., Choi, J.-U., & Kim, Y.-M. (2016). The effects of multidirectional stepping training on balance, gait ability, and falls efficacy following stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 82-86. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.82>
- Park, J., & Kim, T.-H. (2019). The effects of balance and gait function on quality of life of stroke patients. *NeuroRehabilitation*, 44(1), 37-41. <https://doi.org/10.3233/NRE-182467>
- Pérennou, D., Decavel, P., Manckoundia, P., Penven, Y., Mourey, F., Launay, F., ... Casillas, J. M. (2005). Évaluation de l'équilibre en pathologie neurologique et gériatrique. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 48(6), 317-335. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2005.04.009>
- Pilates, les bienfaits de la méthode en 8 points clés : exemples d'exercices. (2018, septembre 26). Consulté 23 mars 2019, à l'adresse IRBMS website: <https://www.irbms.com/pilates-mieux-connaître-la-méthode/>
- Segal, R. J., Reid, R. D., Courneya, K. S., Sigal, R. J., Kenny, G. P., Prud'Homme, D. G., ... Slovinec D'Angelo, M. E. (2009). Randomized controlled trial of resistance or aerobic exercise in men receiving radiation therapy for prostate cancer. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 27(3), 344-351. <https://doi.org/10.1200/JCO.2007.15.4963>
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., ... Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic Medicine*, 72(3), 239-252. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181d14633>

The Cochrane Collaboration. (2011). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Consulté 23 avril 2019, à l'adresse <http://handbook-5-1.cochrane.org/>

Vahlberg, B., Cederholm, T., Lindmark, B., Zetterberg, L., & Hellström, K. (2017). Short-term and long-term effects of a progressive resistance and balance exercise program in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, 39(16), 1615-1622.  
<https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1206631>

Zhu, Z., Cui, L., Yin, M., Yu, Y., Zhou, X., Wang, H., & Yan, H. (2016). Hydrotherapy vs. conventional land-based exercise for improving walking and balance after stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 30(6), 587-593.  
<https://doi.org/10.1177/0269215515593392>

# ANNEXES



## **SOMMAIRE DES ANNEXES**

- Annexe 1 : Echelle d'équilibre de Berg
- Annexe 2 : Algorithme de recherche utilisé sur Pubmed
- Annexe 3 : Date de publication
- Annexe 4 : Population
- Annexe 5 : Délais post-AVC
- Annexe 6 : Analyses des études sur l'échelle Cochrane
- Annexe 7 : Qualité des études et risque de biais
- Annexe 8 : Risque de biais total de l'ensemble des études
- Annexe 9 : Données sur les quantités d'intervention
- Annexe 10 : Analyse des quantités d'intervention
- Annexe 11 : Critères de jugement
- Annexe 12 : Données des résultats
- Annexe 13 : Analyse des résultats
- Annexe 14 : Suivi post-intervention

## Annexe 1 : Echelle d'équilibre de Berg

Echelle d'équilibre de Berg. Kinésithérapie, la revue 2004 (32-33) : 50-3 :

Nom : Prénom : Endroit de réalisation des tâches :		Médecin prescripteur : Diagnostic : Kinésithérapeute :		Dates		
Instructions, items et cotation						
<b>1. Transfert assis-debout.</b> <i>Levez-vous. Essayez de ne pas utiliser vos mains pour vous lever</i>	4 : capable de se lever sans les mains et se stabilise indépendamment					
	3 : capable de se lever indépendamment avec les mains					
	2 : capable de se lever avec les mains après plusieurs essais					
	1 : a besoin d'un minimum d'aide pour se lever ou se stabiliser					
	0 : a besoin d'une assistance modérée ou maximale pour se lever					
<b>2. Station debout sans appui.</b> <i>Restez debout sans vous tenir</i>	4 : capable de rester debout en sécurité 2 minutes					
	3 : capable de rester debout 2 minutes avec une supervision					
	2 : capable de rester debout 30 secondes sans se tenir					
	1 : a besoin de plusieurs essais pour rester debout 30 secondes sans se tenir					
	0 : incapable de rester debout 30 secondes sans assistance					
<b>Si le sujet peut rester debout 2 minutes sans se tenir, attribuer le score maximum à l'item 3 et passer à l'item 4.</b>						
<b>3. Assis sans dossier mais les pieds en appui au sol ou sur un repose-pieds.</b> <i>Restez assis les bras croisés pendant 2 minutes</i>	4 : capable de rester assis en sûreté et sécurité pendant 2 minutes					
	3 : capable de rester assis en sûreté et sécurité pendant 2 minutes avec une supervision					
	2 : capable de rester assis 30 secondes					
	1 : capable de rester assis 10 secondes					
	0 : incapable de rester assis sans appuis 10 secondes					
<b>4. Transfert debout-assis.</b> <i>Asseyez-vous</i>	4 : S'assoit en sécurité avec une aide minimale des mains					
	3 : Contrôle la descente en utilisant les mains					
	2 : Utilise l'arrière des jambes contre le fauteuil pour contrôler la descente					
	1 : S'assoit indépendamment mais a une descente incontrôlée					
	0 : a besoin d'une assistance pour s'asseoir					
<b>5. Transfert d'un siège à un autre</b>	4 : Se transfert en sécurité avec une aide minimale des mains					
	3 : Se transfert en sécurité mais a absolument besoin des mains					
	2 : Se transfert mais avec des directives verbales et/ou une supervision					
	1 : a besoin d'une personne pour aider					
	0 : a besoin de 2 personnes pour assister ou superviser					
<b>6. Station debout yeux fermés.</b> <i>Fermez les yeux et restez debout yeux fermés 10 secondes</i>	4 : capable de rester debout 10 secondes en sécurité					
	3 : capable de rester debout 10 secondes avec une supervision					
	2 : capable de rester debout 3 secondes					
	1 : incapable de garder les yeux fermés 3 secondes mais resté stable					
	0 : a besoin d'aide pour éviter les chutes					

<b>7. Station debout avec les pieds joints. Serrez vos pieds et restez debout sans bouger</b>	4 : capable de placer ses pieds joints indépendamment et reste debout 1 minute en sécurité			
	3 : capable de placer ses pieds joints indépendamment et reste debout 1 minute avec une supervision			
	2 : capable de placer ses pieds joints indépendamment et de tenir 30 secondes			
	1 : a besoin d'aide pour atteindre la position mais est capable de rester debout ainsi 15 secondes			
	0 : a besoin d'aide pour atteindre la position et est incapable de rester debout ainsi 15 secondes			
<b>8. Station debout, atteindre vers l'avant, bras tendus. Levez les bras à 90°. Étendez les doigts vers l'avant aussi loin que vous pouvez</b>	4 : peut aller vers l'avant en toute confiance > 25 cm			
	3 : peut aller vers l'avant > 12,5 cm en sécurité			
	2 : peut aller vers l'avant > 5 cm en sécurité			
	1 : peut aller vers l'avant mais avec une supervision			
<b>9. Ramassage d'un objet au sol. Ramassez le chausson qui est placé devant vos pieds</b>	4 : capable de ramasser le chausson en sécurité et facilement			
	3 : capable de ramasser le chausson avec une supervision			
	2 : incapable de ramasser le chausson mais l'approche à 2-5 cm et garde un équilibre indépendant			
	1 : incapable de ramasser et a besoin de supervision lors de l'essai			
<b>10. Debout, se tourner en regardant par-dessus son épaule droite et gauche. Regardez derrière vous par-dessus l'épaule gauche. Répétez à droite</b>	4 : regarde derrière des 2 côtés et déplace bien son poids			
	3 : regarde bien d'un côté et déplace moins bien son poids de l'autre			
	2 : tourne latéralement seulement mais garde l'équilibre			
	1 : a besoin de supervision lors de la rotation			
<b>11. Tour complet (360°). Faites un tour complet. De même dans l'autre direction</b>	4 : capable de tourner de 360° en sécurité en 4 secondes ou moins			
	3 : capable de tourner de 360° d'un côté seulement en 4 secondes ou moins			
	2 : capable de tourner de 360° en sécurité mais lentement			
	1 : a besoin d'une supervision rapprochée ou de directives verbales			
<b>12. Debout, placer alternativement un pied sur une marche du ou sur un marchepied. Placez alternativement chacun de vos pieds sur la marche de ou sur le marchepied. Continuez jusqu'à ce que chaque pied ait réalisé cela 4 fois</b>	4 : capable de rester debout indépendamment et en sécurité et complète les 8 marches en 20 secondes			
	3 : capable de rester debout indépendamment et complète les 8 marches en > 20 secondes			
	2 : capable de compléter 4 marches sans aide et avec une supervision			
	1 : capable de compléter > 2 marches avec une assistance minimale			
<b>13. Debout un pied devant l'autre. Montrez au sujet. Placez un pied directement devant l'autre. Si vous sentez que vous ne pouvez pas le faire, essayez de placer votre talon plus loin que les orteils du pied opposé</b>	4 : capable de placer son pied directement devant l'autre (tandem) indépendamment et de tenir 30 secondes			
	3 : capable de placer son pied devant l'autre indépendamment et de tenir 30 secondes			
	2 : capable de réaliser un petit pas indépendamment et de tenir 30 secondes			
	1 : a besoin d'aide pour avancer le pied mais peut le maintenir 15 secondes			
<b>14. Station unipodale. Restez sur un pied aussi longtemps que vous pouvez tenir</b>	4 : capable de lever un pied indépendamment et de tenir > 10 secondes			
	3 : capable de lever un pied indépendamment et de tenir entre 5 et 10 secondes			
	2 : capable de lever un pied indépendamment et de tenir au moins 3 secondes			
	1 : essaye de lever le pied, incapable de tenir 3 secondes mais reste debout indépendamment			
	0 : incapable d'essayer ou a besoin d'assistance pour éviter les chutes			
Score total : maximum 56 points				

## Annexe 2 : Algorithme de recherche utilisé sur Pubmed

*(((aerobic exercise OR aerobic training OR aerobic fitness OR aerobic exercise training)) AND (stroke OR poststroke OR post-stroke OR CVA OR cerebrovascular accident)) AND (posture OR equilibrium OR balance OR postural balance OR postural control)) AND (random\* AND (control\* OR comparative OR trial OR study))) NOT (meta-analysis OR review\* OR animal\* OR child\* OR cerebral pals\* OR traumatic brain injury OR case report OR case control OR cohort)*

## Annexe 3 : Date de publication

	1998	2009	2012	2015	2016	2017	2018
Nombre d'études	1	1	2	2	5	2	4

## Annexe 4 : Population

	Effectif total	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Valeur minimale	Valeur maximale
Population	602	35,5	32	13,5	19	67

## Annexe 5 : Délais post-AVC

Délais post-AVC inclus dans l'étude	AVC aigu	AVC subaigu	AVC chronique	AVC aigu et subaigu	AVC aigu, subaigu et chronique
Nombre d'études	0	2	12	1	2

## Annexe 6 : Analyses des études sur l'échelle Cochrane

Etudes	1 Rando- misation	2 Allocation cachée	3 Aveugle participants- thérapeute	4 Aveugle évaluateur	5 Données incomplètes	6 Suivi résultats	7 Autres
Eyvaz et al.	0	0	1	1	0	2	2
Jeon & Hwang	0	0	1	1	0	0	2
Lee et al.	0	0	2	0	1	0	2
Lund et al.	2*	1	2	2	2	2	2
Chan et al.	0	1	2	0	0	0	2
Vahlberg et al.	0	0	1	0	2	0	2
Bonggil Kim et al.	1	1	1	1	0	0	2
Lim et al.	1	1	1	1	0	0	1
Park et al.	1	1	1	1	0	0	0
Kim et al.	0	0	0	0	0	0	2
Zhu et al.	0	0	2	0	0	0	2
Liu-Ambrose & Eng	1	0	2	0	2	0	2
Mackay-Lyons	1	1	1	1	2	0	2
Globas et al.	0	0	1	1	2	1	2
Barbara M. Quaney et al.	1	1	0	0	1	1	2
Pamela Duncan et al.	0	0	1	1	2	1	2
Druzbecki et al.	0	0	1	0	0	0	2

## Annexe 7 : Qualité des études et risque de biais

	Risque de biais faible, cotation 0	Risque de biais incertain, cotation 1	Risque de biais élevé, cotation 2
1 - Séquences aléatoires	10	6	1
2 - Dissimulation d'allocation	10	7	0
3 - Aveugle participants-thérapeute	2	10	5
4 - Aveugle évaluateur	8	8	1
5 - Données incomplètes	9	2	6
6 - Suivi résultats	12	3	2
7 - Autres	1	1	15

## Annexe 8 : Risque de biais total de l'ensemble des études

Risque de biais	Nombre d'études	Pourcentage total de biais
Risque de biais faible, cotation 0	52	44%
Risque de biais incertain, cotation 1	37	31%
Risque de biais élevé, cotation 2	30	25%

## Annexe 9 : Données sur les quantités d'intervention

	Fréquence (nombre de fois par semaine)	Nombre total de séance par étude	Durée (minutes)	Durée totale par étude (minutes)
Eyvaz et al.	5	30	60	1800
Jeon & Hwang	5	20	60	1200
Lee et al.	5	20	90	1800
Lund et al.	3	36	58,5	2106
Chan et al.	2	12		
Vahlberg et al.	2	24	75	1800
Bonggil Kim et al.	3	18	50	900
Lim et al.	3	24	60	1440
Park et al.	5	30	30	900
Kim et al.	5	25	60	1500
Zhu et al.	5	20	45	900
Liu-Ambrose & Eng	3	72	60	4320
Mackay-Lyons	3	36	40	1440
Globas et al.	3	36	40	1440
Barbara M. Quaney et al.	3	24	45	1080
Pamela Duncan et al.	3	36	90	3240
Druzicki et al.			70	

## Annexe 10 : Analyse des quantités d'intervention

	Fréquence des séances (en nombre de fois par semaine)	Nombre total de séances par étude	Durée par séance (minutes)	Durée totale par étude (minutes)
Nombre d'études analysées	16	16	16	15
Moyenne	3,6	28,9	58,3	1724,4
Médiane	3	24,5	60	1440
Ecart-type	1,2	13,6	16,9	934,2
Valeur minimale	2	12	30	900
Valeur maximale	5	72	90	4320

## Annexe 11 : Critères de jugement

Critère de jugement	BBS	Posturographie	Echelle FIM	Index de Barthel	Echelle IADL
Nombre d'études	15	2	1	1	1

## Annexe 12 : Données des résultats

Etudes	Résultats
Eyvaz et al.	Amélioration significative de l'équilibre dans les deux groupes, avec supériorité du groupe LBE + Amélioration significative de la FIM dans les deux groupes
Jeon & Hwang	Différence significative dans l'amélioration de la BBS en pré et posttest dans les deux groupes et entre les groupes UTG et BTG en faveur du groupe BTG
Lee et al.	Amélioration significative ( $p=0,01$ ) après le traitement dans la thérapie aquatique
Lund et al.	L'équilibre s'est amélioré significativement dans tous les groupes ( $p<0,05$ ), mais il n'y a pas de différence significative entre les groupes ( $p=0,96$ )
Chan et al.	Pas de différence significative entre les deux groupes ( $p=0,391$ ). La BBS s'est améliorée dans les deux groupes.
Vahlberg et al.	Amélioration significative sur l'échelle BBS dans l'IG par rapport au CG à 3 mois ( $p<0,05$ )
Bonggil Kim et al.	Différence significative entre les groupes et entre pré et posttest
Lim et al.	Diminution significative du balancement et de la vitesse du centre de pression (directions antéropostérieure et médiolatérale) en faveur du groupe expérimental ( $p<0,05$ )
Park et al.	Différence significative entre pré et posttest, avec supériorité significative du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle
Kim et al.	BBS amélioré significativement après l'intervention ( $p<0,05$ ) par rapport au groupe contrôle
Zhu et al.	BBS améliorée significativement dans les 2 groupes ( $p<0,05$ ) mais la différence entre les groupes n'est pas significative
Liu-Ambrose & Eng	Pas de différence significative entre les groupes pour la BBS ( $p\geq 0,92$ )
Mackay-Lyons	BBS amélioré significativement après les 3 mois d'entraînement par rapport au groupe contrôle
Globas et al.	L'équilibre s'est significativement amélioré chez le groupe TAEX et pas chez le groupe soins courants ( $p<0,05$ )
Barbara M. Quaney et al.	Tendance à la significativité en post intervention ( $p=0,53$ ), atteint la significativité au maintien à long terme ( $p=0,41$ )
Pamela Duncan et al.	Tendance à l'amélioration de la BBS en faveur du groupe expérimental. ( $P>0,2$ ) + Améliorations non significatives sur l'index de Barthel et l'échelle des IADL
Druzbecki et al.	Pas de résultats significatifs, hormis une amélioration dans la symétrie de charge sur les MI à la position debout.



### Annexe 13 : Analyse des résultats

Principaux résultats	Nombre d'études	Pourcentage des résultats
Absence de résultats significatifs, tendance à l'amélioration	3	18%
Amélioration significative au sein des deux groupes, sans différence significative inter-groupe	4	23%
Amélioration significative avec supériorité du groupe expérimental	10	59%

### Annexe 14 : Suivi post-intervention

Etudes	Avec follow-up	Sans follow-up
Nombre d'études	4	13



## RESUME

**Introduction :** Les accidents vasculaires cérébraux représentent 130 000 nouveaux cas par an en France. Avec le vieillissement de la population, nous serons amenés à rencontrer de plus en plus de patients atteints d'AVC à l'avenir. Après un AVC, 50% des patients sont concernés par les troubles de l'équilibre, et un patient sur deux est victime d'une chute, au moins une fois par an, dans la vie de tous les jours, à domicile. Bien qu'il existe de nombreuses techniques de rééducation de l'équilibre, l'efficacité de certaines d'entre elles reste à prouver. Parmi elle, l'exercice aérobique, qui a déjà fait preuve d'efficacité dans d'autres domaines, semble être une piste à explorer.

**Objectif :** Le but de ce travail est de déterminer l'état des connaissances cliniques et scientifiques concernant l'efficacité de l'exercice aérobique sur l'équilibre et le contrôle postural chez l'adulte hémiplégique après accident vasculaire cérébral.

**Méthode :** Une revue de littérature a été réalisée à l'aide d'un algorithme de recherche sur Pubmed, de sa date de création à janvier 2019, afin d'identifier tous les essais cliniques contrôlés randomisés à ce sujet, parmi des adultes atteints d'AVC aigu, subaigu et/ou chronique. Les critères de jugement principaux, l'équilibre et la posture, seront respectivement évalués avec l'échelle BBS et la posturographie. Les critères de jugement secondaires, l'autonomie et l'indépendance, seront évalués avec les échelles BI, FIM, et IADL.

**Résultats :** 335 occurrences ont été identifiées, parmi lesquelles 17 articles ont été sélectionnés. Cette revue nous montre qu'il existe une grande variété de types d'entraînements aérobiques. 18% des études ont décrit une tendance à l'amélioration de l'équilibre, après l'intervention d'entraînement aérobique. Par ailleurs, 23% des études ont décrit une amélioration significative de l'équilibre au sein des deux groupes, sans différence significative inter-groupe. Enfin, 59% des études ont montré une amélioration significative de l'équilibre, avec une supériorité des résultats dans le groupe interventionnel ayant participé à l'entraînement aérobique.

**Conclusion :** La majorité des études de cette revue de littérature montre une amélioration significative de l'équilibre après un entraînement aérobique, chez les patients hémiplégiques post-AVC. C'est donc une piste prometteuse de rééducation.

**Mots-clés :** Accident vasculaire cérébral, équilibre, exercice aérobique, hémiplégie, kinésithérapie, posture, troubles de l'équilibre.