



HAL
open science

L'efficacité des entraînements de natation dans l'amélioration de la fonction respiratoire chez les enfants atteints d'asthme

Élisabeth Venslovaitis

► To cite this version:

Élisabeth Venslovaitis. L'efficacité des entraînements de natation dans l'amélioration de la fonction respiratoire chez les enfants atteints d'asthme. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04782910

HAL Id: dumas-04782910

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04782910v1>

Submitted on 14 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**L'EFFICACITÉ DES ENTRAÎNEMENTS DE
NATATION SUR L'AMÉLIORATION DE LA
FONCTION RESPIRATOIRE ET LA QUALITÉ
DE VIE DES ENFANTS ATTEINTS D'ASTHME**

VENSLOVAITIS Elizabeth
Directrice de mémoire : Mme EGLIER Maëlys

AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION FORMATION EN
MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1	Rappel anatomique de l'appareil respiratoire.....	1
1.1.1	L'anatomie.....	1
1.1.2	Mécanique ventilatoire.....	5
1.1.3	Le système respiratoire de l'enfant.....	6
1.2	Physiopathologie de l'asthme.....	6
1.2.1	Épidémiologie, incidence et prévalence.....	6
1.2.3	Définition.....	7
1.2.4	Étiologie.....	7
1.2.5	Pathophysiologie :.....	7
1.2.6	Caractéristiques cliniques et symptômes :.....	8
1.2.7	La qualité de vie.....	8
1.3	Les outils de diagnostic de l'asthme et la prise en charge en kinésithérapie.....	8
1.3.1	L'examen clinique approfondi.....	9
1.3.2	La spirométrie et les épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR).....	9
1.3.3	Classification de la gravité de l'asthme, contrôle de l'asthme et traitement.....	11
1.3.4	La prise en charge Kinésithérapique.....	12
1.4	Les effets physiologiques bénéfiques de l'exercice/thérapie aquatique.....	13
1.4.1	Les principes de l'hydrodynamique.....	13
1.4.2	Les effets physiologiques.....	13
1.4.3	Les effets psychologiques.....	14
1.4.4	La thérapie aquatique.....	14
1.4.5	La natation.....	15
1.5	Utilité de la revue dans la pratique de la kinésithérapie.....	16
1.6	Objectifs de cette revue de littérature.....	16
2	Méthode.....	17
2.1	Critères d'éligibilité.....	17
2.2	Critères d'inclusion.....	17
2.3	Critères d'exclusion.....	17
2.4	Méthode de recherche des études :.....	17
2.5	Méthode de sélection des études.....	18
2.6	Méthode d'extraction et d'analyse des données.....	19
3	Résultats.....	21
3.1	Description des études incluses.....	21

AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION FORMATION EN
MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

3.2 Risques de Biais des études incluses	27
3.3 Effet de l'intervention sur les critères de jugement	29
3.3.1 Critères de jugement principaux : Spirométrie (VEMS et CVF) et Débit expiratoire de pointe (DEP)	29
3.1.1 Critère de jugement secondaire : qualité de vie des enfants asthmatiques	32
4 Discussion	35
4.1 Analyse des principaux résultats	35
4.1.1 Analyse des risques de biais.....	36
4.1.2 Analyse de la Population.....	37
4.1.3 Analyse de l'intervention	37
4.1.4 Critères de jugement principaux.....	39
4.1.5 Critère de jugement secondaire.....	43
4.2 Applicabilité en pratique clinique	44
4.3 Qualité des preuves.....	46
4.4 Biais potentiels de la revue	48
5 Conclusion	51
5.1 Implication pour la pratique clinique	51
5.2 Implication pour la recherche.....	51
6 Bibliographie.....	53
7 Annexes	57

ABRÉVIATIONS:

ACT: *Asthma control Test*

AMSTAR-2: *Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews 2*

API : Indice prédictif de l'asthme

ATS : *American Thoracic Society*

BCDA : bronchodilatateur de courte durée d'action inhalé

BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive

CVF : Capacité vitale forcée

CVL : Capacité vitale lente

CSI : Corticostéroïdes inhalés

DEP : Débit expiratoire de pointe

ECR : Essais cliniques randomisés

EFR : Épreuves fonctionnelles respiratoires

FEV1: *Forced expiratory volume in 1 seconde,*

FVC: *Forced vital capacity*

GINA: *Global Initiative for Asthma*

GRADE: *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*

HAS : Haute autorité de santé

PEDro : *Physiotherapy Evidence Database*

PEF : *PeakFlow*

VEMS : volume expiration moyen en 1 seconde

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements seront dédiés à Maëlys EIGLIER qui m'a apporté toute la méthodologie et la confiance en moi nécessaires à l'écriture de ce mémoire. Elle était le guide de ce voyage intellectuel à travers le monde de la science.

Merci à tout le corps enseignant de l'IFMK pour cette formation enrichissante et ces nouvelles opportunités accessibles grâce à ces 5 années d'apprentissage théorique et pratique au plus près du monde professionnel. Merci à RUBATTAZ Baptiste et AL KAZAZ Harith pour ce premier clinicat, dans lequel vous m'avez fait confiance et aidé à prendre confiance en moi, mes capacités et mes connaissances. Merci à SENAN Quentin et GENNEN Maxime pour ce second clinicat riche en prise d'autonomie, de découverte de la kinésithérapie du sport dans un milieu bienveillant et axé sur l'épanouissement personnel.

Merci à VITRY Thomas, mon légendaire binôme de TP, OMNES Coralie, BEGNI Louis et FABREGA Théo de m'avoir expliqué les choses si simplement et sincèrement afin de me faire avancer en confiance dans ce projet d'écriture, de corriger mes faux pas, de sécher mes larmes de stress et me féliciter lors de petits exploits.

Merci à toute ma famille, qui m'a soutenue et supportée, dans les deux sens du mot, toutes ces années d'études supérieures. Même si, par vos origines de l'Est, le système d'éducation français ne vous est pas familier, vous m'avez fait une confiance aveugle de la maternelle à ce jour, je pense que vous avez de quoi être fiers. (Vous avez la preuve que j'ai bien fait mes devoirs tous les soirs). Aucun mot ne sera à la hauteur de l'amour que j'ai pour vous.

Merci à FABREGA Théo, d'avoir été mon mentor depuis la première année, de m'avoir fait découvrir ce qu'est le bonheur de la vie étudiante et de la vie à tes côtés. Tu es la personne la plus riche de bonté et de patience. Un de mes piliers du quotidien.

Merci à tes parents de m'avoir acceptée, écoutée et motivée.

Enfin,

Merci à mes chers amis, VACELET Fantine, KRYSZTOFINSKI Marine, COVILLAUT Adrien, OLLIER Ines, BERNARDIN Mathilde et à tous les membres d'une grande équipe de volley, aux membres d'une corpo qui n'a pas eu la chance d'exister, aux cas soudés, à mon quatuor de TP et à toutes les rencontres que j'ai pu faire, que ce soit à Marseille ou d'autres villes, grâce à ces études.

1. Introduction

L'asthme est une maladie chronique respiratoire qui affecte 300 millions de personnes dans le monde¹ et 4 millions en France.²

1.1 Rappel anatomique de l'appareil respiratoire

1.1.1 L'anatomie³

L'appareil respiratoire joue un rôle essentiel dans l'hématose : Il apporte l'oxygène (O₂) au sang et rejette le gaz carbonique (CO₂). L'air que l'on inspire par le nez ou la bouche est un mélange d'azote (78%), de dioxygène (21%), de vapeur d'eau (0,5%), de dioxyde de carbone (0,04%) et des traces de gaz rares.

Il y a deux systèmes circulatoires sanguins distincts :

Le premier est la circulation systémique, également appelée grande circulation, dans laquelle le sang oxygéné quitte le ventricule gauche du cœur par l'aorte pour irriguer tous les tissus du corps. Ensuite, il retourne, chargé de gaz carbonique, vers l'oreillette droite via la veine cave.

Le deuxième est la circulation pulmonaire, également connue sous le nom de petite circulation. Dans ce système, le sang chargé de gaz carbonique provient du ventricule droit, passe par l'artère pulmonaire, se débarrasse du gaz carbonique et s'enrichit en oxygène dans les poumons. Enfin, il retourne à l'oreillette gauche par le biais de la veine pulmonaire.

Sur le **plan anatomique**, le système respiratoire comprend de haut en bas :

- Les voies respiratoires supérieures : Le nez, la bouche et le pharynx.
- Les voies respiratoires inférieures : Le larynx, la trachée (tube cartilagineux situé à l'avant des poumons), les bronches (au nombre de 2, droite et gauche), les poumons divisés en lobes (3 à droite et 2 à gauche), les bronchioles et les alvéoles.

¹ https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2023/07/GINA-2023-Full-report-23_07_06-WMS.pdf

² <https://www.inserm.fr/dossier/asthme/#:~:text=L%27asthme%20est%20une%20maladie,perturbations%20locales%20du%20tissu%20respiratoire.>

³ https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/LEMENTS_D_ANATOMIE_ET_D_HISTOLOGIE_DU_SYSTEME_RESPIRATOIRE.pdf

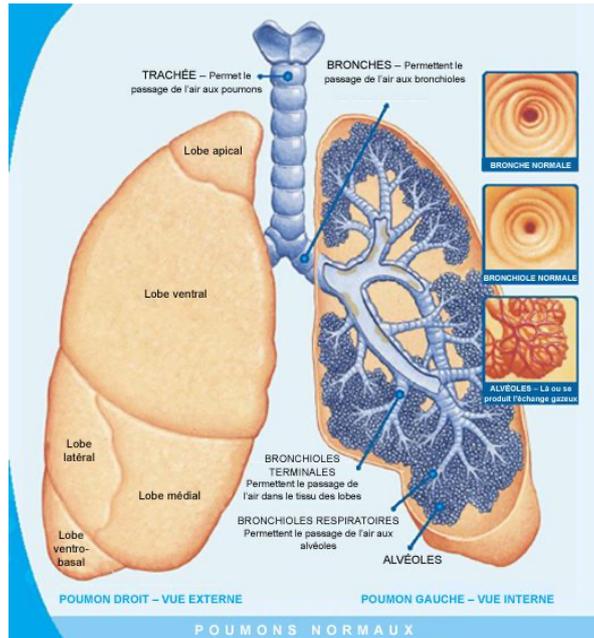


Figure 1. Schéma d'un poumon ⁴

Chaque poumon est enveloppé dans une membrane appelée **plèvre**. La plèvre se compose de deux couches : la plèvre viscérale (collée au poumon) et la plèvre pariétale (adhérente à la paroi thoracique). Entre ces deux couches se trouve un espace appelé la **cavité pleurale**, qui est rempli de liquide pleural. Cette structure permet aux poumons de se déplacer en douceur pendant la respiration. La pression se trouvant entre les 2 feuillets est légèrement négative afin d'assurer l'expansion des poumons pour faciliter la respiration et les échanges gazeux.

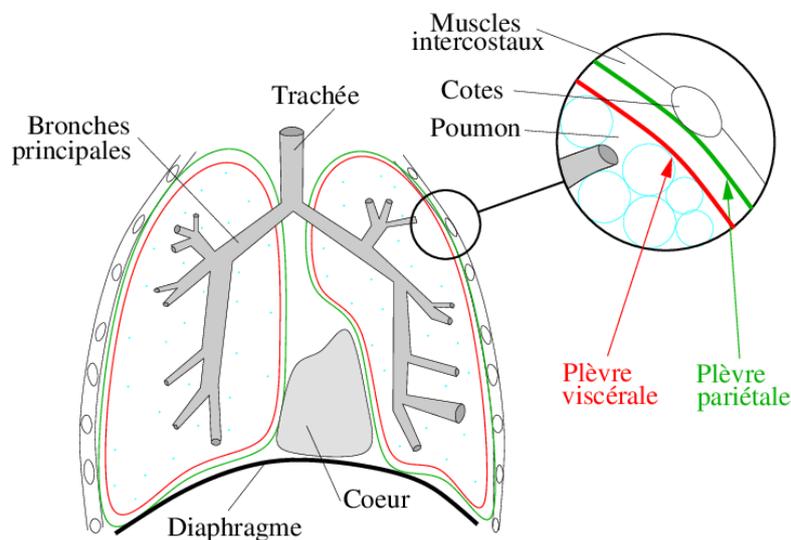


Figure 2. Schéma de la plèvre ⁵

⁴ <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-poumon-7024/>

⁵ https://www.researchgate.net/figure/Anatomie-des-plevres_fig5_281328027

Sur le **plan fonctionnel**, le système respiratoire se divise en 2 zones :

→ La **zone conductrice** qui est constitué d'un système de cavités et de tubes liés entre eux (nez, pharynx, trachée, bronches et bronchioles). Elle permet d'acheminer, filtrer, réchauffer et humidifier l'air.

Les bronches principales sont au nombre de 2 et elles transportent l'air jusqu'aux poumons droit et gauche. La bronche droite est plus large, plus courte et plus verticale que la bronche gauche. Elles se divisent en bronches secondaires puis tertiaires et enfin bronchioles.

→ La **zone respiratoire** où s'effectuent les échanges gazeux (bronchioles respiratoires, alvéoles et canaux alvéolaires)

Les bronchioles mènent à des sacs d'air nommés **alvéoles, unité fonctionnelle des poumons**. Leur rôle est crucial car elles sont le site principal des échange gazeux entre l'air que nous respirons et le sang. Les parois des alvéoles sont très fines, composées principalement de cellules épithéliales simples, ce qui permet un échange efficace d'oxygène et de dioxyde de carbone. Elles sont en contact avec un réseau très dense de capillaires sanguins. Le dioxygène de l'air inhalé diffuse à travers les parois des alvéoles dans les capillaires, tandis que le dioxyde de carbone, produit par le métabolisme cellulaire, diffuse du sang vers les alvéoles pour être expiré.

Les alvéoles sont élastiques, ce qui leur permet de se dilater et de se rétracter pendant la respiration. Lors de l'inspiration, les alvéoles s'élargissent pour permettre à l'air d'entrer, et lors de l'expiration, elles se contractent pour expulser l'air.

Elles sont équipées de petits cils microscopiques appelés cils vibratiles, qui aident à éliminer les particules étrangères piégées dans les alvéoles, ainsi que de cellules spéciales appelées macrophages alvéolaires qui phagocytent et éliminent les débris et les bactéries.

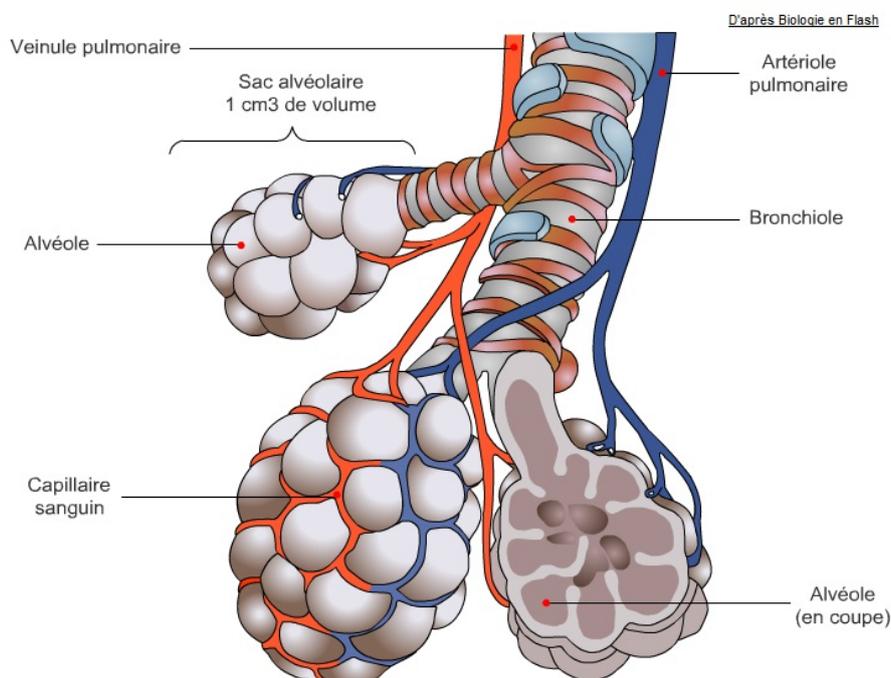


Figure 3. Schéma d'une alvéole⁶

⁶<https://louisa-paulin.ecollege.haute-garonne.fr/espaces-pedagogiques/svt/le-corps-humain-et-la-sante/observation-d-alveoles-pulmonaires-34272.htm>

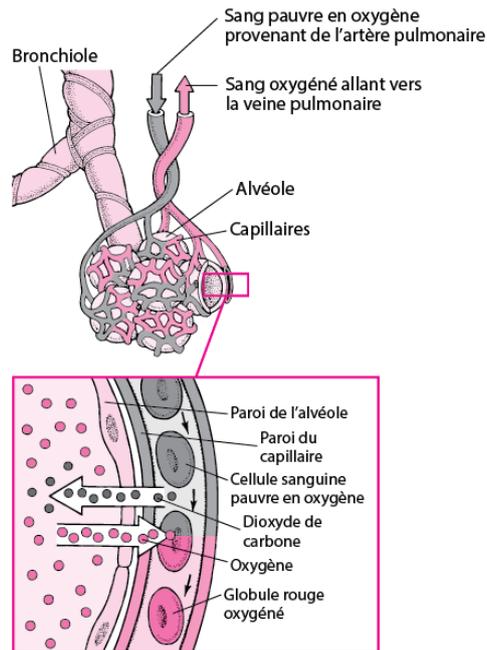


Figure 4. Échanges gazeux alvéolaire⁷

Le **surfactant** est sécrété par des cellules alvéolaires spécialisées nommées les **pneumocytes 2** et est constitué en majorité de phospholipides. Il recouvre la totalité de la surface interne des alvéoles pulmonaires en formant une couche très fine. Il est directement en contact avec l'air inspiré. (**Larousse**⁸). Diminuer la tension interfaciale et le travail respiratoire, augmenter la compliance pulmonaire, stabiliser les alvéoles de taille inégale, permettre la création d'une capacité résiduelle fonctionnelle, éviter le collapsus des alvéoles et des bronchioles respiratoires en fin d'expiration, et s'opposer aux contraintes mécaniques et hydrostatiques s'exerçant sur la paroi du capillaire pulmonaire, telles sont les principales fonctions du surfactant.

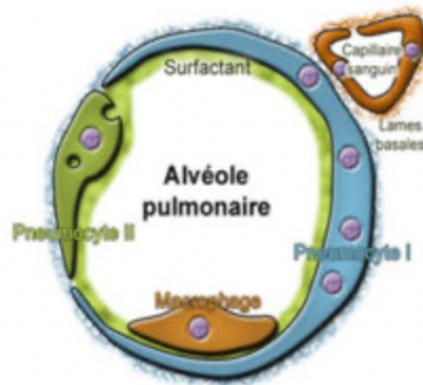


Figure 5. Schéma du surfactant⁹

⁷<https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-pulmonaires-et-des-voies-aeriennes/biologie-des-poumons-et-des-voies-respiratoires/echanges-d-oxygene-et-de-dioxyde-de-carbone>

⁸ <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/surfactant/16346>

⁹ https://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain1b_2.html

1.1.2 Mécanique ventilatoire

Lors de l'**inspiration**, la **pression** dans les alvéoles est **négative**, inférieure à la pression atmosphérique, et lors de l'**expiration** elle est **positive**. Pour atteindre ces pressions, le volume doit augmenter dans l'inspiration et diminuer à l'expiration. Tout ceci est assuré par les muscles et mouvements respiratoires.[1]

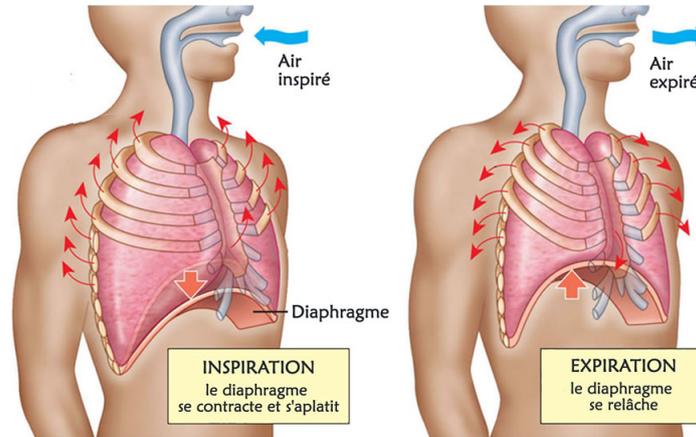


Figure 6. Illustration de la respiration¹⁰

Le muscle inspiratoire **principal** est le **diaphragme**, accompagné des inspireurs accessoires qui sont : les muscles sterno-cléido-mastoïdiens, qui soulèvent le sternum, les muscles scalènes, qui soulèvent les deux côtes supérieures et le muscle petit pectoral, qui soulève les troisième, quatrième et cinquième côte. L'inspiration est considérée comme un processus actif, parce qu'elle est déclenchée par une contraction musculaire. Le diaphragme étant innervé par les nerfs phréniques.

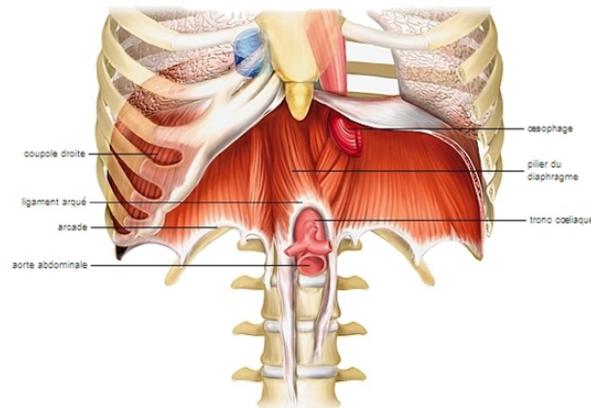


Figure 7. Schéma du diaphragme¹¹

Contrairement à l'inspiration, l'**expiration** est un processus passif qui n'exige pas de contraction musculaire et qui le simple relâchement musculaire des muscles inspiratoires. L'expiration devient un processus actif lorsque le mouvement de l'air hors des poumons est empêché, dans ce cas les muscles abdominaux et intercostaux internes se contractent.

¹⁰ <https://mon-osteopathe-paris.fr/la-respiration-le-diaphragme-et-losteopathe/>

¹¹ <https://mon-osteopathe-paris.fr/la-respiration-le-diaphragme-et-losteopathe/>

1.1.3 Le système respiratoire de l'enfant

« *Les enfants ne sont pas de petits adultes* » de Jean Jacques Rousseau, est la pierre angulaire des pédiatres. En effet, les organes et les systèmes subissent encore un processus de développement et de maturation durant l'enfance. S'en suivent des modifications de dimensions, de structure, de la physiologie ou encore du contrôle neurologique.

Le développement somatique et fonctionnel est particulièrement évident dans les voies respiratoires, des modifications se produisant du nez jusqu'aux alvéoles, surtout au cours des deux premières années de la vie. Plus tard dans la vie, vers **6-8 ans**, le système respiratoire pédiatrique devient très **similaire à celui d'un adulte**. Le volume des poumons, entre l'âge d'un mois et 7 ans augmente d'un facteur 13. Cette augmentation de volume des poumons s'explique par une néo-alvéolisation jusqu'à l'âge de 8 ans. En effet, ce n'est pas la taille des **alvéoles** qui **augmente** mais le **nombre**. Ce résultat expliquerait les chances de guérison des enfants ayant subi des lésions pulmonaires durant l'enfance. [2]

1.2 Physiopathologie de l'asthme

L'asthme est un grave problème de santé mondial qui touche toutes les tranches d'âge. Sa prévalence augmente dans de nombreux pays, en particulier chez les enfants. Bien que certains pays aient enregistré une baisse du nombre d'hospitalisations et de décès dus à l'asthme, cette maladie représente toujours une charge inacceptable pour les systèmes de soins de santé et pour la société en raison de la perte de productivité sur le lieu de travail et, en particulier dans le cas de l'asthme pédiatrique, des perturbations au sein de la famille.

Aujourd'hui, il est établi qu'il n'existe pas « un » mais « des » asthmes : ces différents phénotypes correspondent à des caractéristiques cliniques, biologiques et fonctionnelles différentes, dont les causes sont variables.

1.2.1 Épidémiologie, incidence et prévalence

Des enquêtes effectuées en classe de troisième au cours de l'année scolaire 2003-2004 et en classe de CM2 en 2004-2005 montrent des **prévalences** respectives de **8,7 % et 8,6 %**. Plus d'un tiers des enfants scolarisés en classe de CM2 et de troisième rapportent avoir un asthme non contrôlé ce qui montre l'importance de la prise en charge thérapeutique et éducative des enfants asthmatiques [3].

Aujourd'hui, l'asthme est une maladie chronique respiratoire qui affecte 300 millions de personnes dans le monde [4]. C'est la plus répandue des affections respiratoires chroniques qui touche **14% d'enfants** et de jeunes. En France, elle concerne 4 millions de personnes. Au cours de l'année 2023, les Français ont été interrogés au sujet des symptômes de l'asthme qu'ils auraient pu ressentir et 10 à 16% concerne les enfants.

¹²

C'est la pathologie chronique la plus répandue touchant les enfants du monde entier notamment 6,4 millions d'enfants, seulement aux États-Unis. Même si l'incidence semble avoir atteint un plateau dans certains pays développés, elle tend à augmenter pour les pays défavorisés dont les revenus sont faibles à modérés. Quant à la prévalence de l'asthme, elle a tendance à varier. Par exemple, en 2017 aux États-Unis, « la prévalence globale de l'asthme aux États-Unis est de 7,9 %, avec des taux plus élevés chez les enfants (< 18 ans, 8,4 %) que chez les adultes (18 ans et plus, 7,7 %) ». [4]

¹² https://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/2910/1993_3_277.pdf?sequence=8

1.2.3 Définition

« Elle est liée à une inflammation des bronches associée à une perturbation locale du tissu respiratoire. L'asthme est caractérisé par une respiration sifflante, un essoufflement, une oppression thoracique et/ou une toux ou encore par des limitations du débit d'air expiratoire. Les symptômes et les limitations respiratoires varient dans le temps ainsi qu'en intensité ». ¹³ Ces variations sont souvent déclenchées par l'exercice physique, les changements météorologiques, la pollution, les allergènes ou encore par des infections respiratoires virales. Les crises d'asthmes peuvent être plus ou moins sévères et provoquent des sifflements et des gênes respiratoires, comme la dyspnée. Les symptômes peuvent se résorber spontanément ou par l'aide de médicaments mais aussi être absents pendant des semaines ou des mois.

1.2.4 Étiologie

La ou les causes de l'asthme ne sont pas encore connues mais les facteurs de risque ont été identifiés et les interactions entre les gènes et l'environnement sont importantes. En effet, de nombreuses études génétiques ont permis d'identifier un large spectre de variants génétiques, associés à des risques élevés d'asthme. De plus, il a été démontré que les variations épigénétiques, dans la façon dont le code génétique est transcrit, jouent un rôle dans le développement de l'asthme. L'épigénétique fait référence aux caractéristiques de l'ADN qui modifient l'expression des gènes mais qui sont indépendantes de la séquence des nucléotides.

Les infections virales des poumons dès le plus jeune âge, par exemple la bronchiolite, augmentent le risque de développer l'asthme, surtout si les symptômes sont sévères. Les expositions au tabac, à la pollution ou encore l'ozone peuvent augmenter le risque de l'asthme.[5] D'autres facteurs entrent en jeu dans le développement de l'asthme, notamment les métabolites, la vitamine D7, l'exposition chimique, les changements alimentaires, le stress et le microbiome.

Même si la composante génétique n'explique pas totalement l'asthme, il a longtemps été reconnu que celle-ci occupe une place importante. En effet, dans de multiples études, il a été démontré que les enfants de parents asthmatiques ont un risque accru de développer la maladie, et que l'asthme maternel est plus important que l'asthme paternel.[6]

1.2.5 Pathophysiologie :

L'inflammation des bronches inférieures du système respiratoire résulte de la combinaison des prédispositions génétiques, de l'exposition environnementale, et probablement de l'altération du microbiome et des métabolites (molécules de faible poids moléculaire).[7] **L'inflammation de type 2**, nommée d'après le lymphocyte T helper de type 2, **est la plus répandue**. Elle est couramment observée dans les maladies allergiques et les infections parasitaires qui sont sources de troubles éosinophiliques (Les éosinophiles sont des globules blancs qui se développent dans la moëlle des os, et qui sont habituellement présents en très faible pourcentage dans le sang).

Une multitude d'altérations pathologiques se produisent dans les voies respiratoires inférieures et celles-ci sont décrites sous le nom de remodelage des voies respiratoires.

Le remodelage se produit dans la muqueuse et la sous-muqueuse :

- Les modifications pathologiques de la muqueuse comprennent l'hyperplasie épithéliale et la métaplasie (Transformation de cellules matures et spécialisées en une forme qui est anormale pour le tissu observé) des cellules caliciformes avec une production accrue de mucus.
- Au niveau de la sous-muqueuse, l'hypertrophie des muscles lisses, le dépôt de collagène et l'augmentation de la taille des glandes muqueuses[8] dominent les changements observés, entraînant un rétrécissement des voies respiratoires et une augmentation de la production de mucus pendant les épisodes d'asthme.[9]

¹³ https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2023/07/GINA-2023-Full-report-23_07_06-WMS.pdf

1.2.6 Caractéristiques cliniques et symptômes :

L'inflammation est présente sans pour autant que les symptômes le soient et le contrôle de cette inflammation est essentiel dans la prise en charge de l'asthme. La déconnexion entre l'inflammation et les symptômes peut entraîner une mauvaise conscience de l'asthme qui peut favoriser une mauvaise reconnaissance et une non-observance des traitements. Les asthmatiques peuvent présenter un symptôme comme plusieurs parmi les suivants : une respiration sifflante, l'essoufflement, la toux ou l'oppression thoracique.

Les crises d'asthme sont définies **par 3 mécanismes** qui créent l'obstruction : la **constriction** musculaire des bronches, les **sécrétions** de **mucus** et le **gonflement** qui entraînent un **rétrécissement** des voies **respiratoires**. Certains épisodes se résolvent soit spontanément soit par le biais d'un traitement minime tandis que d'autres crises peuvent conduire à une hospitalisation d'urgence voire la mort. Ils peuvent se manifester de manière épisodique ou permanente.

On dit que la pathologie est évolutive et fluctuante. En effet, on parle d'intermittente, si s'exprime qu'à certains moments de l'année, ou persistante lorsqu'un traitement antihistaminique est nécessaire au quotidien.

Les crises d'asthme sont plus fréquentes chez les enfants âgés de moins de 18 ans, chez les femmes, les personnes d'origine africaine, tôt le matin ou dans la nuit, ce qui correspond au cycle des niveaux de cortisol endogène.

Le déclenchement des symptômes et l'aggravation de l'inflammation bronchique est dû aux allergènes, au tabac, la pollution, l'excitation ou le stress, le changement de température ou encore l'exercice.

Les types d'asthme que l'on rencontre le plus souvent sont : l'asthme provoqué par l'exercice, allergique, éosinophile (inflammation de type 2), pédiatrique, ou encore en lien avec l'obésité.

Il existe des diagnostics différentiels ayant des conditions similaires à l'asthme. En effet, étant une maladie définie comme « réactive des voies respiratoires », on retrouve les mêmes termes pour décrire d'autres pathologies comme la BPCO (Bronchopneumopathie chronique obstructive), la dysplasie bronchopulmonaire, ou encore la bronchiolite chez les nourrissons.

1.2.7 La qualité de vie

Cette pathologie chronique obstructive impacte fortement la qualité de vie des personnes touchées.

Elle entraîne une baisse d'activité sportive, des troubles du sommeil et insomnies et pour les enfants, un absentéisme à l'école ou au travail pour les adultes. Les conséquences d'une mauvaise prise en charge ou d'un traitement qui échappe au contrôle peuvent être graves et conduire à des altérations de la fonction et l'appareil respiratoire. En effet, les enfants affectés par cette maladie se sentent isolés du fait de ne pas pouvoir faire des activités que d'autres enfants de leur âge font. Les résultats d'une méta-analyse de **Silva et al. 2015** [10], ont montré que la qualité de vie des enfants et adolescents asthmatiques a plus de risques de diminuer que les enfants et adolescents non asthmatiques, que ce soit dans le domaine psychologique, physique ou social.

1.3 Les outils de diagnostic de l'asthme et la prise en charge en kinésithérapie

S'il se développe le plus souvent durant l'enfance, l'asthme peut apparaître à tout âge. Chez les plus jeunes, les garçons sont plus souvent touchés que les filles, mais ce rapport s'inverse après la puberté. Et si le passage de l'enfance à la vie adulte est une période favorable à la disparition des symptômes, le fait d'avoir eu un asthme jeune constitue un facteur de risque de le voir réapparaître au cours de la vie adulte.

Cependant, l'asthme est difficile à diagnostiquer chez les jeunes enfants et il est souvent préférable de diagnostiquer une maladie réactive des voies respiratoires avant de diagnostiquer l'asthme. La respiration sifflante chez les jeunes enfants (moins de 3 ans) est beaucoup plus fréquente que l'asthme à l'âge de 6 ans, ce qui conduit souvent à la description des "voies respiratoires réactives".

Afin de comprendre les conditions pathologiques qui surviennent chez l'enfant, il est primordial de comprendre l'anatomie fonctionnelle des voies respiratoires. L'évaluation complète des voies respiratoires pédiatriques comprend un historique médical détaillé, des procédures d'investigations et un examen clinique spécifiques.[11]

Il n'existe pas de gold standard pour diagnostiquer l'asthme, mais il est possible d'utiliser divers instruments pour étayer un diagnostic et caractériser le type de la maladie. Ces instruments incluent des évaluations de la fonction pulmonaire, la réactivité aux bronchodilatateurs et les tests de provocation bronchique. Les **épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR)** rassemblent la **spirométrie**, la pléthysmographie, la capacité de diffusion pulmonaire, la gazométrie artérielle et d'autres examens spécifiques en fonction du pneumologue et de la pathologie. De plus, on peut se servir de marqueurs de l'inflammation des voies respiratoires, de tests d'allergie et de l'indice prédictif de l'asthme. Il est important de noter que ces outils présentent des taux de prédiction, de sensibilité et de spécificité variables, lesquels dépendent de la probabilité préalable au test pour chaque individu.

La spirométrie est l'examen de base des EFR et permet le diagnostic d'une obstruction des bronches. Ainsi, c'est l'examen qui nous intéresse dans cette revue.

1.3.1 L'examen clinique approfondi

L'outil le plus important pour évaluer la présence de l'asthme est **l'examen clinique approfondi**.

L'examen comprend la présence de symptômes respiratoires, leur facteurs déclencheurs et leur impact sur la vie quotidienne des patients. L'âge, le sexe, l'atopie ou le tabagisme peuvent influencer le diagnostic.

Les informations sur l'utilisation d'inhalateurs, présent ou passé, leur fréquence d'utilisation et leur efficacité doivent aussi être évalués. Souvent, l'examen clinique est normal lors d'une phase non aiguë, il faut donc faire attention à d'autres signes comme l'hyperinflation ou la déformation du thorax qui peuvent suggérer une obstruction sévère des voies respiratoires.

Il est plus difficile de poser un diagnostic d'asthme chez les enfants d'âge préscolaire. Des études épidémiologiques ont montré que la prévalence cumulée de la respiration sifflante à l'âge de six ans est de près de 50 %, mais que la plupart des enfants d'âge préscolaire qui ont une respiration sifflante ne développent pas d'asthme par la suite.

L'indice prédictif de l'asthme (API), bien validé, est utilisé pour prédire l'asthme pendant l'enfance chez les enfants d'âge préscolaire présentant une respiration sifflante récurrente [12]. L'API a des valeurs prédictives positives et négatives de 48 % et 92 % respectivement pour un diagnostic d'asthme à l'âge de six ans. Le guide de la **Global Initiative For Asthma (GINA)** recommande son utilisation pour faciliter la prise de décision concernant l'utilisation des **corticostéroïdes inhalés (CSI)** chez les enfants d'âge préscolaire.

1.3.2 La spirométrie et les épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR)

La **spirométrie** est un examen médical qui calcule le volume d'air inspiré ou expiré par un individu en fonction du temps. Elle est utilisée pour prendre des décisions concernant le patient en fonction de la gravité d'une anomalie et sa réponse au traitement. Ainsi, les résultats aux tests permettent d'établir un traitement en lien, de changer ou développer de nouvelles habitudes, de mesurer les potentielles améliorations ou détériorations en réponse aux facteurs environnementaux, aux traitements, aux activités sportives, ...[13]

Le diagnostic kinésithérapique est posé grâce aux épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR). Ce sont des examens qui permettent de mesurer les volumes et les débits pulmonaires, grâce à un appareil, le spiromètre, dans lequel on demande de faire une inspiration et une expiration maximales, uniquement par la bouche, par le biais d'un tuyau souple. Cela permet d'avoir la capacité vitale forcée (CVF). La mesure importante, en termes

de débit, est le volume expiratoire maximum par seconde (VEMS). Pour cela, on demande une expiration le plus fort possible après une inspiration maximum.

En calculant le rapport de la CVF et VEMS, on obtient le rapport de Tiffeneau dont la norme se situe entre 75 et 80%. En dessous de 70%, on est face à un syndrome obstructif.¹⁴

Les enfants d'âge préscolaire ont des durées d'expiration plus courtes et des volumes pulmonaires plus petits, donc la CVF (capacité vitale forcée) et le VEMS peuvent se ressembler ce qui donne un rapport, VEMS/CVF, proche de 90%. Donc un rapport considéré comme « normal » chez l'adulte, entre 70 et 80%, peut être un indicateur d'obstruction chez ces enfants-là.[14]

De plus, il est recommandé de pratiquer les EFR dans le suivi de la pathologie d'après la **Haute Autorité de Santé (HAS)**. En effet, les mesures du VEMS, de la capacité vitale lente (CVL) et forcée (CVF) suffisent à l'appréciation du retentissement fonctionnel de l'asthme. La mesure de ces paramètres se fait avant et après application de bronchodilatateur d'action rapide et de courte durée.

La surveillance à court terme du **débit expiratoire de pointe (DEP)**, avec le **Peakflow (PEF)**, peut être un indicateur de diagnostic de l'asthme en évaluant la limitation variable du débit expiratoire. Une variation >13% chez l'enfant est évocatrice d'asthme. D'après les recommandations de la HAS, le DEP permet un suivi à domicile et représente un outil dans le cadre de l'éducation thérapeutique du patient dans le contrôle de la maladie. Parmi les situations où le suivi du DEP est recommandé, nous retrouvons les situations en prévision d'une période à risque ainsi qu'au moment des modifications thérapeutiques.



Figure 8. Le Peakflow / débitmètre pédiatrique¹⁵

Peak-flow (DEP)	Symptômes	Action: que faire?
> 80%	Aucune gêne	Continuez le traitement de la zone verte
60-80%	Légère toux, souffle un peu court, réveils nocturnes occasionnels	Adaptez le traitement:
40-60%	Toux, souffle court, oppression, nuits perturbées	Ajoutez: Appelez:
< 40%	Souffle très court malgré les médicaments, peine à parler, étouffement	URGENCE: appelez de suite Prenez: ou le 144

L'usage du plan d'action de l'asthme repose sur la mesure du peak-flow et sur une évaluation régulière des symptômes. Lors d'une aggravation de l'asthme, c'est la situation la plus mauvaise sur laquelle il faut se baser pour estimer le nouveau niveau du plan d'action.
Le plan d'action de l'asthme peut être commandé auprès de la ligue pulmonaire suisse: www.lung.ch
DEP: débit expiratoire de pointe (peak-flow).

Figure 9. Tableau des normes en %¹⁶ (Annexe 1)

L'hyperréactivité bronchique n'est pas utilisée systématiquement pour adapter le traitement et dans le suivi quotidien, malgré son efficacité, à moins de pouvoir accéder à un centre spécialisé. Il en est de même pour les gaz du sang, qui sont plutôt indiqués dans l'asthme aigu grave, la radiographie thoracique et les examens biologiques.¹⁷

¹⁴ <https://www.docteurcliv.com/examen/epreuves-fonctionnelles-respiratoires.aspx>

¹⁵ <https://www.physiotherapie.com/peak-flow-debimetre-enfant.html>

¹⁶ <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2010/revue-medicale-suisse-273/prise-en-charge-de-l-asthme-en-medecine-de-premier-recours>

¹⁷ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/recommandations_asthme.pdf

1.3.3 Classification de la gravité de l'asthme, contrôle de l'asthme et traitement

Cette classification permet de déterminer le traitement adapté à chaque patient. La gravité de l'asthme est classée en 4 niveaux : intermittent, persistant léger, persistant modéré et sévèrement persistant. Chacun de ces niveaux a des modalités qui se basent sur la fréquence des symptômes, leur ampleur et persistance dans le temps mais aussi sur les EFR.

Intermittent	Persistant léger	Persistant modéré	Sévèrement persistant
Symptômes moins de 2 fois par mois	Symptômes plus d'une fois par semaine, mais moins d'une fois par jour.	Symptômes quotidiens	Symptômes quotidiens
Exacerbations légères	Les exacerbations peuvent affecter l'activité et le sommeil	Les exacerbations peuvent affecter l'activité et le sommeil	Exacerbations fréquentes
Symptômes nocturnes au moins 2 fois par mois	Symptômes nocturnes plus de 2 fois par mois	Symptômes nocturnes plus d'une fois par semaine	Symptômes nocturnes fréquents
VEMS et/ou DEP \geq 80 % et une variabilité $<$ 20 %.	VEMS et/ou DEP \geq 80 % et variabilité $<$ 20-30 %.	VEMS et/ou DEP 60-80 % avec une variabilité $>$ 30 %	Limitation des activités et du sommeil VEMS et/ou DEP $<$ 60 % avec une variabilité $>$ 30 %.

Figure 10. Classification de l'asthme selon les niveaux de gravité [15]

En pratique, la gravité peut être définie rétrospectivement par le traitement pharmacologique utilisé pour contrôler les symptômes et exacerbations. Une exacerbation est une crise qui dure plusieurs heures voire plusieurs jours malgré une prise de traitement. L'approche qui évalue la gravité, en fonction d'un traitement suivi sur plusieurs mois par le patient afin de trouver la dose adéquate, souligne le fait que la gravité dépend de chaque patient et que le **contrôle** est essentiel pour avoir un traitement adapté. La notion de contrôle traduit l'activité de l'asthme. Selon les nouvelles recommandations de la **GINA**[16] et de la **HAS**¹⁸, la notion de contrôle remplace celle de la sévérité car les critères utilisés font la différence entre l'asthme au quotidien et les exacerbations. Un asthme bien contrôlé peut être défini par : une exacerbation dans l'année et des symptômes qui surviennent au moins 2 fois par semaine. Cependant, l'objectif principal est d'avoir un contrôle total avec aucun symptôme et une bonne fonction respiratoire.¹⁹Un questionnaire, **test du contrôle de l'Asthme (ACT)** est disponible afin d'évaluer la qualité du contrôle de l'asthme par le patient. Il est basé sur plusieurs informations notamment l'observation du médecin traitant, le sommeil, les symptômes journaliers et nocturnes, les limitations d'activités et l'utilisation de médicaments d'urgence au cours du dernier mois. Un score supérieur ou égal à 20 signifie qu'il y a un bon contrôle de l'asthme. (**Annexe 2**) Les enfants âgés de 4 à 11 ans peuvent répondre à ce questionnaire.[15]

¹⁸ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-07/asthme_de_lenfant_de_moins_de_36_mois_-_document_dinformation_-_a4.pdf

¹⁹ https://www.sfpediatrie.com/sites/www.sfpediatrie.com/files/documents/BrochureFocus/focus_asthme.pdf

Enfin, le traitement repose sur le **bronchodilatateur de courte durée d'action inhalé (BCDA)**. Lorsque les BCDA ne sont pas efficaces rapidement et durablement, la **corticothérapie orale** est prescrite sur 3 à 5 jours. Chaque crise d'asthme doit être réévaluée au bout d'une heure, s'il n'y a pas de modifications positives, le recours aux urgences est indispensable.

1.3.4 La prise en charge Kinésithérapique

La prise en charge des patients asthmatiques en kinésithérapie n'est pas systémique. Lorsqu'elle est prescrite, la kinésithérapie est ciblée sur l'éducation thérapeutique du patient (gestion des crises, prise de traitement, utilisation du DEP, ...) afin qu'il ait le plus de contrôle possible sur sa pathologie. Une revue systématique de **Pinnock et al. 2017** [17], révèle que l'auto-gestion de l'asthme améliore la qualité de vie et les marqueurs de contrôle et diminue les consultations imprévues aux urgences ou chez le médecin, et les hospitalisations. De plus, l'objectif principal est d'éviter l'hyperventilation et les exacerbations. Pour cela, le kiné apporte des connaissances anatomiques et pratiques ainsi qu'un apprentissage d'une respiration abdomino-diaphragmatique afin d'éviter l'hyperinflation et l'hyperventilation par le biais d'une respiration plus lente et contrôlée. L'apprentissage de cette respiration permet la détente et la relaxation, afin d'appréhender une potentielle crise d'asthme. En effet, les schémas respiratoires de ces patients sont anormaux ce qui a une incidence sur leur quotidien et leur approche des activités sportives, extra-scolaires et sociales. En plus de rétablir un bon schéma de respiration, le kinésithérapeute peut guider le patient dans des exercices de renforcement des muscles inspiratoires et expiratoires, faire prendre conscience que l'activité sportive est importante malgré la crainte de l'essoufflement car un faible niveau d'activité physique entraîne un faible niveau de forme physique ce qui déclenche un cercle vicieux qui mène la spirale du **déconditionnement**. La spirale de Young illustre le risque d'une dégradation de la qualité de vie et d'une aggravation des incapacités liées à la pathologie.[18] (**Figure 12.**) Les séances de kinésithérapie permettent d'améliorer la tolérance à l'effort du patient d'après les recommandations pour la pratique clinique de la **HAS**.²⁰ Ainsi, la prise en charge du kinésithérapeute rassemble de nombreux moyens : les massages et étirements, les techniques de ventilation, le drainage bronchique, qui inclut des techniques manuelles (Toux, AFE, ELTGOL, ...) et instrumentales (aérosolthérapie par exemple), la spirométrie et l'auscultation des poumons.[19]

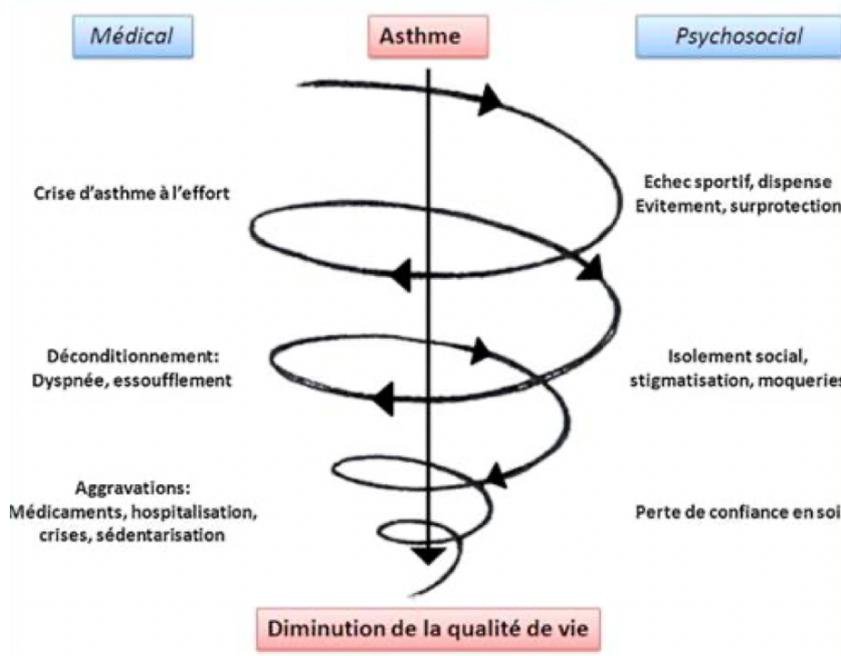


Figure 11. Spirale de Young

²⁰ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/education_asthmatique_adulte_-_synthese.pdf

1.4 Les effets physiologiques bénéfiques de l'exercice/thérapie aquatique

1.4.1 Les principes de l'hydrodynamique

Depuis les temps les plus reculés de l'histoire, on a toujours pensé que l'eau avait une action sur la guérison et elle a donc été largement utilisée pour traiter toutes sortes d'affections. Grâce à l'observation par les scientifiques, ces traditions de guérison par le traitement aquatique ont évoluées.[20]

De nombreux changements physiologiques ont lieux lors de l'immersion aquatique, notamment des effets biologiques sur l'ensemble des systèmes homéostatiques. Ces effets sont à la fois immédiats et différés et permettent à l'eau d'être utilisée avec efficacité thérapeutique pour une grande variété de problèmes de réhabilitation. La thérapie aquatique est bénéfique pour la prise en charge des patients atteints de troubles musculosquelettiques, neurologiques, cardio-vasculaire et autres.

La connaissance de ces effets biologiques peut aider le clinicien qualifié en rééducation à créer un plan de traitement optimal, en modifiant de manière appropriée les activités aquatiques, les températures d'immersion et la durée du traitement.

Presque tous les effets biologiques sont liés aux **principes fondamentaux de l'hydrodynamique**. Les propriétés physiques essentielles de l'eau qui entraînent des changements physiologiques sont :

- **La densité** : Bien que le corps humain soit principalement constitué d'eau, sa densité est légèrement inférieure à celle de l'eau
- **La gravité spécifique**
- **La pression hydrostatique** : elle est directement proportionnelle à la densité du liquide et à la profondeur d'immersion lorsque le fluide est incompressible. C'est la force qui favorise la résorption des œdèmes. Le sang se déplace en direction céphalique, la pression auriculaire droite commence à augmenter, la pression de surface pleurale augmente, la paroi thoracique se comprime et le diaphragme se déplace en direction céphalique.
- **La flottabilité** : lorsque le corps est immergé jusqu'au cou, la colonne vertébrale, les genoux et les hanches ne sont soumis qu'au poids que pèse la tête (soit environ 6,8kg). La flottabilité possède une bonne utilité thérapeutique.
- **La viscosité** : elle fait référence à l'ampleur du frottement interne propre à un fluide en mouvement. Un membre se déplaçant par rapport à l'eau est soumis aux effets de résistance du fluide, appelés force de traînée. La résistance visqueuse augmente au fur et à mesure qu'une force est exercée contre elle, mais cette résistance retombe à 0 presque immédiatement après l'arrêt de l'activité.
- **La thermodynamique** : L'utilité thérapeutique de l'eau dépend en grande partie de sa capacité à conserver la chaleur et à transférer l'énergie thermique. L'eau, en tant que conducteur thermique particulièrement efficace, transmet la chaleur 25 fois plus rapidement que l'air. Cette caractéristique de conduction thermique, en association avec la capacité thermique élevée de l'eau, confère à son utilisation en rééducation une grande polyvalence. L'eau peut retenir la chaleur ou le froid tout en les transmettant facilement à la partie du corps immergée.[20]

1.4.2 Les effets physiologiques

En plus des propriétés physiques de l'eau, dont l'influence sur le corps entraîne des changements physiologiques visibles, il existe des phénomènes invisibles touchant les systèmes cardio-respiratoire.

En effet, l'immersion sous l'eau entraîne une adaptation de la respiration et du cœur. Un entraînement régulier entraîne une amélioration de la capacité fonctionnelle des poumons dû à l'adaptation du mode de respiration et de l'augmentation de la force des muscles respiratoires. Une étude menée par **Vaccaro et al.** [21] montre que chez de jeunes nageuses, âgées de 9 à 13 ans et s'entraînant depuis plus de 5 ans, la capacité pulmonaire totale et la capacité résiduelle fonctionnelle sont supérieures aux valeurs présentes chez les filles s'entraînant depuis seulement 1 an ou plus. Ou encore, des valeurs de **CPT**, de **CRF** et de **VEMS**, 10 à 16%

supérieures à celles prédites chez les nageurs adolescents de sexe masculin, âgés de 13 à 16 ans dont la période d'entraînement s'étend à plus de 6 ans de natation de compétition.

Cependant, les valeurs rapportées concernent des enfants âgés de 9 à 16 ans suivant des entraînements intenses, réguliers et dans l'objectif de faire des compétitions. Ainsi, la **durée**, l'**intensité** et la **régularité** sont des facteurs **favorisants** du développement d'une partie des paramètres **pulmonaires**.

Les preuves actuelles sont intrigantes et suggèrent que l'entraînement à la natation peut en effet être le stimulus responsable d'au moins une partie des paramètres pulmonaires accrus observés chez les nageurs de compétition.

Cependant, jusqu'à ce que d'autres études longitudinales à long terme soient menées, des traits pulmonaires sélectionnés et héréditaires ne peuvent pas être complètement exclus.

1.4.3 Les effets psychologiques

L'exercice aquatique présente de nombreux avantages physiologiques par rapport à l'exercice sur terre, en raison des propriétés uniques de l'eau. Celle-ci a également un impact sur le côté psychologique, la santé mentale et l'estime de soi et de ses propres compétences. C'est une manière de soigner certains troubles mentaux d'une approche non médicamenteuse, ce qui suscite de plus en plus l'attention de nombreux chercheurs. Cependant, à notre connaissance, encore aucune étude n'a été menée pour synthétiser les recherches sur les bénéfices psychologiques de l'exercice aquatique, ce qui est surprenant dû à son abondance sur terre et de tous ses bienfaits connus à ce jour.

Le lien entre le corps et l'esprit peut expliquer la haute probabilité de développer des troubles de l'humeur par suite d'une sédentarité prolongée ainsi que le vieillissement du corps et de l'esprit. L'exercice physique en général est associé à une **amélioration de l'humeur** chez les patients **atteints de maladies chroniques**. Le type d'exercice, l'intensité et le temps ont un impact sur l'effet de l'activité sur l'humeur. Quand on compare avec d'autres types d'exercices physiques, l'exercice aquatique semble avoir le plus d'impact positif quant à l'amélioration de l'humeur et l'anxiété.[22]

Les nageurs récréatifs ont de meilleurs scores en matière de santé mentale que les nageurs de compétition. Il a été montré que les traitements contre la dépression peuvent être remplacés par des doses régulières de natation. Tous ces résultats peuvent être extrapolés à un plus grand éventail de population.[23]

1.4.4 La thérapie aquatique

La thérapie aquatique en général est une forme de traitement médical et de réadaptation qui se déroule dans l'eau et qui est supervisée par des professionnels de santé comme les kinésithérapeutes. Elle présente un large éventail de bienfaits pour les personnes atteintes de troubles musculosquelettiques, les femmes enceintes, les patients ayant subi des opérations récemment, les enfants hyperactifs ou ayant une paralysie cérébrale,[24] les personnes âgées ayant des troubles de l'équilibre, atteints de la maladie de Parkinson[25] et bien plus encore. La thérapie aquatique s'adapte à chaque type de patient qui exécute son programme personnalisé en fonction de sa pathologie ou pas. Elle permet une réduction de la douleur car l'eau a un effet apaisant sur les articulations, qui sont touchées par l'arthrose chez certaines personnes, et les muscles.[26] Elle permet également une amélioration de la mobilité, le renforcement musculaire, que ce soit post-chirurgical ou non. Elle permet la stimulation circulatoire, la réduction du stress et de l'anxiété mais aussi une amélioration de la condition physique générale ainsi que de la qualité de vie. Elle peut être un complément efficace aux approches de traitement conventionnelles pour de nombreuses conditions médicales et des problèmes de santé physique.

En effet, d'après les résultats d'analyse **d'une revue systématique de 2010** [27], « l'exercice aquatique a eu un effet faible mais statistiquement significatif sur la douleur, la fonction, la qualité de vie et la santé mentale »

1.4.5 La natation

La natation est une activité physique qui implique des mouvements différents des bras, des jambes et du corps pour propulser le nageur dans l'eau ainsi qu'une bonne coordination respiratoire avec des temps inspiratoires et expiratoires contrôlés.

De plus, ce sport présente de nombreux avantages pour la santé, notamment l'amélioration de la condition physique et cardio-vasculaire, le renforcement musculaire, l'endurance, la coordination et la réduction du stress, et bien plus encore. Une étude de **Oliver et al. 2023**[28] contribue aux preuves, qui augmentent de manière significative, que la natation en eau libre possède des effets bénéfiques tant sur le bien-être physique que mental.

Chez les enfants, elle offre de nombreux bienfaits tant sur le plan physique que sur le plan mental.

Il permet un bon développement de la musculature, de la force ainsi que la mobilité articulaire. La cage thoracique se développe progressivement, les épaules s'élargissent et les muscles du dos étant sollicités, ils se renforcent également ce qui peut prévenir le mal de dos et les mauvaises postures. La capacité respiratoire tend à se développer. Il permet d'améliorer l'endurance cardio-vasculaire, de prendre conscience du corps et de la respiration afin de l'adapter aux moments hors et sous l'eau et de la coordination globale de l'enfant. Ils découvrent de toutes nouvelles sensations. De plus, c'est une garantie de sécurité des enfants autour de l'eau, avec l'apprentissage des compétences de survie aquatique.

Les enfants se construisent grâce aux relations sociales extérieures et exercer un sport régulièrement, grâce aux cours de natation, motive la socialisation, la discipline et le gain de confiance en soi ainsi que de forger sa personnalité.²¹

D'après plusieurs travaux décrits dans le livre *natation et fonction respiratoire*²², les jeunes nageurs ont une meilleure fonction cardio-respiratoire et des volumes pulmonaires plus importants. On retrouve une accélération de maturation du système respiratoire et une augmentation de la force des muscles inspiratoires.[29]

La natation peut être une activité bénéfique pour les enfants souffrant d'asthme, à condition qu'elle soit pratiquée de manière appropriée et en tenant compte de certaines considérations.

En effet, il est suggéré que la natation induit une bronchoconstriction moins sévère que d'autres sports.[30] Il semble y avoir des preuves expérimentales valables de la moindre asthmogénicité de la natation. Le pouvoir asthmogène se définit comme la quantité de bronchospasme induit par l'exercice selon une activité donnée. [31]

De nombreux mécanismes sont en faveur du caractère protecteur de la pratique de la nage contre l'hyperréactivité bronchique. En effet, certaines expériences montrent que c'est en partie en raison de l'humidité de l'air inspiré qui réduit la perte de chaleur respiratoire. La position horizontale et l'immersion du corps dans l'eau sont 2 critères dont l'impact a été testé sur la bronchoconstriction mais leurs résultats ne sont pas concluants.

Dans l'ensemble, la natation peut être une activité bénéfique pour les personnes atteintes d'asthme, mais une approche prudente et la consultation d'un professionnel de la santé sont recommandées pour s'assurer que l'activité est pratiquée en toute sécurité et qu'elle contribue à la gestion de l'asthme.

²¹ https://www.guide-piscine.fr/apprendre-nager-enfant/les-avantages-de-la-natation-pour-l-enfant-2783_A

²² https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=1BH331bWIUC&oi=fnd&pg=PA127&dq=natation+et+fonction+respiratoire&ots=1D8zpD81rD&sig=KcMHv7BmFuZNdFcWF4mAZTHp2Ec&redir_esc=y#v=onepage&q=natation%20et%20fonction%20respiratoire&f=false

1.5 Utilité de la revue dans la pratique de la kinésithérapie

Cette revue s'ajoute aux autres en complément des données actuelles déjà curieusement étudiées. L'asthme est une maladie respiratoire chronique touchant la population mondiale et qui nécessite des soins à long terme. Les traitements actuels sont essentiellement pharmacologiques. Le masseur-kinésithérapeute joue souvent un rôle lorsque les affections respiratoires atteignent un stade avancé nécessitant une prise en charge liée au désencombrement et à l'apprentissage tardif d'un schéma respiratoire adapté et en harmonie avec la pathologie. L'utilisation continue des aérosols, d'oxygène et d'autres ventilations invasives ou non-invasives déconditionnent le patient à respirer par lui-même. Or, pour l'asthme, même s'il est contrôlé par une éducation thérapeutique à l'utilisation d'un bronchodilatateur, l'activité physique et sa mise en place progressive dans des conditions adaptées à la pathologie n'est pas au centre des objectifs.

Cette revue permet de répondre à l'hypothèse de la natation comme intervention efficace dans l'amélioration de la fonction respiratoire chez les enfants asthmatiques.

1.6 Objectifs de cette revue de littérature

L'objectif de cette revue est de mettre en avant l'intérêt et l'importance de la thérapie aquatique, notamment la natation, dans le traitement d'affections respiratoires. En effet, la littérature encourage la thérapie aquatique pour les pathologies touchant les articulations et les muscles dans la majorité des cas, l'équilibre, la remise en charge et la coordination semble être au cœur de la rééducation en balnéothérapie. Néanmoins, les propriétés uniques de l'eau et ses bienfaits peuvent être élargis à d'autres façons de traiter les patients.

Les revues existantes ne sont pas spécifiques à la natation et manquent de précisions.

Il a été observé pendant les recherches un manque d'études françaises, ce travail permettrait d'apporter quelques connaissances en plus sur le sujet aux kinésithérapeutes intéressés.

Sur la base du modèle PICO, le choix de la problématique s'appuie sur une volonté de trouver des preuves en faveur de la natation comme stratégie thérapeutique complémentaire. Une prise en charge précoce, de la population infantine, permettrait de diminuer le risque de complications respiratoires et restrictions de mobilité à l'âge adulte. La natation est une activité amenant des bienfaits physiques, psychiques et physiologiques par ses propriétés hydrodynamiques, son impact positif sur le moral et le développement musculaire qui s'en suit. Les critères de jugement choisis permettent d'observer facilement l'évolution de la fonction respiratoire dans le temps avec des mesures journalières par le DEP et mensuelles par le VEMS et la CVF ainsi que d'évaluer les effets de cette pratique sur le contrôle de l'asthme, la qualité de vie et la sévérité de l'affection. La synthèse des résultats vise à mettre en œuvre des recommandations pour les professionnels de santé dans l'utilisation de la natation comme adjuvant thérapeutique dans la prise en charge de l'asthme pédiatrique.

2 Méthode

Cette revue de littérature traitera d'une question de recherche thérapeutique et contient une méta-analyse. Le but de cette revue est de chercher si la natation est une intervention efficace pour améliorer la fonction respiratoire et la qualité de vie chez les enfants atteints d'asthme.

Les lignes directrices **PRISMA** [32] de 2020 sont suivies pour la rédaction de cette revue de littérature (**Annexe 3**)

La recherche et la construction de la question de recherche ont été réalisées sur Microsoft Word ainsi que la récolte des informations utiles à la rédaction des différentes parties constituant la revue.

2.1 Critères d'éligibilité

Étant donnée la nature **thérapeutique** de la question de recherche de la revue, le schéma d'étude idéal à analyser pour une rédaction optimale et respectueuse du protocole est l'essai clinique randomisé.

2.2 Critères d'inclusion

Les études incluses sont les suivantes :

- Des essais cliniques randomisés
- Les études rédigées en anglais, français et/ou russe pour que celles-ci soient comprises par l'auteur
- Les études incluant des enfants âgés de moins de 18 ans
- Les études incluant des enfants atteints d'asthme et pas d'autres pathologies
- Les études incluant la natation comme intervention thérapeutique
- Les études étudiant des données spirométriques suivantes comme critère de jugement : Le volume expiratoire maximal seconde, VEMS (Forced expiratory volume in 1 seconde, FEV1), la capacité vitale forcée, CVF (Forced vital capacity, FVC) et le débit expiratoire de pointe (DEP) mesuré par PeakFlow (PEF)
- Les études incluant des questionnaires sur la qualité de vie des enfants et/ou des données sur leur absentéisme à l'école, la gravité des symptômes, leur état de bien être, ...

2.3 Critères d'exclusion

- Les études incluant des adultes âgés de plus de 18 ans
- Les études dont la date de publication est antérieure à 1990
- Les revues de littérature et méta-analyses
- Les études cas-témoins
- Les études dont les enfants sont inaptes à répondre au traitement
- Les études dont la langue n'est ni le français, ni l'anglais
- Des revues systématiques et études longitudinales

2.4 Méthode de recherche des études :

Les recherches des articles s'effectuent sur la base de données PubMed ainsi que Cochrane Library et Google Scholar. Les articles gardés pour l'analyse qui s'en suit sont issus de ces 3 bases de données.

Les Mesh terms sont écrits en anglais et en français dans l'équation de recherche. En effet, ces 2 langues sont lues et comprises par l'auteur. Les sites Hetop pour la recherche des synonymes et le site DeePL pour la traduction anglaise/française ont été utiles à la structuration de l'équation de recherche.

Le modèle PICO est utilisé afin de rédiger une équation de recherche respectueuse de la problématique posée, par le biais des opérateurs booléens OR et AND.

Les éléments choisis pour décrire la **population** sont :
(Children aged under 18) OR (Children with asthma) OR (Asthmatic children))

Les éléments choisis pour décrire l'**intervention** sont :
(Swimming) OR (Natation) OR (Water exercise) OR(Swim) OR (Aquatic training) OR (Swimming training) OR (Swimming intervention)

Le **comparateur** idéal serait le traitement standard de l'asthme.

Les **critères de jugement** sont définis par :
((Respiratory capacity) OR (Vital capacity) OR (Respiratory system) OR (Pulmonary capacity) OR (Airway system) OR (spirometric parameters) OR (lung function) OR (asthma control) OR (PFTs))

Ainsi, l'équation de recherche finale est la suivante :

((Children aged under 18) OR (Children with asthma) OR (Asthmatic children)) AND
((Swimming)OR(Natation) OR (Water exercise) OR(Swim) OR (Aquatic training) AND
(Swimming training) OR (Swimming intervention)) AND ((Respiratory capacity) OR (Vital capacity) OR
(Respiratory system) OR (Pulmonary capacity) OR (Airway system) OR (spirometric parameters) OR (lung
function) OR (asthma control) OR (PFTs))

2.5 Méthode de sélection des études

Afin de sélectionner les études, trouvées grâce à l'équation de recherche, il est nécessaire d'organiser les résultats en fonction de plusieurs critères dans un ordre spécifique.

Tout d'abord, parmi les résultats trouvés sur Pubmed, Cochrane Library et Google scholar, la lecture seule des **titres** a permis d'exclure les doublons, les études ne traitant pas des enfants asthmatiques, les études rédigées en une autre langue que le français ou l'anglais, ainsi que les articles ne traitant pas de la natation.

Après cette première sélection, la lecture des **résumés** permettra d'exclure les études n'utilisant pas les données spirométriques choisies dans les critères d'inclusion, les études n'ayant pas de groupe contrôle et les études ne traitant pas d'essais randomisés.

Enfin, après lecture complète des textes, ne sont retenus, pour l'analyse, que les 5 articles traitant du sujet dont tous les critères d'inclusion sont présents.

Il s'agit donc des 5 articles suivants : **Carew et al. 2017**[33], **Varray et al. 1995**[34], **Weisgerber et al. 2003**[31],**Wang et al. 2009** [35] et **Wicher et al. 2010** [36].

Grâce à Mendeley, les articles ont été triés et classés dans des dossiers permettant une facilité d'accès et de citation sur le document final de rédaction.

Dans la partie traitant les résultats se trouvera un digramme de flux résumant toutes ces étapes de recherche et de sélection des articles répondant à la problématique posée par cette revue de littérature.

2.6 Méthode d'extraction et d'analyse des données

D'une part, les données descriptives de chacune des études sélectionnées, seront extraites puis classées dans un tableau récapitulatif, afin d'avoir une vision d'ensemble. Les données seront les suivantes :

- Le nom des auteurs
- La date de publication, le pays et le schéma d'étude
- La Population : Effectif et caractéristiques, proportion filles/garçons et moyenne d'âge
- La description de l'Intervention (durée du protocole, fréquence des entraînements)
- Les critères de jugement
- Critères d'inclusion et d'exclusion des sujets dans l'étude
- Traitement de fond et sévérité de l'asthme
- La discussion/limitations de l'étude

D'autre part, dans la partie **Résultats**, on retrouvera 3 tableaux rassemblant les résultats extraits des articles inclus. On retrouvera dans ce tableau les données suivantes :

- Le nom des auteurs
- L'année de publication
- Les moyennes et écart type, l'intervalle de confiance à 95%, la taille d'effet et valeur p de la CVF, du VEMS et du DEP dans chacun des tableaux, avant et après intervention par groupe expérimental et contrôle.

Enfin, les résultats de la qualité de vie seront rédigés de manière narrative.

L'analyse qualitative permet d'évaluer le risque de biais des études incluses grâce à l'échelle PEDro. Pour chacun des articles, le risque de biais sera évalué et rédigé sous forme d'un tableau, désignant par une croix si l'item est présent et un vide s'il n'est pas présent, et ce pour chacun des items de l'échelle. Une description des biais présents sera présentée sous le tableau.

L'échelle PEDro est couramment utilisée pour évaluer la qualité des essais cliniques. Elle comporte 10 éléments, notés comme étant présents (X) ou absents et une note sur 10 est obtenue en additionnant les éléments.[37] (**Annexe 4**)

L'analyse quantitative permet d'évaluer les résultats. Ceux-ci seront évalués grâce à des données statistiques adaptées au type de problématique posé. Cette analyse est possible lorsqu'on a à disposition : les moyennes et écart-type, l'intervalle de confiance à 95%, la taille d'effet, la valeur du MCID (lorsqu'il existe) et la valeur p. Ainsi, **Le t de Student** sera utilisé pour le calcul des résultats selon les données disponibles en intergroupe car il est approprié aux données qui suivent une distribution normale et que les échantillons de population sont de taille suffisamment petite. Pour que le niveau de preuve des résultats soit élevé il faut une grande quantité d'essais randomisés.

Afin de classer ces derniers et de faciliter la lecture, la compréhension et la comparaison rapide, on calculera sur la base des moyennes et écarts-type, l'intervalle de confiance à 95% et la taille d'effet de chaque critère de jugement pour chaque étude. La variable qui sera étudiée dans tous les articles est le pourcentage prédit de diminution ou augmentation de la CVF, du VEMS et du DEP. En effet, les valeurs en pourcentage sont plus intéressantes que des données ordinales car l'objectif est de savoir s'il y a une amélioration ou pas des fonctions pulmonaires, ainsi le pourcentage est le plus adapté.

Les valeurs statistiques renseignées avec un **p < 0,05** seront considérées comme statistiquement significatives. A l'inverse celles qui sont renseignées avec un **p > 0,05** seront considérées non statistiquement significatives.

Les valeurs ayant une taille d'effet positive et un intervalle de confiance à 95% de petite taille et ne croisant pas la valeur nulle seront considérées comme cliniquement significatives. Enfin, lorsque la taille d'effet et la borne minimale de l'intervalle de confiance seront supérieures au MCID correspondant, les résultats seront considérés comme cliniquement significatifs.

Les critères de jugement principaux seront la **CVF**, le **VEMS** et le **DEP mesurés en pourcentage prédits**. Les résultats seront présentés sous forme de Forest plot car les données recueillies nous le permettent. Le critère de jugement secondaire sera la qualité de vie. Il sera présenté de manière narrative puisqu'il n'y a pas de données en pourcentage éligibles à faire une méta-analyse.

Enfin, l'évaluation de cette revue de littérature se fera grâce au **système GRADE**²³(Grading of Recommendation Assessment, Development and Valuation) et le risque de biais potentiel par l'échelle **AMSTAR-2**. Dans le cas d'une question thérapeutique, on peut dire que le traitement n'a soit pas d'effet, soit un effet positif soit un effet négatif. Le système grade a une hiérarchisation ordinaire du niveau de preuves, classé en 4 niveaux : très faible, faible, modéré et élevé (1,2,3 et 4). Les essais cliniques randomisés ont un niveau de preuve élevé de grade 4.

Selon le groupe GRADE, les **cinq facteurs** susceptibles de **diminuer** le niveau de preuve sont : le risque de biais, l'imprécision des résultats (si l'intervalle de confiance est trop large, le niveau de preuve diminue), le caractère indirect, l'hétérogénéité et le biais de publication. Lorsque le risque est sérieux, on soustrait 1 point à la note de base. Lorsque le risque est très sérieux, on enlève 2 points de la note, lorsqu'il est sérieux, on enlève 1 point de la note.

Ainsi, lors de l'auto-évaluation du niveau de preuve des articles composant cette revue, on se basera sur l'analyse approfondie de ces cinq facteurs.

L'échelle **AMSTAR-2** (Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews 2) permet d'évaluer la qualité méthodologique de la revue de littérature en se basant sur 16 items clés, pour lesquels on attribue une appréciation parmi « **oui** », « **oui partiel** », « **non** », ou « **non applicable** ». Le score peut être personnalisé en attribuant un nombre de points au choix pour chaque item. Le score final est fonction du respect des critères. Elle met en avant les principaux biais et limitations de la revue.

²³ <https://www.gradeworkinggroup.org/>

3 Résultats

3.1 Description des études incluses

La sélection des études incluses, faite le 15 décembre 2023, est détaillée par le diagramme de flux. Grâce à l'équation de recherche on trouve **102** résultats sur PubMed, Cochrane Library et Google scholar réunis. Parmi ces 102 résultats, après lecture successive des titres, des abstracts et puis des textes intégraux, seuls **5** articles sont retenus. En effet, de nombreux éléments ont permis de les exclure régulièrement et successivement notamment : les langues autres que l'anglais et le français, les doublons, des études traitant d'adultes asthmatiques, les études n'incluant pas la natation comme intervention, les études dont la date de publication est inférieure à 1991, les études systématiques ou encore les études n'ayant pas de randomisation des patients.

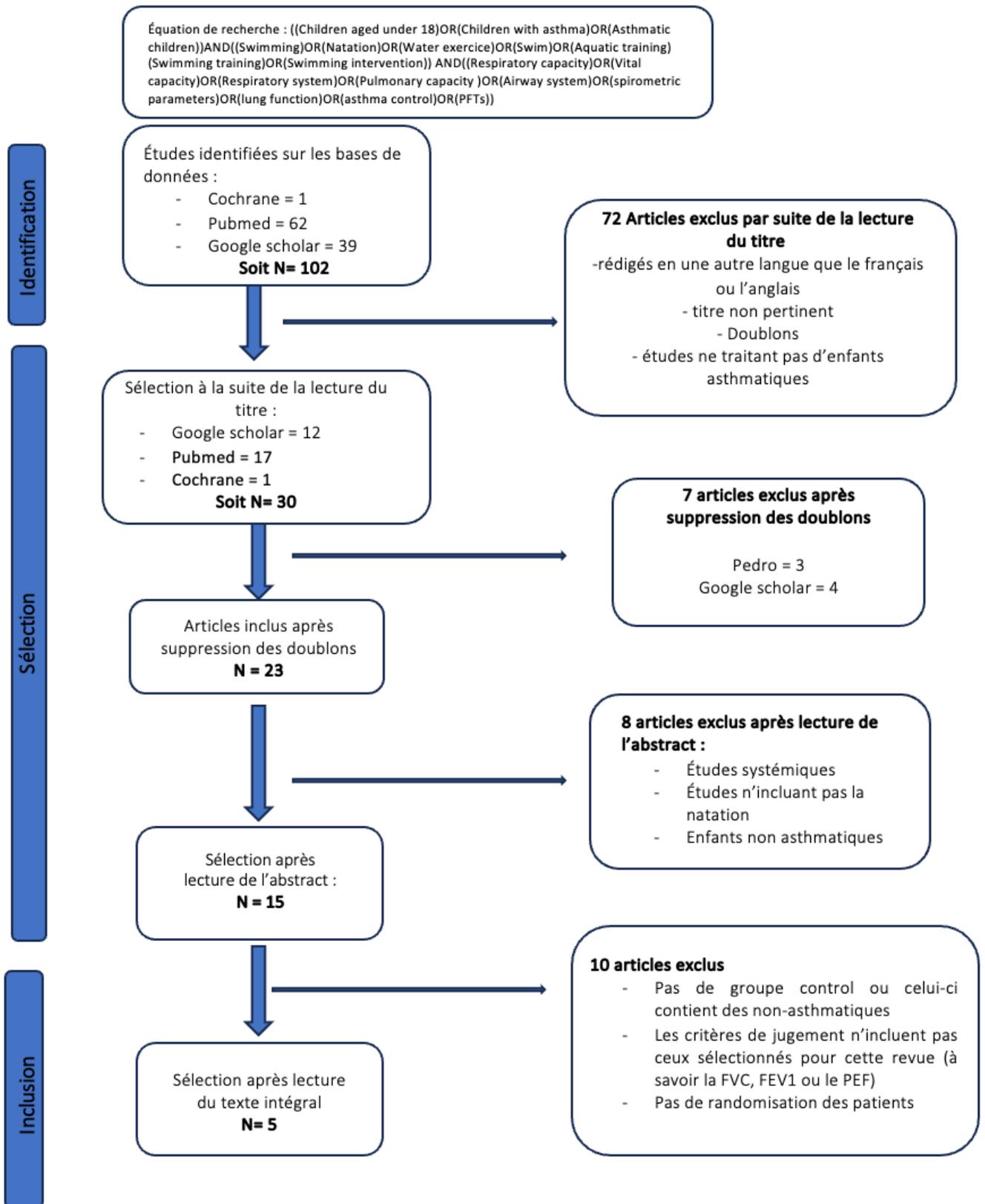


Figure 12. Diagramme de Flux

Par ailleurs, voici les caractéristiques des études incluses qui seront résumées dans un tableau afin de faciliter leur lecture rapide et concise.

Tout d'abord, les 5 articles choisis, qu'on nommera par la suite dans l'ordre de 1 à 5 dans le tableau : **Article 1 Carew et al. 2017[33]**, **Article 2 Wang et al. 2009 [35]**, **Article 3 Wicher et al. 2010 [36]**, **Article 4 Weisgerber et al. 2003[31]**, et **Article 5 Varray et al. 1995[34]**, afin de faciliter leur repérage dans la description narrative. Ils sont rédigés en anglais et dont les dates de publication sont situées entre 1991 à 2023. Les patients sélectionnés proviennent de différents pays notamment : la France, les États-Unis, le Brésil, Taiwan et l'Irlande. Ainsi, les études viennent de 5 pays différents.

Tous les articles suivent un schéma d'étude d'essais contrôlé randomisé.

Population :

Les articles sélectionnés rassemblent **138 patients au total** âgés en moyenne de **11,08 ans**. Chacune des études regroupent, respectivement, une moyenne d'âge **12,9 ans (+/- 2,2)**, **9,5 ans**, **12 ans**, **10,35 (±3.13)** et **10,5 ans**.

Parmi ces 5 articles, on compte, au total, **64 patientes** de sexe féminin et **74 patients** de sexe masculin, soit environ **46,4% de filles** et **53,6% de garçons**. Ces 5 articles respectent les critères d'inclusions et d'exclusions décrits dans le paragraphe de la méthode.

Intervention :

Les enfants inclus dans l'étude suivent des entraînements de natation. Pour certaines études, en fonction de leur niveau qui a été évalué au préalable par des entraîneurs certifiés, ils seront répartis dans des sous-groupes. Ces derniers feront l'expérience de séances plus ou moins intenses. La durée de l'intervention varie de 6 semaines (**1,2 et 4**) à 3 mois (**3 et 5**). La fréquence hebdomadaire varie de 1 fois à 3 fois par semaine avec des séances allant de 40 minutes à 60 minutes. Les entraînements seront détaillés dans le tableau récapitulatif de la description des études.

Seul un article inclut également des entraînements de football et de basket comme comparatif en plus, mais ces derniers résultats ne seront pas étudiés dans cette revue.

Critère de jugement :

Cette revue s'intéresse à l'amélioration de la fonction respiratoire chez les enfants asthmatiques à la suite d'entraînements de natation. Ainsi, les critères de jugement principaux utilisés se basent sur les mesures récupérées après la spirométrie et le débitmètre de pointe. Tous les articles n'utilisent pas exactement les mêmes mesures. En effet, les mesures spirométriques telles que la CVF et le VEMS sont retrouvées dans tous les articles tandis que les mesures du débit expiratoire de pointe (DEP) ne sont prises que dans 3 articles (Carew et al. 2017[33], Wang et al. 2009 [35] et Weisgerber et al. 2003[31])

Le critère de jugement secondaire correspond à la qualité de vie décrite par la retranscription des symptômes avant et après l'intervention par les enfants et leurs parents. En outre, il n'est pas évalué par tous les articles et pas de la même manière. Il sera pris en compte dans les résultats puis discuté pour les articles concernés. (Carew et al. 2017[33], Wang et al. 2009 [35] et Weisgerber et al. 2003[31])

Les données spirométriques sont sélectionnées sur la base des critères **ATS** (American Thoracic Society). Il s'agit d'un comité concerné par la grande variabilité dans les rapports des épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) et souhaitant développer des mesures standardisées afin d'améliorer la compréhension, l'interprétation et la communication précise des résultats finaux ainsi que de mettre à jour les sources de référence et proposer un système de notation de qualité standardisée.[38]

AUTEURS	PAYS/ DATE/ SCHÉMA D'ÉTUDE	POPULATION	INTERVENTION	COMPARATE UR	OUTCOME/ CRITERES DE JUGEMENT	CRITERES D'INCLUSION	TRAITEMENT/ SEVERITÉ DE L'ASTHME	DISCUSSION/LIMITATIONS	
CAREW AND COX (1)[33]	IRELANDE 2017 ECR	N= 21 →EG=9 (5G /4F) →CG=12 (4G/8F) Taille(cm) : 161.5 ±13.2 Poids(kg) : 57.0 ±14.6	Moyenne d'âge 9-16ans (12,9+/- 2,2) Répartition Filles/garçons et % d'hommes 9 G 12 F Hommes : 42 %	1 Groupe control sans entraînement de natation	6 semaines 1xsemaine, 40 minutes 4 étapes : - Échauffement dynamique - Travail de la vitesse - Jeux/exercices de renforcement - Retour au calme Piscine intérieure Pas de prise de données spécifiques La dépense énergétique estimée a été calculée à l'aide de la méthode de l'équivalent métabolique de la tâche (MET)	FVC : avant et après interventio n FEV1 : avant et après interventio n PEF : 2 fois par jour Qualité de vie : Les enfants tiennent un journal de bord	Inclusion : → Asthme faible à modéré → Asthme diagnostiqué par le médecin traitant	Asthme léger ou modéré TRT Non spécifié	Discussion : →La natation est la meilleure forme d'activité pour améliorer les résultats du Peakflow chez les enfants asthmatiques MAIS tous les sports l'améliorent aussi, donc on ne sait pas si les résultats sont vraiment pertinents →Moins de bronchoconstriction
WANG AND HUNG (2)[35]	TAIWAN 2009 ECR	N=30 →EG=15 (10G/5F) →CG=15 (10G/5F) Taille(cm) : 138 cm (95% CI: 134– 142) Poids(kg) : 39 kg (95% CI: 35–43).	7-12 (9,5 ans) 95% CI: 9–11 20G 10F Hommes : 66%	1 groupe control sans entraînement de natation	6 semaines 3xsemaine, 50minutes Sous supervision 3 étapes : - 10min d'échauffement+ exos respiratoires - 30min nage - 10min retour au calme + exos respiratoires Piscine extérieure non chlorée Adapté aux niveau débutant (battements) ou avancés (nage libre et brasse) et à 65% de la FCmax	PFT : FVC, FEV1, Avant et après interventio n PEF + Gravité des symptômes de l'asthme rapportés par les enfants et les parents : tous les jours	Non-dit	Traitement de fond inchangé mais non précisé: « <i>Regular treatment for asthma according to guidelines,was continued unchanged for the duration of the study.</i> »	Discussion : Les données suggèrent qu'un programme de natation pour les enfants asthmatiques peut améliorer les paramètres de la maladie (DEP et gravité de l'asthme), mais pas les paramètres des EFR →L'humidité de l'air est moins broncho-constricteur →Meilleur échange gazeux et efficacité ventilatoire en position allongée →Pression hydrostatique plus élevée sur le thorax afin de réduire l'effort et le travail expiratoire →L'activité physique a une action de prévention ou modification de l'inflammation des voies respiratoires[39]

										Limites : Courte période d'intervention Nombre faible de participants
WICHER ET RIBEIRO (3)[36]	BRESIL 2010 ECR	N=61 →EG=30(12G/18F) →CG=31(15G/16F) Taille(cm) : EG : 142,17±17,25 CG : 145,79±15,07 Poids(kg): EG: 49,9±19,25 CG: 39,02±11,34	6-18 ans (10.35±3.13)	27 G 34F Hommes : 44%	3 mois, 2x semaine, 60min Étapes : - 15min d'échauffement hors de l'eau sur des tapis 2 groupes de niveau : Niveau 1 : n=26 - Adaptation au milieu aquatique, respiration en immersion totale, flottaison/marquage sur l'eau, déplacement sous l'eau et plongée élémentaire Niveau 2 : n=4 - Crawl et dos crawlé pour ceux qui maîtrisent le contrôle du corps dans l'eau	1 groupe control sans entraînement de natation	FEV1 FVC	Inclusion : →Histoire clinique de symptômes réversibles et récurrents d'obstruction des voies respiratoires →Des valeurs sériques d'Ig-E égales ou supérieures au 97,5ème percentile pour l'âge dans au moins un échantillon de sang →Des tests cutanés positifs pour au moins un antigène testé, →Des antécédents familiaux d'allergie	Traitement de fond inchangé durant le temps de l'étude : « <i>inhaled fluticasone (250 mcg twice a day) and rescue medication (200 mcg salbutamol every 6 hours) as needed</i> »	Discussion : →Diminution de l'hyper-réactivité bronchique → Moins de bronchospasmes induits par l'exercice que d'autres formes d'activité physique →Amélioration des paramètres spirométriques pour les 2 groupes Limites : Courte période d'intervention
WEISGEER BER (4)[31]	ETATS-UNIS 2003 ECR	N= 8 →SG 5 (3G/2F) →CG 3 (1G/2F) Taille(cm) : EG: 133.4 ±7.5 CG: 123 ±1 Poids(kg): EG: 35.8 ±6.76 CG: 25.7 ±4.62	7-14 ans (10,5 ans)	4G 4F Hommes : 50%	5 à 6 semaines, 2x semaine,45 minutes Nageurs débutants (n=3) : Ils apprennent les techniques de sécurité, le crawl, la flottaison et l'utilisation du gilet de sauvetage. Nageurs avancés (n=2) : ils apprennent la natation d'endurance, la respiration rotative, la nage sur le dos élémentaire, le bobbing et le treading. Entraîneur certifié	1 groupe control sans entraînement de natation	FVC FEV1 PEF Évolution des symptômes de l'asthme à l'aide d'un questionnaire.	Inclusion : →Asthme persistant modéré Exclusion : →Asthme sévère, l'asthme intermittent léger ou l'asthme persistant léger. →Autres comorbidités	Asthme persistant modéré TRT non spécifié	Discussion : → Humidité de l'air en faveur d'une réduction de perte de chaleur et une diminution de l'osmolarité du mucus →Flux sanguin central plus important en position allongée → Respiration plus lente et contrôlée sous l'eau → Amélioration des échanges gazeux et efficacité ventilatoire →Moins d'asthmogénicité →Diminution des symptômes de l'asthme →Amélioration du DEP Limites : Taille de l'échantillon trop faible Courte période d'intervention Faible fréquence et durée d'entraînements

										Niveau débutant pour la majorité des enfants
VARRAY ET AL (5)[34]	FRANCE 1995 ECR	N=18 →SG =9 (7G/2F) →CG= 9 (7G/2F) Taille(cm) : EG: 141.8 ±2.4 CG: 150.1±5.4 Poids (kg): EG :34.2 ±2.5 CG :41.8 ±3.8	9-12 ans (10,5 ans)	14G 4F Hommes : 25%	3 mois 2xsemaine, 60minutes Piscine intérieure Supervision par un prof de sport	1 groupe control sans entrainement de natation	FEV1 FVC	Inclusion : → Une histoire clinique d'eczéma, rhinite ou conjonctivite causée par un allergène connu et/ou des antécédents familiaux →Hypersensibilité cutanée à un ou plusieurs allergènes →Valeurs sériques d'IG-E déterminé par le PRIST, si valeurs sous la norme alors elles sont considérées comme anormales.	Sévérité et TRT non spécifié	Discussion : →Diminution de l'hyperventilation → Amélioration du schéma de respiration → Les effets de l'entraînement sont proportionnels à l'intensité de l'entraînement → Diminution de l'obstruction des bronches → Diminution de la dyspnée Limites : Taille de l'échantillon trop faible Courte période d'intervention

Figure 13. Tableau descriptif des caractéristiques anthropologiques de chacune des études incluses, basées sur le modèle PICO

3.2 Risques de Biais des études incluses

Un risque de biais est synonyme de validité interne. Elle fait référence à l'absence d'erreur dans l'expérience en vérifiant les relations de cause à effet entre la situation du test et le résultat de la recherche. Plus le risque de biais est faible, plus la validité interne est élevée.

L'échelle PEDro est utilisée afin d'évaluer le risque de biais de chacune des études incluses dans la revue. Elle est composée de 11 items et permet de déterminer si l'étude est menée selon les normes méthodologiques d'un essai clinique randomisé.

Le premier item n'est pas pris en compte dans le score final car il permet d'évaluer la validité externe. Il reflète si la relation de cause à effet trouvée entre les variables de l'expérience peut être extrapolée à des situations réelles, au-delà du cadre expérimental. Par ailleurs, tous les autres items concernent la validité interne, ce sont ceux qui nous intéressent dans l'analyse des biais. Elle représente les items 2 à 9. Les items 10 et 11 se basent sur les résultats statistiques.

Ainsi le total est noté sur 10. Le point est attribué que si le critère est clairement défini dans l'article. Lorsque celui-ci n'est pas précisé, le point n'est pas attribué.

Un tableau récapitulatif pour chacun des articles a été rédigé pour une meilleure compréhension.

	item 1	item 2	item 3	item 4	item 5	item 6	item 7	item 8	item 9	item 10	item 11	score total
Carew et al. 2017	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	9 points
Wang et al. 2009	X	X		X		X	X	X	X	X	X	8 points
Wicher et al. 2010	X	X		X		X	X	X	X	X	X	8 points
Weisgerber et al. 2003	X			X		X	X		X	X	X	6 points
Varray et al. 1991	X			X		X	X	X	X	X	X	7 points

Figure 14. Tableau de résultats après évaluation des articles avec l'échelle PEDro

Ainsi, la **moyenne des scores des 5 études est de 7,6/10, ce qui est bien au-dessus de la moyenne mais les biais ne sont pas négligeables pour autant.** Aucune étude n'a un score de 10/10, ce qui montre la présence de plusieurs biais dans la revue de littérature.

Quant à la validité externe, elle est exprimée par le mode de recrutement avec une précision des critères d'inclusion et d'exclusion des sujets pour déterminer l'éligibilité de la participation à l'essai. Tous les articles remplissent la condition.

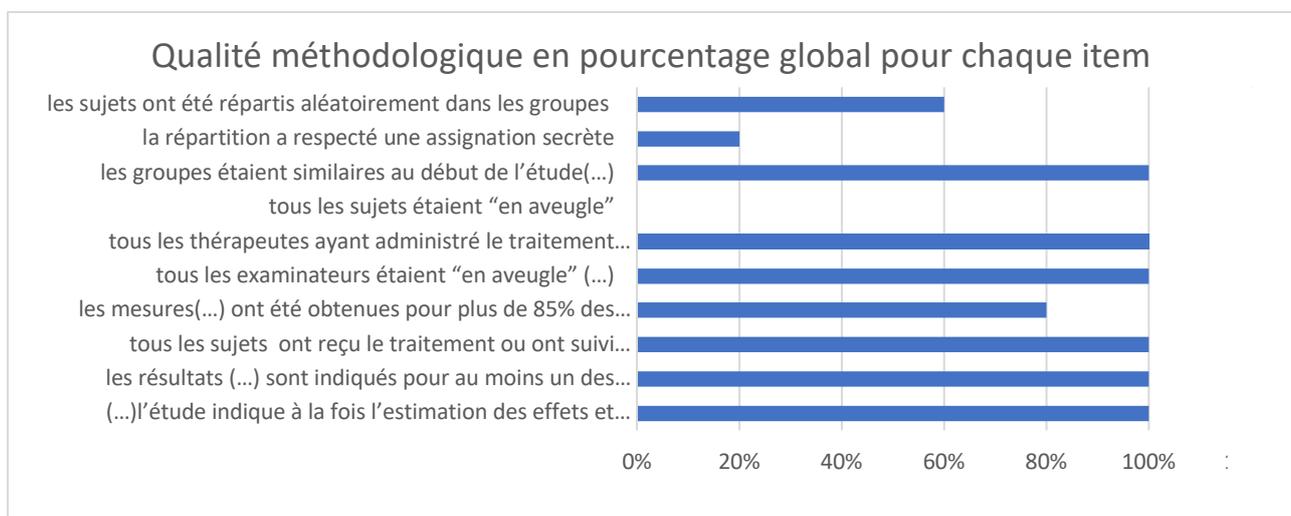


Figure 15. Graphique représentant, en pourcentage, la qualité méthodologique pour chaque item

Ainsi, les différents biais présents dans cette revue de littérature sont les suivants :

- Le Biais de **sélection** : il s'agit des **critères 2,3 et 4** de l'échelle PEDro. Tout d'abord, le critère 2, qui correspond à la répartition aléatoire dans les groupes, est respecté par 3 articles sur 5. Seul l'étude de **Carew et al. 2017**[33], a respecté une assignation secrète et enfin tous les articles ont des groupes similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants.
- Concernant le biais **d'évaluation**, il est déterminé par les **critères 5,6 et 7**. Les sujets ne pouvant être en aveugle car il est impossible de cacher la réalisation des entraînements de natation aux sujets, le critère 5 n'est respecté pour aucun des articles. Tandis que les critères 6 et 7, correspondant à la mise en aveugle des thérapeutes, à savoir les entraîneurs certifiés de natation et les examinateurs, qui relèvent les données suite aux EFR et DEP qui sont respectés par tous les articles.
- Le biais de **suivi**, décrit par le **critère 8** : Seule une étude ne présente pas ce critère (**Weisgerber et al. 2003**[31]). En effet, sur 26 enfants répartis initialement dans les groupes, 16 n'ont pas complété l'étude pour différentes raisons soit **61%**. Ce qui est inférieur à 85%. De plus parmi les 10 sujets restants, 2 sujets ont complété l'étude mais ont modifié leur traitement durant la période expérimentale, ils ont donc été exclus des analyses finales.
- Biais **d'attrition**, correspondant au **critère 9** : Il est absent pour les toutes études étant donné que tous les sujets ayant reçu le traitement ou l'intervention contrôle conformément à leur répartition initiale ont été examinés et leurs résultats ont été traités. Il n'y a pas eu de changement de traitement. Dès lors qu'il y avait des changements, les sujets étaient exclus de l'étude et leurs résultats n'étaient pas pris en compte car ces modifications pouvaient influencer les symptômes et les EFR.
- Biais **d'interprétation**, **critère 10 et 11** : Tous les articles remplissent les critères. Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour les critères principaux. Les estimations des effets et de leurs variabilités sont indiquées pour les critères essentiels.
- Biais de **confusion** : Il se retrouve lorsqu'une nouvelle variable s'introduit dans l'analyse de la relation entre l'intervention et la population. Étant donné que les biais de **sélection**, **d'évaluation** et de **suivi** semblent être présents en prédominance par rapport aux autres, il est possible que les résultats obtenus ne soient pas directement en lien avec les entraînements de natation suivis par les groupes expérimentaux. Ils seront à prendre en compte quant à l'analyse des résultats.

Par ailleurs, il existe d'autres biais présents dans ces articles notamment la diversité de la durée d'intervention, fréquence et intensité des entraînements de natation, de la répartition des filles et des garçons dans les groupes, et bien d'autres qui seront détaillés dans la partie discussion car ils ne sont pas pris en compte dans l'échelle PEDro.

3.3 Effet de l'intervention sur les critères de jugement

Nos critères de jugement principaux sont les résultats des épreuves fonctionnelles respiratoires et du débit expiratoire de pointe (DEP) avant et après intervention. En effet, les EFR permettent le diagnostic et le suivi des maladies respiratoires chroniques dont l'asthme. Le plus important est la spirométrie, elle inclue la VEMS et la CVF. Cet examen nécessitant des appareils spécifiques, ne peuvent être réalisés que sous la supervision de spécialistes. Quant au DEP, il permet d'apprécier le contrôle de l'asthme de manière quotidienne par le patient et d'adapter le traitement.

Le critère de jugement secondaire est la qualité de vie des sujets et les symptômes retranscrits par des journaux de bords à tenir le long de l'expérience ou des questionnaires donnés aux enfants et aux parents à remplir avant et après intervention. Ainsi, l'objectif est d'étudier l'effet de cette revue sur les critères de jugement prédéfinis précédemment.

3.3.1 Critères de jugement principaux : Spirométrie (VEMS et CVF) et Débit expiratoire de pointe (DEP)

Le but est de rechercher si les entraînements de natation permettent une amélioration de la fonction respiratoire chez les enfants asthmatiques. Ainsi, les épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR,) incluant la spirométrie, et le débit expiratoire de pointe (DEP) sont deux critères significatifs dans la recherche des variations de la qualité respiratoire chez les enfants asthmatiques.

Pour tous les articles, les résultats de l'étude sont présentés sous forme de tableau.

Ainsi, les 5 études choisies dans cette revue s'intéressent à la capacité vitale forcée (CVF) et au volume expiratoire moyen en 1 seconde (VEMS). Celles-ci sont relevées avant et après intervention grâce à la spirométrie. Ces mesures se basent sur les critères de l'*American Thoracic Society* (ATS) pour les études de **Carew et al. 2017**[33], **Wicher et al. 2010**[36], **Weisgerber et al. 2003**[31], **Wang et al. 2009**[35]. Concernant **Varray et al. 1995** [34], il n'y a pas eu de précisions. Les mesures du DEP sont présentes dans seulement 3 des articles : **Carew et al. 2017**[33], **Weisgerber et al. 2003**[31] et **Wang et al. 2009**[35].

Afin de mieux les analyser et les comparer, les résultats pour chacun des critères de jugement choisis précédemment sont rédigés dans 3 tableaux différents concernant la **CVF, VEMS et le DEP**. Relevés avant et après intervention, ils vont être présentés de la manière suivante : nombre de sujets, temps, critère de jugement choisi, la moyenne et l'écart type de ce dernier, taille d'effet et intervalle de confiance à 95% calculés après intervention.

Tout d'abord, les mesures de la **CVF** avant et après intervention dans chacun des groupes (expérimental et control) sont exprimés en moyenne et écart-type sous forme de pourcentage. Afin de savoir si le programme de natation apporte des améliorations du volume expiratoire en 1 seconde, il est nécessaire de calculer la taille d'effet avant et après intervention, avec un intervalle de confiance de 95%. La taille d'effet permet de mesurer la force de la relation statistique entre 2 variables et déterminer l'ampleur de l'effet de l'intervention.

Pour procéder au calcul, grâce au tableur réalisé par **Rob Herbert**, il nous faut les données suivantes : le nombre de sujets, la moyenne et l'écart-type du critère de jugement choisi et l'intervalle de confiance à 95% dans ce cas précis. (**Annexe 5**)

Le test t de Student est utilisé pour comparer les moyennes de deux groupes, dont les échantillons sont inférieurs à 30 participants, et évaluer les différences entre ces moyennes afin de voir si ces dernières sont statistiquement significatives.

Lorsque le pourcentage de la CVF augmente après l'intervention, cela devrait montrer une amélioration de ce critère et une efficacité de la natation sur ce dernier.

Auteurs	Nombre de sujets	Avant intervention		Après intervention		Taille d'effet	IC à 95%	p
		Expérimental	Control	Expérimental	Control			
Carew et al. 2017	21 EG = 9 CG = 12	101.0 ±10.5	96.5 ±12.4	104.4 ±10.3	96.5 ±9.9	7,9	(-1.39 ; 17.9)	p = 0.007
Wang et al. 2009	30 EG=15 CG=15	91 ±10	98 ±14	101± 9	101±13	0	(-8.36 ; 8.36)	?
Wicher et al. 2010	61 EG=30 CG=31	96.42±11.40	80.60±14.86	97.77±12.34	82.73±13.40	15,04	(8,43; 21,65)	0,524
Weisgerber et al. 2003	8 EG=5 CG=3	103 ±11.2	112 ±42	106.2 ±14.2	98 ±9.2	8,2	(-14,59;30,99)	p=0.03
Varray et al. 1995	18 EG=9 CG=9	/	/	102±3	98±3	4	(1 ;7)	p<0.05

Figure 16. Résultats de la Capacité vitale forcée (CVF) en % avant et après intervention dans le groupe expérimental et le groupe control.

Dans un second temps, nous analysons les résultats **intergroupes** de la VEMS après intervention dans les 5 études, de la même manière que la CVF. On récupère le nombre de sujets, le temps, la moyenne et l'écart-type de la VEMS et l'intervalle de confiance à 95% afin de calculer la taille d'effet pour chacune des études.

De même pour la **VEMS**, on cherche une amélioration entre la prise de données avant et après intervention.

Auteurs	Nombre de sujets	Avant intervention		Après intervention		Taille d'effet	IC à 95%	p
		Expérimental	Contrôle	Expérimental	Contrôle			
Carew et al. 2017	21 EG = 9 CG = 12	96.0±13.2	93.4±10.8	99.8±12.5	93.3±8.6	6,5	(-3,12 ;16,12)	p<0.05
Wang et al. 2009	30 EG=15 CG=15	92 ±8	102 ± 10	107±10	105±11	2	(-5,86 ;9,86)	p<0.05
Wicher et al. 2010	61 EG=30 CG=31	87.19±13.24	74.73±15.58	81.90±13.09	90.56±12.07	-8,66	(-15,11 ; -2,21)	p=0.862
Weisgerber et al. 2003	8 EG=5 CG=3	88±9	100±31	88,8±17,05	85±7	3,8	(-16,54 ; 24,14)	?
Varray et al. 1995	18 EG=9 CG=9	/	/	86±4	90±3	-4	(-7,53 ; -0,47)	P<0.05

Figure 17. Résultats du volume d'expiration moyen en 1 seconde (VEMS) en % avant et après intervention dans le groupe expérimental et le groupe control

Enfin, seulement 3 articles prennent en compte les mesures du débitmètre de pointe **Carew et al. 2017**[33], **Wang et al. 2009**[35] et **Weisgerber et al. 2003**[31].

Auteurs	Nombre de sujets	Avant intervention		Après intervention		Taille d'effet	IC à 95%	p
		Expérimental	Contrôle	Expérimental	Contrôle			
Carew et al. 2017	N=21 E=12 C=9	78.3±9.3	84.7±13.8	89.0±14.9	84.3±14.8	4,7	(-9,01 ; 18,41)	p = 0.04
Wang et al. 2009	N=30 E=15 C=15	97,6	89,6	132±31	100,8±31	31,2	(8,01 ; 54,39)	p< 0.01
Weisgerber et al. 2003	N=8 E=5 C=3	77±8.4	100±39	70.4±9,2	70.6±14.7	-0,2	(-20,45 ; 20,05)	p=0.09

Figure 18. Résultats du débit expiratoire de pointe (DEP) en % avant et après intervention dans le groupe expérimental et le groupe contrôle

Pour **Wang et al. 2009**[35], n'ayant les résultats de la DEP que sous forme de L/min, il a fallu les convertir en pourcentage afin d'avoir une mesure comparable entre les 3 articles. De ce fait, le calcul est le suivant : **100 x DEP mesurée / DEP de référence**. La DEP de référence, pour l'enfant, est dépendante de la taille uniquement. Ainsi la taille moyenne étant de 138cm, la DEP de référence correspond à 250 +/- 50 L/min. (Annexe 6)

Avec le recueil de toutes ces données, on peut les synthétiser sous forme de Forest plot en lien avec les critères de jugements principaux. Le Forest Plot permet de visualiser rapidement les résultats par étude avec une illustration sous forme d'une ligne centrale, qui représente l'estimation globale de l'effet, de carrés, dont la taille dépend du poids statistique de l'étude et de lignes horizontales qui représentent les intervalles de confiance. Plus elles sont éloignées, moins le résultat est pertinent. Le losange noir est l'estimation de l'effet combiné de toutes les études incluses.

La valeur positive indique une amélioration de la mesure spirométrique, à l'inverse, une valeur négative indique une diminution.

Rappelons que l'objectif était de voir si la natation améliore la fonction respiratoire, plus précisément une augmentation de la CVF, VEMS et la DEP. Les valeurs sont des pourcentages prédits calculées directement dans chacune des études sans précision du calcul utilisé.

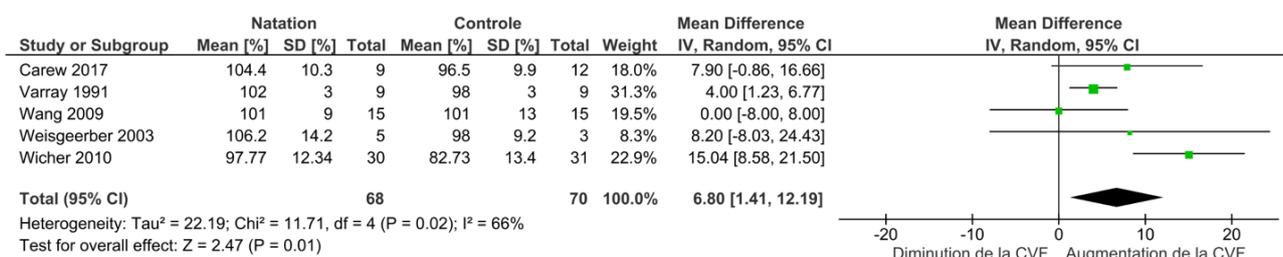


Figure 19. Forest plot : efficacité de la natation sur la CVF

Pour la **CVF**, le résultat final est une taille d'effet de **6,8** avec un intervalle de confiance à 95% de **(1,41 ; 12,19)**. L'hétérogénéité des résultats, représentée par le I2 vaut **66%**.

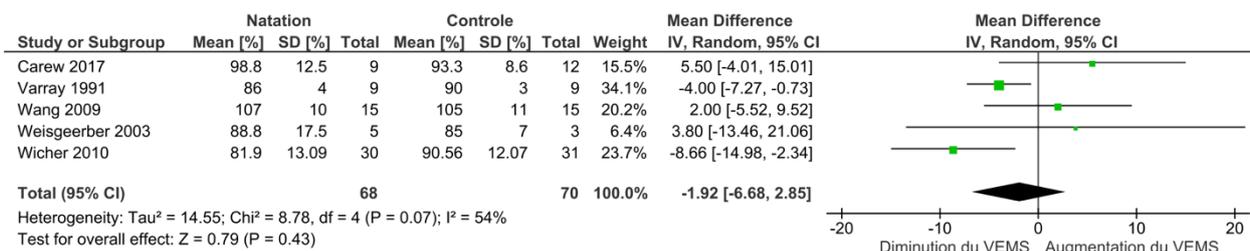


Figure 20. Forest plot : efficacité de la natation sur la VEMS

Pour le **VEMS**, les résultats indiquent une taille d'effet négative, égale à **-1,92** avec un intervalle de confiance (IC) à 95% de **(-6 ,68 ; 2,85)**. Il croise la valeur nulle. L'hétérogénéité des résultats est de **54%**.

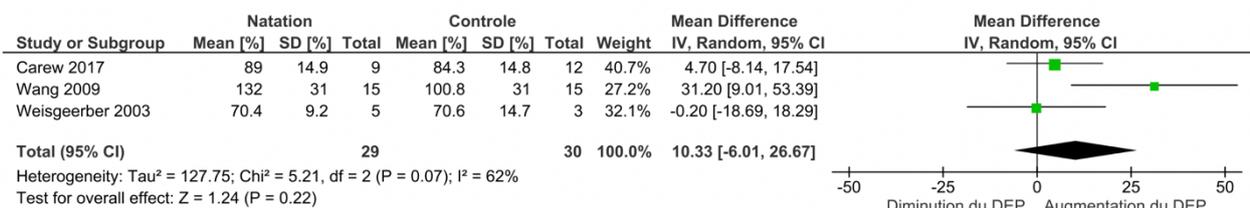


Figure 21. Forest plot : efficacité de la natation sur la DEP

Enfin, pour le **DEP**, avec seulement les résultats de 3 articles, la **taille d'effet** est de **10.33** avec un IC à 95% de **(-6,01 ; 26,67)**. L'hétérogénéité des résultats est de **62%**.

3.1.1 Critère de jugement secondaire : qualité de vie des enfants asthmatiques

Le choix de ce critère de jugement permet de voir s'il y a une corrélation entre les modifications objectives des mesures spirométriques et le ressenti subjectif des patients inclus dans l'étude. En effet, les articles récoltent les données du nombre de crises, d'exacerbations, d'hospitalisations, d'absentéismes à l'école, etc...en faisant remplir des questionnaires aux enfants et aux parents, car ces derniers sont mineurs, afin d'avoir des mesures de modifications, ou non, de la qualité de vie des sujets. Étant donné que les études n'utilisent pas les mêmes méthodes d'évaluation de ce critère, une méta-analyse n'est pas possible à réaliser. De ce fait, une description narrative est mise en place.

Seuls 3 articles prennent en compte ce critère de jugement. Pour **Carew et al. 2017**[33] et **Wang et al. 2009**[35], seules les données journalières subjectives des participants sont relevées. Elles permettent une appréciation qualitative du critère de jugement. Quant à **Weisgerber et al. 2003**[31], c'est le seul article à utiliser un questionnaire pour comparer un score avant et après l'étude afin d'avoir une appréciation quantitative des améliorations de la qualité de vie.

Pour **Carew et al. 2017**[33], il a été demandé au patient de tenir un journal dans lequel les mesures du DEP devaient être notées 2 fois par jour ainsi que leurs sentiments à l'égard de leur participation à l'étude, de

l'exercice, du contrôle de l'asthme, l'état général et le bien-être afin d'avoir une analyse qualitative de ces derniers.

Ainsi, **77%** du groupe expérimental signalent une **amélioration** de leurs **symptômes** tandis que le groupe contrôle fait part d'aucune amélioration. Tous les participants du groupe expérimental (**100%**) ont relevé une **amélioration** de leur **bien-être général** contre **9%** pour le groupe contrôle.

Cependant, aucun changement, augmentation ou diminution, dans la prise du traitement n'a été relevé.

Pour **Wang et al. 2009**[35], La même prise de données a été demandée aux patients, à savoir : prise du DEP et évaluation de la sévérité de l'asthme par les sujets et leurs parents quotidienne. La différence avec le précédent article est que sur la base du **National Heart, Lung and Blood Institute**, les parents et les enfants ont appris à classer la sévérité de l'asthme en plusieurs intensité : « léger intermittent, léger persistant, modérément persistant ou sévèrement persistant ». Suite à cette éducation, les données recueillies indiquent une **diminution de la sévérité** de l'asthme dans le groupe expérimental comparé au groupe contrôle. On constate aussi une diminution de la sévérité de l'asthme en intragroupe entre le début et la fin de l'intervention pour le groupe expérimental.

Pour **Weisgerber et al. 2003**[31], un questionnaire à remplir est mis en place pour générer des scores d'asthme. Les réponses aux 4 questions attribuaient une valeur numérique comprise entre 1 et 4. Un score total élevé était synonyme d'une gravité accrue des symptômes. Ce questionnaire est rempli avant et après l'intervention. De plus, après chaque entraînement de natation, les enfants et les parents se voyaient répondre à une question relative aux changements des symptômes perçus à court terme avec le choix entre : bien amélioré, légèrement amélioré, aucun changement, légèrement pire ou bien pire.

Ainsi, les résultats de la différence des symptômes avant et après l'étude ne sont pas statistiquement significatifs dans les moyennes par groupe. Néanmoins, **individuellement** les enfants présentaient une corrélation statistique **significative** dans la différence des symptômes de l'asthme avant et après l'étude (**p = 0,005**)

Table 3. Comparison of asthma symptoms before and after study period.

Subject no.	Group	Baseline data				Total score	After study period data				Total score
		Night cough	Daytime cough	Difficulty with activity	Rescue inhaler use		Night cough	Daytime cough	Difficulty with activity	Rescue inhaler use	
1	S	0-2 nights per month (1)	<1x/wk (1)	Only with hard play (2)	Only rarely (1)	5	0-2 nights per month (1)	<1x/wk (1)	Almost never (1)	<1x/wk (1)	4
2	S	>1 night per week (3)	>1x/wk but not every day (2)	Frequently (3)	1-2x almost every day (3)	11	0-2 nights per month (1)	Every day and mildly restricts activity (3)	Only with hard play (2)	<1x/wk (1)	7
3	S	>2x/month but <1x/wk (2)	>1x/wk but not every day (2)	Frequently (3)	1-2x /wk (2)	9	Most nights (4)	>1x/wk but not every day (2)	Frequently after playing (3)	<1x/wk (1)	10
4	S	Most nights (4)	>1x/wk but not every day (2)	Frequently (3)	1-2x /wk (2)	11	Most nights (4)	>1x/wk but not every day (2)	Frequently after playing (3)	1-2x/day (3)	12
5	S	Most nights (4)	Every day and mildly restricts activity (3)	Frequently (3)	At least 3x every day (4)	14	Most nights (4)	Every day and mildly restricts activity (3)	Frequently after playing (3)	1-2x/day (3)	13
Mean	S					10					9.2
SD	S					3.32					3.7
1	C	0-2 nights per month (1)	>1x/wk but not every day (2)	Almost never (1)	<1x/wk (1)	5	>1x/wk (3)	>1x/wk But not every day (2)	With only hard play (2)	<1x/wk (1)	8
2	C	0-2 nights per month (1)	Every day and mildly restricts activity (3)	Only with hard play (2)	1-2x almost every day (3)	9	Most nights (4)	<1x/wk (1)	With only hard play (2)	1-2x/wk (2)	9
3	C	Most nights (4)	Every day and mildly restricts activity (3)	Frequently (3)	1-2x almost every day (3)	13	>1x/wk (3)	>1x/wk but not every day (2)	Every day and mildly restricts activity (3)	1-2x/wk (2)	10
Mean	C					9					9
SD	C					4					1

Abbreviations: S = swimming group; C = control group; total score = sum of the points assigned each answer on the symptom questionnaire, higher points indicate answer choices of higher severity of symptoms. Points assigned each answer listed in parenthesis.

Figure 22. Comparaison des symptômes liés à l'asthme avant et après intervention

Enfin, 3 études (**Carew et al. 2017**[33], **Varray et al. 1995**[34] et **Weisgerber et al. 2003**[31]) montrent qu'il n'y a pas de changement dans la prise de médicaments contre l'asthme dans le groupe expérimental et le groupe contrôle.

4 Discussion

4.1 Analyse des principaux résultats

Cette revue a pour objectif d'évaluer l'efficacité de la natation comme intervention sur trois critères de l'asthme, qui sont la Capacité Vitale Forcée, le Volume Expiratoire Moyen en 1 Seconde et le Débit Expiratoire de Pointe, dans l'amélioration des fonctions respiratoires chez les enfants asthmatiques. Les lignes directrices **PRISMA**[32](**Annexe 3**) sont suivies pour la rédaction de cette revue et de sa méta-analyse.

Les résultats semblent être en faveur de l'hypothèse théorique initialement formulée. En effet, on constate que la natation permet une **amélioration de la CVF**, des **symptômes**, de la **sévérité de l'asthme** et de **l'état de bien-être** généralisé. Concernant le DEP, les résultats tendent vers une amélioration observable qualitativement mais quantitativement pas assez significative par manque de données et un échantillon de participants trop faible. Enfin, les données disponibles et l'analyse des résultats ne permet pas de conclure une amélioration du VEMS.

À l'inverse, une revue systématique de **Beggs et al. 2013**[40], comparant les effets de la pratique de la **natation** avec les soins habituels, à une activité physique autre que la natation ou aucune activité chez les enfants asthmatiques âgés de moins de 18 ans, montre une **amélioration significative** de la **VEMS** mais pas de la CVF.

Dans le cas d'une récente revue systématique de **Wanrooij et al. 2014**, une intervention basée sur **l'exercice physique** en général ne montre **pas d'amélioration significative** de la CVF, VEMS et PEF chez les enfants asthmatiques[41]. Ces études étant des revues systématiques et ne faisant pas partie des critères d'inclusion de cette revue de littérature, sont utilisées à titre comparatif.

De plus, une récente **étude prospective longitudinale** de **Font-Ribera et al. 2011** [42] a montré une **amélioration de la CVF et VEMS** chez des enfants asthmatiques allant de la naissance à 10 ans. Ces résultats montrent l'importance de connaître les capacités de base en natation des enfants et de la présence d'un entraîneur certifié et qualifié qui affecte la manière dont les sujets exécuteront les entraînements de natation. En effet, les études choisies ont développé des entraînements ne s'étalant que sur 6 à 12 semaines (3 mois) avec une fréquence allant de 1 à maximum 3 fois par semaine. Les enfants ne sont pas pris en charge individuellement alors qu'il aurait été intéressant d'adapter **l'intensité** de l'exercice à chacun des seuils ventilatoires des patients. L'intensité étant considérée comme un facteur important dans la réussite de l'intervention basée sur l'exercice physique par **Wanrooij et al. 2014**[41]

Ainsi, grâce à l'extraction et la comparaison des résultats des études nous pouvons étudier les limites de notre revue en identifiant les risques de biais, en s'appuyant sur l'échelle PEDro, mais aussi de nouveaux biais découverts à la suite de la lecture des articles individuellement, et la qualité de preuve à l'aide du système **GRADE** et de l'échelle **AMSTAR-2**.

4.1.1 Analyse des risques de biais

Il est important d'analyser les risques de biais et les limitations des articles choisis. L'échelle PeDro a permis de mettre en évidence la prédominance des biais suivants : **sélection, évaluation, suivi et confusion**.

Rappelons que le score total sur l'échelle PeDro est de **7,6/10**, soit **2,6** points au-dessus de la moyenne, ce qui tend vers un **risque de biais faible**.

Cependant, le biais de **sélection** est **très faible (voire nul)** pour **Carew et al. 2017**[33], qui pour les items correspondants obtient la totalité des points. En effet, l'étude précise que les sujets sont répartis aléatoirement dans les groupes et que leur assignation était secrète (item 2 et 3). Le risque de biais est **faible** pour **Wang et al. 2009**[35] et **Wicher et al. 2010**[36] quant au manque de l'assignation secrète des sujets qui n'est pas précisée dans ces derniers. Et enfin, le risque de biais est **élevé** pour **Weisgerber et al. 2003**[31] et **Varray et al. 1995**[34] car il n'y a ni répartition aléatoire des sujets ni leur assignation secrète. Les caractéristiques des groupes au début de l'étude étaient équivalentes en ce qui concerne les indicateurs pronostiques susceptibles d'influencer les résultats de l'étude (item 4). Ce dernier est respecté par toutes les études.

Concernant le biais **d'évaluation**, le risque est **incertain** quant à la mise en aveugle des participants de l'étude, incluant les sujets, les thérapeutes et examinateurs. En effet, il est impossible de cacher le traitement aux sujets, à savoir les entraînements de natation. Donc le point du critère 5 n'est accordé à aucune des études. En effet, les entraîneurs certifiés de natation, lorsqu'ils sont présents, sont considérés comme des thérapeutes, puisqu'ils prodiguent des cours structurés de natation. Dans le cas de cette revue, seul l'étude de **Weisgerber et al. 2003** [31] a mis en place une supervision par un entraîneur certifié parmi les 5 études et une surveillance par un professeur de sport pour **Varray et al. 1995** [34]. Ces derniers ne sont pas au courant de l'inclusion des sujets dans leurs cours ce qui permet de ne pas biaiser leur prise en charge vis-à-vis des enfants présents faisant partie de l'étude. L'absence d'un professionnel de ce domaine dans les autres études augmente le risque de biais d'évaluation car la supervision du cours et surveillance des sujets est absente. Concernant les examinateurs, sont concernés les professionnels se chargeant de la prise de mesure des données spirométriques de chacun des sujets sans connaissance de leur appartenance au groupe expérimental ou au groupe contrôle. Les 2 articles qui utilisent un spiromètre KoKo (instrument de service de données pulmonaires) sont **Wang et al. 2009** [35] et **Weisgerber et al. 2003** [31] conformément aux critères de **l'ATS (American Thoracic Society)**[38]. Il n'y a pas de précision sur les appareils de spirométrie utilisés pour ces évaluations fonctionnelles respiratoires dans les 3 autres études (**Carew et al. 2017** [33], **Wicher et al. 2010** [36] et **Varray et al. 1995** [34]) ce qui renforce le biais d'évaluation.

Enfin, le risque de biais de **suivi** est **très faible**. Il correspond à l'évaluation de la qualité de la collecte des données dans une étude. Il examine si les mesures ont été obtenues pour au moins un des critères de jugement essentiels pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes de l'étude. Une étude ne remplit pas le critère. Il s'agit de **Weisgerber et al. 2003** [31]. En effet, sur les 26 enfants répartis au début dans les 2 groupes, 16 d'entre eux n'ont pas complété l'étude pour plusieurs raisons : 8 enfants n'ont pas pu être recontactés ; 2 enfants ont effectué les premières EFR mais n'ont pas été recontactés pour le suivi ; 1 enfant du groupe témoin a réalisé les EFR initiaux puis a été perdu de vue ; 1 enfant s'est retiré en raison d'un conflit avec un sport scolaire ; 3 enfants se sont retirés en raison de difficultés de déplacement ; 1 enfant a dû reporter ses cours de natation au-delà de la date butoir de l'étude. Parmi les 10 restants qui ont complété l'étude, 2 sujets faisant partie du groupe contrôle ont reçu des modifications dans leur traitement contre l'asthme ce qui a influencé les symptômes et les épreuves fonctionnelles respiratoires. Ils ont donc été exclus de l'analyse finale des données. Ainsi, les mesures sont obtenues pour seulement **38%** des sujets initialement répartis, mais 2 sujets ayant été exclus de l'analyse finale, il reste 30% de sujets pour lesquels les données sont traitées.

Enfin, pour les 3 derniers items, **9,10 et 11**, correspondants à la disponibilité des résultats pour tous les sujets ayant reçu le traitement ou l'intervention contrôle ; une indication, pour au moins un des critères de jugement essentiels, des résultats des comparaisons statistiques intergroupes ; et une estimation des effets et de la variabilité pour au moins un des critères de jugement essentiels, le point est attribué pour toutes les études

Ainsi, les études présentant un risque de biais **faible** sont **Carew et al. 2017 [33]**, **Wang et al. 2009 [35]** et **Wicher et al. 2010 [36]** ayant respectivement le score total de **9/10**, **8/10** et **8/10** à l'échelle PeDro. Tandis que **Varray et al. 1995 [34]** et **Weisgerber et al. 2003 [31]**, pour des scores respectifs de **7/10** et **6/10**, présentent un risque de biais **moyen**.

Néanmoins, d'autres biais sont à prendre en compte. Ces derniers sont mis en lumière après lecture approfondie de chacun des articles. On analysera les risques de biais en se basant sur le modèle PICO, ce qui facilitera leur extraction et compréhension.

4.1.2 Analyse de la Population

Au total, les 5 études rassemblent seulement **168** patients. Ils sont peu représentatifs de la population visée. En effet, les échantillons utilisés sont très faibles dans toutes les études allant de **8 (Weisgerber et al. 2003 [31])**, **18 (Varray et al. 1995 [34])**, **21 (Carew et al. 2017 [33])**, **31 (Wang et al. 2009 [35])** à **61 sujets (Wicher et al. 2010 [36])**. Étant donné que l'asthme touche 300 millions de personnes dans le monde, un échantillon plus grand aurait été plus significatif. Ainsi, il existe un risque de biais quant à la transposition des résultats sur la population réelle.

La répartition des filles et des garçons dans les groupes n'est pas toujours équilibrée mais elle est négligeable. La répartition des genres donne **46,4% de filles et 53,6% de garçons** au total. On peut voir une différence de **7,2%** en faveur des garçons. Une répartition équitable est uniquement retrouvée dans l'étude de **Weisgerber et al. 2003 [31]** : 4 filles et 4 garçons. De plus, d'après les informations relevées dans **l'introduction**, avant la puberté ce sont les garçons qui sont le plus touchés par l'asthme et cette tendance tend à s'inverser après la puberté. Cette information pourrait expliquer la légère différence de proportion. Par ailleurs, on retrouve une mixité dans la différence des pays dans lesquels sont menées les études. En effet, le Brésil, Taiwan, les États-Unis, la France et l'Irlande sont les pays concernés. Cette mixité est un avantage quant à la représentation de la population générale.

Les critères d'inclusion et d'exclusion sont quantitativement faibles. Les 4 articles précisant les critères d'inclusion sont : **Carew et al. 2017 [33]**, **Wicher et al. 2010 [36]**, **Weisgerber et al. 2003 [31]** et **Varray et al. 1995 [34]**. Deux d'entre eux citent des tests allergènes, histoire clinique familiale et prise de sang à la recherche d'Ig-E (**Varray et al. 1995 [34]** et **Wicher et al. 2010 [36]**) et **Weisgerber et al. 2003 [31]** décrit les critères d'exclusion comme étant : présence d'asthme sévère, persistant ou intermittent léger ou présence d'autres comorbidités.

4.1.3 Analyse de l'intervention

Les études peuvent présenter un biais de **préférence**. Il s'agit d'une préférence d'un traitement en particulier par les investigateurs ou la population ce qui peut influencer le mode de recrutement des patients ou encore l'analyse et l'interprétation des résultats. Concernant le biais de **performance**, il se produit lorsque les participants de l'étude sont au courant des soins ou de l'intervention thérapeutique qui leur est assigné ce qui peut modifier leur comportement, leur assiduité, leurs réponses aux questionnaires de qualité de vie ou leur auto-évaluation avec le débitmètre de pointe à la maison sans supervision par une personne faisant partie de

la conception de l'étude. La présence de ces 2 biais, précédemment décrits, dans les études choisies n'est pas négligeable dans l'analyse de l'intervention.

Le temps et le protocole d'entraînement correspondant à chaque intervention est différent. En effet, 3 études (**Carew et al. 2017** [33], **Wang et al. 2009** [35], **Weisgerber et al. 2003** [31]) ont une intervention sur 6 semaines tandis que 2 études (**Wicher et al. 2010** [36] et **Varray et al. 1995** [34]) ont un protocole d'intervention sur 3 mois. L'organisation des séances, leur durée journalière et leur fréquence hebdomadaire divergent. De plus, seuls 2 articles (**Wicher et al. 2010** [36] et **Weisgerber et al. 2003** [31]) répartissent les enfants dans des groupes de différents niveaux. Les protocoles n'étant pas individualisés, il se peut que les sujets n'aient pas les mêmes attentes vis-à-vis de l'entraînement et donc des résultats, de la motivation et de l'implication dans les entraînements qui soient inégaux. De plus, étant donné que ce sont des enfants, il peut y avoir un biais concernant l'exécution des exercices et leur assiduité en cours.

Le groupe contrôle est décrit comme ne recevant aucune intervention, mais il n'y a pas de certitude sur l'inexistence de potentielles activités sportives que les enfants pratiquent en dehors de l'école qui peuvent biaiser les résultats et les mesures spirométriques. En effet, un enfant est souvent très actif à cet âge et il n'est pas possible de lui interdire toutes dépenses énergétiques.

Le traitement de fond de l'asthme des sujets n'est pas le même dans chacune des études. Pour certains articles, **Wang et al. 2009** [35] et **Wicher et al. 2010** [36], il est écrit que le traitement ne diffère pas du traitement habituel. Pour **Wicher et al. 2010** [36] la posologie est précisée. Elle correspond à du « *fluticasone inhalé (250 µg deux fois par jour) et médicament de secours (200 µg de salbutamol toutes les 6 heures) si nécessaire.* »

Il se peut que le type de piscine puisse également influencer l'intervention et les résultats. En effet, sur les 5 études, 2 d'entre elles (**Carew et al. 2017** [33] et **Varray et al. 1995** [34]) précisent que la piscine est couverte. Néanmoins, il n'y a pas d'informations sur la présence et/ou quantité de chlore et la température de l'eau qui sont des facteurs exerçant une influence sur le corps et l'asthme. Pour **Wang et al. 2009** [35], la piscine est extérieure et non chlorée (26°C, 95% CI: 24–28). Il n'y a pas d'informations sur la taille de la piscine, si celle-ci est de 25 mètres de long ou de 50 mètres de long, soit Olympique.

Par ailleurs, un contact fréquent avec d'autres enfants atteints d'asthme a pu influencer l'observance du traitement de certains d'entre eux ou le contact avec des professionnels de santé a amélioré le contrôle de l'asthme et a permis d'acquérir de nouvelles connaissances à son sujet.

Quant aux données spirométriques des groupes expérimentaux et de contrôle, elles sont différentes avant le début de l'intervention en intergroupe. Ainsi, les données de départ n'étant pas les mêmes, les résultats après intervention peuvent être biaisés.

Il faut prendre en compte ces possibles biais dans l'analyse finale des résultats pour qu'elle se rapproche au plus de la pertinence. Par suite de cette analyse des biais et possibles limitations, nous verrons l'analyse des résultats de chacun critère de jugement.

4.1.4 Critères de jugement principaux

La méta-analyse des 5 études montre un effet significatif de la natation sur la fonction respiratoire pour la CVF et non significatif pour le VEMS et DEP dans le groupe expérimental comparé au groupe contrôle.

Le **test t de Student** est utilisé pour calculer taille d'effet et l'intervalle de confiance de chacune des données disponibles pour chaque critère de jugement principal.

Dans un premier temps, considérons le critère de jugement suivant : **La capacité vitale forcée (CVF) (Figure 15)**

Il correspond à la quantité maximale d'air expirée à la suite d'une inspiration profonde. La CVF fait partie des mesures spirométriques essentielles dans l'appréciation de la gravité de l'atteinte respiratoire et dans le choix thérapeutique qui s'en suit. Cette revue s'intéresse à l'amélioration de la CVF après intervention.

Étude de Carew et al. 2017 [33]

Tout d'abord, l'étude inclus **21** participants répartis dans le groupe expérimental (n=9) et le groupe contrôle (n=12). L'intervention s'étend sur 6 semaines avec une fréquence d'entraînements de 40 minutes, 1 fois par semaine pour le groupe expérimental. Le groupe contrôle ne reçoit aucun entraînement. Ainsi, les résultats observés pour l'**intergroupe** après intervention sont en faveur d'une augmentation de la CVF. En effet, la taille d'effet correspond à **7,9** avec un MCID égal à **4**[43] (pour ce critère de jugement) ce qui montre que l'augmentation de la CVF vaut presque le double du MCID. Ces données indiquent une augmentation **cliniquement significative**. De plus, la valeur **p= 0.007** indique des résultats **statistiquement significatifs**. Or, l'intervalle de confiance (IC) à 95% est égal à **(-1.39 ; 17.9)**, ce qui remet en doute la signification de cette valeur, car l'IC croise la valeur nulle et balaye un large spectre de valeurs. Ainsi, les résultats sont cliniquement **incertains**.

Étude de Wang et al. 2009 [35]

L'étude inclus **30** participants répartis équitablement dans le groupe expérimental (n=15) et contrôle (n=15). La durée de l'intervention est de 6 semaines, avec 3 entraînements de 50 minutes par semaine, pour le groupe expérimental et aucun entraînement pour le groupe contrôle. Ainsi, les résultats **intergroupes** obtenus après intervention sont nuls. En effet, on retrouve une taille d'effet égale à **0** ce qui n'indique aucune augmentation ou diminution. La valeur p n'est pas indiquée, ce qui n'est **pas statistiquement significatif**. De plus, l'intervalle de confiance (IC) à 95% équivaut à **(-8.36 ; 8.36)**. La valeur du MCID étant 4, l'intervalle de confiance croisant la valeur nulle et la taille d'effet égale à 0 sont des données en faveur d'un résultat qui n'est pas **cliniquement pas significatif**.

Étude de Wicher et al. 2010 [36]

Les participants de cette étude sont au nombre de **61**. Dans le groupe expérimental n=30 et dans le groupe contrôle n=31. L'intervention s'étend sur 3 mois avec 2 entraînements de 60 minutes chacun par semaine. A la fin de cette intervention, les données recueillies en **intergroupe** ont donné après calcul une taille d'effet de **15,04**. Cette valeur est presque 3 fois supérieure au MCID, qui rappelons est égal à 4. Ainsi, on peut voir une amélioration conséquente de la CVF. De plus, l'intervalle de confiance à 95% ne croise pas la valeur nulle et vaut **(8,43 ;21,65)**. Malgré le fait que cet intervalle demeure très large, la valeur minimale est également supérieure à 4. Ainsi, on peut dire que cette **augmentation est cliniquement significative** pour le groupe expérimental comparé au groupe contrôle. Néanmoins, la valeur p étant supérieure à 0,05 (**p=0,524**), il n'est pas exclu que les résultats sont à prendre avec précaution. Rappelons que le traitement de fond est inchangé le temps de l'étude et qu'il peut avoir un effet sur les résultats obtenus.

Étude de Weisgerber et al. 2003 [31]

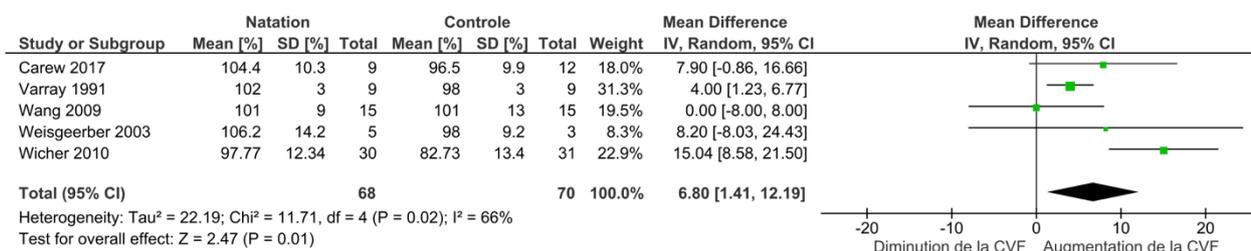
Cette étude inclue 8 participants, répartis dans 2 groupes : expérimental (n=5) et contrôle(n=3). L'intervention s'étend sur 6 semaines avec 2 entraînements de 45 minutes par semaine pour le groupe expérimental et aucune activité pour le groupe contrôle. À la suite des mesures spirométriques dans chaque groupe après intervention, le calcul de la taille d'effet **intergroupe** donne une valeur égale à **8,2**. C'est une valeur qui équivaut au double du MCID. L'intervalle de confiance à 95% vaut **(-14,59 ;30,99)**. Ces résultats sont **statistiquement significatifs** puisque **p=0,03** ce qui est inférieur à 0,05. Néanmoins, malgré une valeur de la taille d'effet **cliniquement significative**, l'IC est beaucoup trop **incertain** quant à sa taille et il croise la valeur nulle qui correspond à la valeur de non-effet. Ainsi, on ne peut pas assurer une significativité clinique de l'amélioration de la CVF pour cette étude. Les résultats seront à prendre avec précaution.

Étude de Varray et al. 1995 [34]

Enfin, cette dernière étude inclus **18** sujets, répartis équitablement, que ce soit en nombre et en mixité, avec 7 garçons et 2 filles par groupe expérimental (n=9) et contrôle (n=9). L'intervention s'étend sur 3 mois avec 2 entraînements de 60 minutes par semaine pour le groupe expérimental. Le groupe contrôle n'a pas d'entraînement. Comme pour les précédentes études, après regroupement des données nécessaires en **intergroupe**, la taille d'effet trouvée vaut **4**. Le MCID étant aussi à 4, on peut dire que l'amélioration est significative cliniquement même si la valeur est strictement égale à 4. De plus, ce résultat est renforcé par l'intervalle de confiance à 95% **(1 ;7)** qui est de faible amplitude et ne croisant pas la valeur nulle. Enfin, **p est inférieur à 0,05**, ce qui est statistiquement significatif. Cependant, la borne minimale de l'intervalle de confiance est inférieure au MCID de 3 points et la borne maximale l'est également de 3 points, cela veut dire qu'il y a 50% de chance que le résultat varie vers la limite inférieure et 50% de chance qu'elle soit dans la limite supérieure, ce qui remet en question la significativité clinique de cette augmentation de la CVF dans cette étude. Ainsi, malgré cette unique incertitude, le résultat tend à être **cliniquement significatif**.

Pour conclure, parmi les 5 études, la puissance clinique n'est présente que pour les études de **Varray et al.1995 [34] et Wicher et al. 2010 [36]**. En effet, les résultats des 3 autres études présentent des limites dû aux intervalles de confiance très larges et croisant la valeur nulle rendant incertains les effets cliniques de la natation sur l'amélioration de la CVF.

Cependant, la **méta-analyse** effectuée pour ce critère de jugement rend compte d'une taille d'effet égale à **6,8** avec un intervalle de confiance à 95% égal à **(1,41 ; 12,19)**. Rappelons que le **MCID** pour ce critère de jugement est égal à 4. La borne minimale est inférieure à cette valeur de 2,19 points mais la borne maximale est supérieure de 8,19 points, soit 3 fois plus que la borne minimale. Ainsi la taille d'effet étant supérieure à la valeur du MCID, l'intervalle de confiance ne croisant pas la valeur nulle et le **p** étant égal à **0,03** (ce qui est inférieur à 0,05) Nous pouvons affirmer que l'effet de l'intervention **est cliniquement significatif sur la CVF**.



Rappel Figure 19.

L'hétérogénéité des résultats est représentée par le I2, pour la CVF, les résultats semblent plutôt hétérogènes avec un score de **66%**. En effet, on considère qu'ils ne le sont pas lorsque la valeur est inférieure à 50%. Elle rend difficile la synthèse des résultats et la conclusion globale de l'effet de l'intervention sur la population. On voit que **l'estimation de l'effet global** combiné des 5 études est en

faveur de l'augmentation de la CVF car le losange noir est du côté droit de la ligne verticale. Malgré les IC peu significatifs, 4 études sur 5 sont du côté positif.

Dans un second temps, le **Volume expiratoire moyen en 1 seconde (VEMS) (Figure 16)** est le second critère de jugement principal. Il correspond au volume expiré au bout de 1 seconde. Il fait également partie des mesures spirométriques incluses dans les EFR. Il reflète l'activité des gros troncs bronchiques. Dans les résultats exposés par la suite, seront analysés les données **intergroupes** après intervention pour ce critère de jugement.

Étude de Carew et al. 2017 [33]

Cette étude inclus 21 participants.

La **taille d'effet** est de **6,5** avec un intervalle de confiance à 95% de **(-3,12 ;16,12)**. La valeur **p<0,05**. Ces résultats sont donc statistiquement significatifs. Néanmoins, on ne peut attester d'une véracité clinique car l'intervalle de confiance passe par la valeur de non-effet en plus d'être très large. Ainsi, les résultats sont **cliniquement incertains** malgré l'augmentation du VEMS observable dans le tableau.

Étude de Wang et al. 2009 [35]

L'étude inclus **30** participants répartis équitablement en 2 groupes expérimental (n=15) et contrôle (n=15). La taille d'effet, calculée sur la base des moyennes et écart-type des 2 groupes, est égale à **2** avec un intervalle de confiance égal à **(-5,86 ;9,86)**. On remarque un croisement de la valeur nulle. Ces résultats indiquent un effet **cliniquement non significatif**. De plus, le $p<0,05$, les données sont **statistiquement significatives**.

Étude de Wicher et al. 2010 [36]

61 sujets sont inclus dans cette étude. Le calcul de la taille d'effet donne une taille d'effet égale à **-8,66**. L'intervalle de confiance à 95% associé à ce résultat est **(-15,11 ; -2,21)** avec un **p=0,862** ce qui n'est **pas statistiquement significatif**. Néanmoins, l'IC ne croise pas la valeur nulle et on peut conclure que la **diminution** du VEMS observée dans cette étude est **cliniquement significative**. Malheureusement, elle ne répond pas à notre objectif mais sa valeur est à prendre en considération dans la conclusion de l'effet de la natation sur le VEMS.

Étude de Weisgerber et al. 2003 [31]

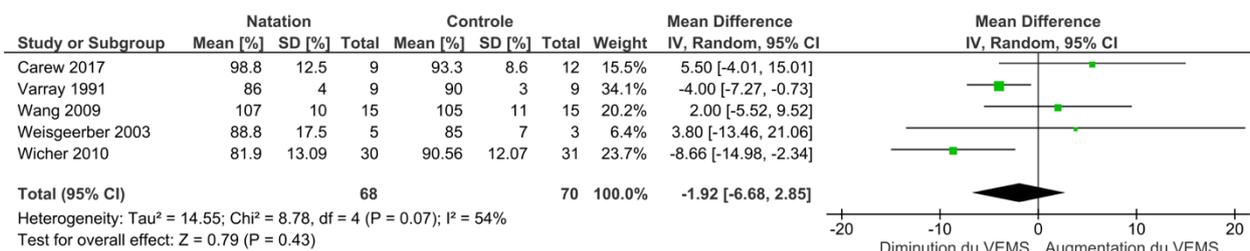
L'étude inclus **8** participants, n=5 dans le groupe expérimental et n=3 dans le groupe contrôle. La taille d'effet vaut **3,8** avec un intervalle de confiance à 95% égal à **(-16,54 ; 24,14)**. Même si on observe une amélioration du VEMS, le résultat n'est cliniquement pas significatif au vu de l'IC beaucoup trop large et croisant la valeur de non-effet. De plus, il n'y a pas d'indication sur la valeur p.

Étude de Varray et al. 1995 [34]

Enfin, cette dernière étude inclus **18** participants équitablement répartis dans le groupe expérimental et le groupe contrôle. La taille d'effet pour cette étude équivaut à **-4**, ce qui indique une diminution avec un intervalle de confiance à 95% égal à **(-7,53 ; -0,47)**, il ne croise pas le 0, et un **p<0,05**. Ce qui signifie que ces résultats sont **statistiquement et cliniquement significatifs d'une diminution du VEMS**.

Pour conclure, 2 études ont des résultats cliniquement significatifs en faveur d'une **diminution** du VEMS. Ainsi, on peut dire que la natation ne permet pas d'améliorer le VEMS, voire de le diminuer après 6 à 12 semaines d'entraînement, selon les études.

La **méta-analyse** de ce critère de jugement indique une taille d'effet de **-1,92** avec un intervalle de confiance de **(-6,68 ; 2,85)**. Comme il inclut à la fois des valeurs négatives et positives, on suggère une incertitude quant à l'effet réel de l'intervention sur le VEMS. On ne possède pas suffisamment de preuves pour conclure un impact significatif de la natation sur le VEMS. Les résultats sont **cliniquement discutables**.



Rappel Figure 20.

L'hétérogénéité des résultats est de **54%**, ce qui est faiblement supérieur à 50% mais non négligeable. On retrouve donc une hétérogénéité mais moins significative que pour les 2 autres critères de jugement (VEMS et DEP). L'effet global de l'intervention des études combinées semble être en faveur de la diminution du VEMS plutôt que son augmentation, même si on a 3 études sur 5 individuellement en faveur de l'augmentation de ce critère, les IC trop larges diminuent la puissance de ces résultats.

Dans un troisième temps, considérons le **débit expiratoire de pointe mesuré par le débitmètre de pointe (DEP) (Figure 17)**. Il correspond à la vitesse maximale à laquelle l'air peut être expulsé hors des poumons quand on fait une expiration forcée. Il permet aux personnes asthmatiques d'évaluer à tout moment leurs capacités respiratoires, mesurer le début d'une crise d'asthme ou évaluer leur traitement. Ainsi c'est une mesure qui peut être faite quotidiennement en comparaison avec les EFR qui nécessitent plus de temps et d'organisation. Il existe 3 valeurs-seuils de DEP qui servent de repère et sont traduites en 4 zones de couleur : vert, jaune, orange et rouge. **(Annexe 1)**

Zone **verte** : >80%, **jaune** entre 60 et 80%, **orange** entre 40 et 60% et **rouge** <40%.

Les mesures ne sont disponibles que dans **3 articles** ce qui est moins pertinent que les résultats précédents par le fait que la taille d'échantillon est encore plus petite. Au total, les valeurs du DEP ne sont récupérées que pour **59 participants**. Les résultats sont obtenus en **intergroupe**.

Étude de Carew et al. 2017 [33]

La taille d'effet vaut **4,7** ce qui indique une augmentation du DEP. L'intervalle de confiance à 95% est de **(-9,01 ; 18,41)**. En passant par la valeur nulle avec des valeurs négatives et positives, on ne peut attester d'une valeur cliniquement significative. Le **p=0,04** est statistiquement significatif au vu des valeurs récoltées précédemment.

Étude de Wang et al. 2009 [35]

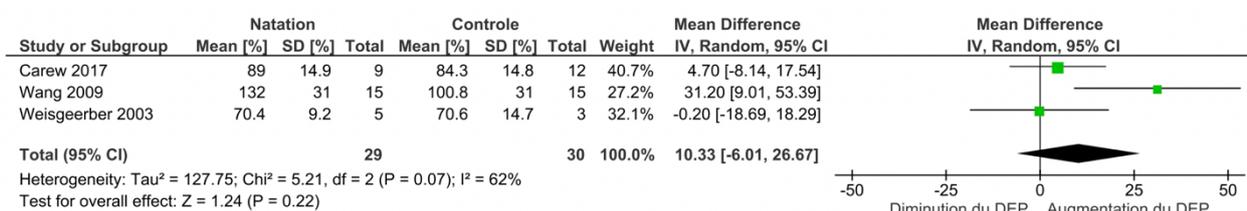
La différence de taille d'effet étant égale à **31,2**, l'augmentation du DEP est très importante, statistiquement significative, confirmée par le **p<0,01** et cliniquement significative avec l'IC à 95% égal à **(8,01 ; 54,39)**. Ces résultats positifs soutiennent l'idée que la natation a un effet efficace dans l'augmentation de la DEP chez les enfants atteints d'asthme.

Étude de Weisgerber et al. 2003 [31]

L'étude indique une différence de taille d'effet de seulement **-0,2**, ce qui suggère une **diminution légère** plutôt qu'une augmentation du DEP. La **valeur p étant de 0,09**, soit supérieure au seuil conventionnel de 0,05, suggère qu'il n'y pas de différence statistique significative entre les 2 groupes après intervention. Avec un intervalle de confiance à 95% de **(-20,45 ; 20,05)**, confirme l'incertitude que l'effet peut être dû au hasard plutôt qu'à l'intervention. Les résultats ne sont donc pas cliniquement significatifs.

Pour conclure, sur 3 études, une seule (**Wang et al. 2009 [35]**) présente des résultats **statistiquement et cliniquement significatifs**.

La **méta-analyse**, effectuée avec les données disponibles des différence **intergroupes** de DEP, rend compte d'une taille d'effet s'élevant à **10,33** avec un IC **(-6,01 ; 26,67)**. La taille d'effet positive indique une augmentation du DEP avec une variabilité possible entre -6,01 et +26,67. Même s'il y a une tendance à l'augmentation du DEP, la possibilité de non-effet n'est pas totalement éliminée et l'effet de l'intervention a une marge d'incertitude pour ce critère de jugement.



Rappel Figure 21.

Enfin, pour ce dernier critère de jugement, les résultats sont hétérogènes avec une valeur de **62%**. **L'estimation de l'effet global** tend vers une augmentation du DEP par suite de l'intervention. Sur 3 études, 2 d'entre elles ont un effet positif avec un poids statistique élevé. Néanmoins, le losange croisant la ligne de non-effet, certains résultats peuvent être dû au hasard.

En conclusion, les résultats ne sont **cliniquement significatifs que pour la CVF** et ils mériteraient d'être mieux évalué pour la VEMS et la DEP. En effet, on pourrait comparer des mesures prises en L/min pour la VEMS. Quant à la DEP, 3 études rassemblant seulement 59 participants ne sont pas significatives car l'effectif est trop faible.

4.1.5 Critère de jugement secondaire

Le critère de jugement secondaire correspond à l'auto-évaluation des patients. Elle concerne la qualité de vie qui englobe la sévérité de l'asthme classé selon des niveaux définis par les études, le ressenti personnel vis-à-vis d'une pratique d'activité sportive, de l'absentéisme à l'école, l'estime de soi, le nombre d'exacerbations et les visites de médecin ou d'hôpital en fonction de l'intensité des crises survenues. Seuls 3 articles, **Carew et al. 2017 [33]**, **Wang et al. 2009 [35]** et **Weisgerber et al. 2003 [31]**, évaluent ce critère subjectif mais de différentes manières.

Étude de Carew et al. 2017 [33]

D'après les données récoltées dans les journaux tenus par les participants et leurs parents, **77%** des sujets du groupe expérimental déclarent avoir ressenti une **amélioration des symptômes** contre aucune sujet dans le groupe contrôle (**0%**). Concernant l'état de bien-être général, **100%** des sujets du groupe expérimental ont fait part d'une amélioration contre seulement **9%** dans le groupe contrôle. Les données étant subjectives, une méta-analyse n'était pas possible à produire. Ces données récoltées suggèrent que la natation a un impact

thérapeutique puisque l'amélioration des symptômes et du bien-être ont un effet positif sur la santé globale des enfants et, par conséquent, ils améliorent leur confiance et estime de soi. Quant au traitement, il n'y a pas eu de modifications (diminution ou augmentation) de la posologie relevée par les examinateurs.

Étude de Wang et al. 2009 [35]

Tout d'abord, il y eu une éducation des participants à l'étude et de leurs parents à la classification de la sévérité de l'asthme, sur la base du **National Heart, Lung and Blood Institute**, en 4 niveaux : « léger intermittent, léger persistant, modérément persistant ou sévèrement persistant ».

Il y a **une amélioration statistiquement significative ($p < 0.05$) de la sévérité de l'asthme en intergroupe**. De plus, **le groupe expérimental présente également une amélioration de la sévérité de l'asthme entre le début et la fin de l'étude ($p < 0.001$)** ce qui n'est pas le cas du groupe contrôle.

Étude de Weisgerber et al. 2003 [31]

Enfin, les enfants du groupe expérimental présentent **individuellement** des résultats en faveur d'une amélioration significative statistiquement (**$p = 0,005$**) entre le début et la fin de l'intervention pour le groupe expérimental. Néanmoins, il n'y a pas d'amélioration statistiquement significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle.

Enfin, concernant le traitement médicamenteux, il n'y a pas de changements constatés à la suite de l'intervention.

Pour conclure, la natation semble être en faveur d'une bonne amélioration des symptômes, du bien-être général et de la sévérité de l'asthme selon les 3 études qui ont effectué une analyse de ce critère. De plus, ces résultats sont tous statistiquement significatifs ce qui renforce le caractère efficace de la natation sur l'amélioration de la qualité de vie des enfants asthmatiques.

4.2 Applicabilité en pratique clinique

Il est important de mesurer l'applicabilité clinique de cette intervention afin de pouvoir l'intégrer dans la pratique en prenant en compte les éléments qui mettent en balance les bénéfices et les risques.

Grâce à l'analyse des résultats précédents, on constate que la natation a un effet sur l'amélioration de la CVF, de la symptomatologie et de la sévérité de l'asthme mais pas du VEMS et du DEP des enfants asthmatiques du groupe expérimental comparé au groupe contrôle. Les améliorations ne sont pas toutes significatives car elles peuvent être dues au hasard.

La différence observée entre le groupe expérimental et témoin ne permet pas d'attester en toute confiance d'un effet en faveur de l'intervention car le manque de précision des données et la puissance statistique et clinique insuffisantes sont discutables. Cela pourrait être lié à un échantillon trop faible, un nombre de biais élevé, les critères d'inclusion et d'exclusion trop divergents, l'hétérogénéité des programmes d'intervention qui ne sont pas assez intenses et individualisés, l'impact de l'absence d'entraîneur certifié ou le choix des critères de jugement. Toutes ces données peuvent manquer de précision et avoir une faible significativité rendant difficile la transposition à la population générale. Néanmoins, les autres mesures ne sont pas détériorées pour autant.

Tout d'abord, les limites majeures rencontrées sont : la taille de l'échantillon et l'âge de la population étudiée, la sévérité de l'asthme, les conceptions de la vie et l'accessibilité aux piscines.

En effet, au total sont inclus seulement **138 patients** ce qui est une limite à la généralisation des résultats sur la population cible. De plus, les participants inclus ont un asthme faible à modéré, il est important de prendre en compte cette information lorsqu'on introduit le sujet de la natation à l'enfant et la famille. Il est important

que les patients aient effectué des tests allergéniques et ne soient pas positif au chlore, ou autres produits possiblement présents dans une piscine municipale. La moyenne d'âge totale des 5 études est de **11,08** avec une tranche d'âge allant de 6 à 18 ans ce qui est très étendue autour de la moyenne. En effet, la croissance diffère entre chaque enfant et le développement physique, psychique et social est propre à chacun. La conception de la qualité de vie sera différente entre l'enfant de 6 ans et celui de 18 ans.

Ensuite, beaucoup de paramètres entrent en jeu et sont importants à prendre en compte lors de l'interprétation des résultats notamment le sommeil, la vie à l'école, la fatigue ou encore la motivation. Enfin, le traitement de fond doit être connu et bien étudié pour assurer une bonne reproductibilité.

Par ailleurs, l'avantage est qu'il peut exister des piscines non-chlorées, à l'eau de mer, intérieures ou extérieures selon les saisons. Il est certain que l'accessibilité à ces structures par les patients n'est pas toujours évidente. Tous ces espaces, dans lesquels la nage libre ou supervisée peut être pratiquée, dépendent de la région dans laquelle la population cible habite. Le coût d'un abonnement mensuel ou annuel pour l'accès libre, de cours collectifs ou individuels, de séances ponctuelles ou journalières va dépendre de la région, de la structure ou des saisons. Il y a aussi le coût du matériel qui englobe le maillot, le bonnet et les lunettes. Mais il existe aussi la mer et les lacs qui sont accessibles et un moyen de garder une activité aquatique en vacances. Enfin, les cabinets ou centres possédant des balnéothérapies de grandes tailles peuvent commencer à introduire la natation, sous conditions et supervision dans le cadre de la pathologie, à des petits groupes d'enfants. La taille des enfants à cet âge étant encore faible, certains bassins sont adaptés.

Ainsi, ces réflexions ne sont pas en faveur d'une mise en pratique réelle de cette étude. Les contraintes présentes rendent difficile la mise en place réelle de cette intervention, mais pas impossible. Malgré ces limites, il existe des points applicables et intéressants à mettre en pratique.

En effet, cette activité pourrait rentrer également dans le cadre de l'éducation thérapeutique du patient avec un accompagnement par le kiné. Il est important de montrer que l'activité physique n'est pas à bannir et que la natation peut en faire partie au vu de tous les bienfaits de sa pratique et de l'immersion dans l'eau. La balance bénéfice/risque penche plus vers l'effet positif de la natation comme forme adjuvante au traitement habituel plutôt qu'un effet délétère. D'autre part, dans les études constituant cette revue, la fréquence d'entraînements est de 1 à 3 fois par semaine ce qui reste raisonnablement applicable à la population cible.

Le rôle du kiné serait de sensibiliser la population asthmatique aux bienfaits de cette pratique et de poursuivre la recherche de nouvelles études afin d'améliorer le niveau de preuves des informations déjà acquises. En ayant analysé la balance bénéfice/risque de cette intervention, la natation n'entraîne pas de contraintes ou d'effets indésirables risqués pour les enfants. Le développement respiratoire et musculaire est, au contraire, bénéfique pour ces enfants atteints d'asthme.

Désormais, avec cette revue, nous avons connaissances des critères importants pouvant impacter les résultats pour de prochaines études : la taille de la population et des entraînements plus spécifiques, intenses et individualisés pour les patients sont ceux qu'il serait intéressant d'améliorer et d'en obtenir de nouveaux résultats.

4.3 Qualité des preuves

Le niveau de preuves de cette revue de littérature est la prochaine étape après la recherche de l'applicabilité de nos résultats dans la pratique clinique kinésithérapique.

Afin d'évaluer le niveau de preuve et de gradation des recommandations de cette revue, on s'appuie sur 2 systèmes : le *The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE)* et le système de la **Haute autorité de Santé (HAS)**.

Les termes PICO ont été réfléchis sur la base d'une question thérapeutique et la méthode de recherche qui s'en suit respecte totalement la nature et les objectifs de la revue. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont permis de trier les articles de manière à être le plus fidèle à notre problématique.

Tout d'abord, selon la **HAS**, le niveau de preuve général de cette revue est **intermédiaire**, avec un **grade B** de recommandations qui correspond à une présomption scientifique.

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).

Figure 23. Niveau de preuve selon la HAS

Le niveau d'évidence est modéré (+++). En effet, on a une confiance modérée quant à l'estimation de l'effet. « L'effet réel est probablement près de l'estimation, mais il est possible qu'il soit différent. De nouvelles recherches pourraient avoir un impact important sur l'estimation de l'effet et pourraient le modifier. »²⁴

Dans un second temps, selon le système **GRADE**, le niveau de preuve initial de cette revue de littérature est de grade 4 car elle inclut **5** essais cliniques randomisés (**ECR**). Il existe 5 facteurs essentielles pouvant modifier le score initial et pouvant diminuer la qualité des données scientifiques : le risque de biais, l'hétérogénéité, le caractère indirect des résultats, l'imprécision des résultats et les biais de publication.

Lorsqu'une des caractéristiques a un risque **sérieux**, on enlève **1 point** de la note et de **2 points** si le risque est **très sérieux**.

Pour chaque critère de jugement principal de cette revue, nous allons rédiger un tableau avec l'évaluation correspondante.

²⁴ <https://bia-education.com/fr/sous-modules/introduction-au-raisonnement-critique-sur-la-litterature-scientifique-2-comment-determiner-le-niveau-de-preuve-dun-article/#:~:text=Le%20système%20GRADE%20définit%20ses,'estimation%20de%20l'effet.>

Système GRADE	Critère de jugement : CVF
Risque de biais	Risque sérieux (-1)
Hétérogénéité	Risque sérieux (-1)
Caractère indirect	Risque sérieux (-1)
Imprécision des résultats	Risque sérieux (-1)
Biais de publication	Risque sérieux (-1)
TOTAL	4-5 = - 1
NIVEAU DE PREUVE	Très faible

Figure 24. Évaluation GRADE de la CVF

L'évaluation méthodologique avec l'échelle PEDro pour l'ensemble des études indique un score de **7,6/10** ce qui présente une **qualité méthodologique élevée** et par conséquent un **risque de biais faible**. Néanmoins, la présence d'autres biais peut influencer la qualité du résultat final. C'est pourquoi, le risque étant présent, on enlève 1 point. **L'hétérogénéité** correspond à la discordance des résultats. Elle se traduit par un **I²=66%**, ce qui est >50%, qui correspond à la norme au-delà de laquelle on considère qu'il y a une hétérogénéité. Le **caractère indirect** et **l'imprécision des résultats** car il y a des différences entre populations et intervention de comparaison, incluant peu de patients et dont les intervalles sont trop larges, ce qui enlève 2 points au score final. Enfin, le **biais de publication** est présent car les résultats de la CVF étant favorables il se peut que qu'ils aient plus de chance d'être publiés. Au total, le score est négatif (-1) donc le niveau de preuve est **très faible** pour ce critère de jugement.

Les 2 autres critères de jugement seront évalués sur la base de ce procédé.

Système GRADE	Critère de jugement : VEMS
Risque de biais	Risque sérieux (-1)
Hétérogénéité	Risque sérieux (-1)
Caractère indirect	Risque sérieux (-1)
Imprécision des résultats	Risque sérieux (-1)
Biais de publication	Risque ABSENT (0)
TOTAL	4-4 = 0
NIVEAU DE PREUVE	Très Faible

Figure 25. Évaluation GRADE du VEMS

Concernant la VEMS, les points ne sont pas enlevés pour 1 facteur : le **biais de publication**.

En effet, tout d'abord le I² vaut **54%** soit supérieur à 50% ce qui tend vers **une hétérogénéité des résultats**. Le biais de publication est absent car les résultats ne sont pas les plus favorables. Ainsi du score final sont soustraits 3 points, ce qui donne un **total égal à 1** et par conséquent un niveau de preuve **faible**.

Système GRADE	Critère de jugement : DEP
Risque de biais	Risque sérieux (-1)
Hétérogénéité	Risque sérieux (-1)
Caractère indirect	Risque sérieux (-1)
Imprécision des résultats	Risque sérieux (-1)
Biais de publication	Risque ABSENT (0)
TOTAL	4-4 = 0
NIVEAU DE PREUVE	Très faible

Figure 26. Évaluation GRADE du DEP

Enfin, concernant le DEP, le risque est sérieux pour tous les critères sauf pour le biais de publication qui est absent car, comme pour la VEMS, les résultats ne sont pas favorables. Les résultats sont également hétérogènes car le I² vaut 62% soit, encore une fois, supérieur à 50%.

Ainsi, nous pouvons conclure que cette revue présente un **très faible niveau de preuve** selon le système de gradation GRADE.

4.4 Biais potentiels de la revue

La grille AMSTAR-2 (**Annexe**) permet d'évaluer, grâce à 16 items, la qualité méthodologique de la revue. Chaque item peut recevoir l'une des notes suivantes : « **Oui** », « **Oui partiel** », « **non** » ou « **non applicable** ». Elle permet de mettre en lumière les limitations et les principaux biais de cette revue. Le but de cette évaluation est de mettre en avant les potentiels défauts pouvant diminuer la confiance accordée à la revue.

Tout d'abord, la méthode de recherche et de sélection est détaillée et se base sur les critères PICO. En effet, les caractéristiques des études incluses sont détaillées dans un tableau se trouvant dans la partie **Résultats**. Les détails concernant les motifs d'exclusion des autres études ne sont pas présentés ce qui entraîne un biais d'exclusion. De plus, l'équation de recherche manque peut-être de précision car seulement 5 études ont été incluses après sélection parmi un très grand nombre de résultats.

La sélection des études et leur analyse n'étant faite que par l'auteur de la revue, il y a un risque que certaines informations aient pu être oubliées ou que l'analyse des résultats par un unique examinateur puisse contenir des erreurs d'extraction, de calcul, d'interprétation ou de comparaison. L'auteur étant étudiant et réalisant son premier mémoire de fin d'étude justifie le manque d'expérience et de moyens.

Le choix d'inclure les articles écrits seulement en anglais ou français amène à un potentiel biais de sélection car les articles rédigés en une autre langue ont été omis.

L'effectif total de participants étant faible, à savoir 168 sujets, la représentativité de la population réelle est faible également. De plus, les hommes sont en majorité des femmes ajoutant un potentiel biais.

La qualité des articles, évaluée par l'échelle PEDro et ayant un score total de 7,6/10, présente un faible risque de biais.

Concernant les critères de jugement principaux (CVF, VEMS et DEP), ils ont été choisis sur la base des recommandations d'évaluation et de diagnostic de l'asthme mais à eux seuls ils ne sont pas significatifs. En effet, d'autres examens complémentaires sont nécessaires pour évaluer la sévérité de l'asthme. Néanmoins, ils permettent d'observer une certaine évolution de la fonction respiratoire plus facilement. Ce sont des valeurs objectives car les mesures sont prises par suite de tests spirométriques dont l'exécution suit les critères officiels de l'*American thoracic society*. Les résultats récupérés dans cette revue étaient sous forme de pourcentage prédit car c'est l'unité qui était disponible dans tous les articles. Il aurait été intéressant d'extraire les résultats dans une autre unité, L/min, et chercher si l'amélioration de la CVF, VEMS et DEP s'exprimait de manière significative avec cette unité. De plus, le critère de jugement secondaire étant subjectif et dépendant de chacun des sujets, il se peut que certains résultats soient incertains du point de vue scientifique.

Dans cette revue, l'hétérogénéité des résultats est liée à la diversité des résultats observés parmi les études incluses et la variation significative statistique, méthodologique et clinique. Les résultats, de chaque étude prise individuellement, diffèrent ce qui peut rendre difficile la mise en place de conclusions générales. Plusieurs facteurs peuvent influencer cette hétérogénéité notamment la différence de conception de l'étude, les populations incluses, la différence de conception de l'intervention, les critères d'inclusion et d'exclusion, la méthodologie ou les critères de jugement. Ainsi, l'identification de l'hétérogénéité des résultats, dans le cadre de cette revue de littérature, souligne la nécessité d'examiner attentivement les variations entre les études et de prendre en compte ces différences lors de l'interprétation des conclusions globales.

Pour finir, aucun financement n'a été fait et concernant le conflit d'intérêt, il est précisé comme absent dans 1 seul article sur 5 donc il y a une incertitude quant à ce biais. Cela questionne sur une potentielle aide extérieure dans la réalisation de chacune des 4 études.

Enfin, un tableau récapitulatif est joint à cette partie avec la précision des réponses à chacun des items de la grille. Nous pouvons établir un moyen de calcul du score final en fonction des réponses à chaque item et de leur valeur. Supposons qu'un « oui » vaut 1 point, un « oui partiel » vaut 0,5 point et un « non » vaut 0 point. Ainsi le score de notre revue est de **12/16**.

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ? 
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ? 
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ? 
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ? 
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ? 
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ? 
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ? 
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ? 
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ? 
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ? 
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ? 
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ? 
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ? 
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ? 
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ? 
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ? 

 Oui  Oui partiel  Non

Figure 27. Grille d'évaluation AMSTAR-2 (Annexe 7)

5 Conclusion

Cette revue a pour objectif d'évaluer si les entraînements de natation sont efficaces dans l'amélioration de la fonction respiratoire et la qualité de vie des enfants atteints d'asthme.

5.1 Implication pour la pratique clinique

Pour conclure, l'asthme est une affection respiratoire chronique. Le développement d'une prise en charge précoce chez les enfants est intéressant quant à l'amélioration de leur qualité de vie à l'âge adulte mais également pour déstructurer la peur de l'activité physique. L'asthme peut amener, à terme, des complications respiratoires, des restrictions de mobilité, un enroulement des épaules et un essoufflement pour des activités simples. Les traitements existants s'appuient sur des propriétés pharmacologiques tandis que la natation permet de prendre conscience de sa respiration et de réguler l'intensité du travail fourni par une connaissance de son propre corps et de ses limites. Le rôle du kinésithérapeute s'inscrit dans une prévention de ces complications à long terme avec une prise en charge éducative des patients afin qu'ils puissent se prendre en charge en autonomie avec tous les outils nécessaires à leur bonne santé. Cette revue montre que l'activité aquatique semble améliorer certains aspects de la fonction respiratoire et réduire les symptômes sans créer d'effets secondaires, notamment la bronchoconstriction et l'hyper-réactivité bronchique. Les effets sont autant physiques que psychologiques puisqu'ils améliorent l'estime de soi, la confiance de l'enfant et son bien-être. C'est un sport peu coûteux et qui nécessite peu de matériel. Il est en revanche plus contraignant pour le kinésithérapeute qui doit avoir une piscine à disposition ou s'associer à un organisme de natation, ce qui dépend du lieu d'exercice et de l'accessibilité à ces structures.

La natation est un sport qui englobe de nombreux avantages tant bien physiques que moraux. Les preuves trouvées par la recherche active de ses bienfaits montrent une amélioration de la capacité cardio-vasculaire et respiratoire, un renforcement des muscles impliqués directement ou indirectement à la respiration, une faible asthmogénicité de l'eau, une bronchoconstriction moins sévère que d'autres sports, une amélioration de la qualité de vie des nageurs avec une diminution des symptômes et de leur sévérité recueillies par les participants de l'étude mais aussi par les résultats trouvés dans d'autres études traitant le sujet, plus ou moins récentes. L'immersion dans l'eau a des bienfaits thérapeutiques par ses propriétés uniques et curatives en lien avec l'harmonie des cellules du corps humain.

5.2 Implication pour la recherche

Nous remarquons que l'asthme est une affection décrite par sa chronicité, par la place importante qu'elle occupe dans le quotidien des personnes atteintes et de son influence sur leur qualité de vie.

Les données actuelles montrent que les corticoïdes inhalés sont considérés comme la base du traitement de l'asthme.[44] Néanmoins, les effets secondaires de cette thérapie hormonale sont connus et touchent pratiquement tous les organes, les patients sont exposés à des risques d'insuffisance surrénaliennes, d'ostéoporose ou de décès. La balance bénéfique/risque d'une corticothérapie à long terme semble défavorable[45]. C'est pourquoi, on constate une volonté de modifier le traitement dans le but d'éviter ces effets secondaires causés par le traitement principal actuel. On voit que des biothérapies se développent [45] et que la recherche de nouvelles alternatives médicales ou paramédicales émergent dans les consciences. Dans cette revue, le métier de kinésithérapeute prend son sens dans la thérapie par le mouvement. Même si quelques études, récentes ou non, ont été menées et que les résultats tendent vers une amélioration de la fonction respiratoire et la qualité de vie, elles ne semblent pas être encore mises en application ce qui montre qu'un approfondissement du sujet demeure nécessaire. De futures études devraient inclure plus de participants, d'établir des interventions comprenant une fréquence, une durée et une intensité suffisantes, d'examiner l'impact à l'exposition au chlore.

Aucune source de financement ne soutient cette revue et aucun conflit d'intérêt ne sont déclarés par l'auteur.

6 Bibliographie

- [1] Kaminsky DA, Cockcroft DW, Davis BE. Respiratory System Dynamics. *Semin Respir Crit Care Med* 2023;44. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770058>.
- [2] Di Cicco M, Kantar A, Masini B, Nuzzi G, Ragazzo V, Peroni D. Structural and functional development in airways throughout childhood: Children are not small adults. *Pediatr Pulmonol* 2021;56. <https://doi.org/10.1002/ppul.25169>.
- [3] Delmas M-C, Guignon N, Leynaert B, Com-Ruelle L, Annesi-Maesano I, Herbet J-B, et al. Prevalence of asthma among children in France. *Archives de Pédiatrie* 2009;16. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2009.06.009>.
- [4] Stern J, Pier J, Litonjua AA. Asthma epidemiology and risk factors. *Semin Immunopathol* 2020;42. <https://doi.org/10.1007/s00281-020-00785-1>.
- [5] Miller RL, Grayson MH, Strothman K. Advances in asthma: New understandings of asthma's natural history, risk factors, underlying mechanisms, and clinical management. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2021;148. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.10.001>.
- [6] Wang Z, Li Y, Gao Y, Fu Y, Lin J, Lei X, et al. Global, regional, and national burden of asthma and its attributable risk factors from 1990 to 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Respir Res* 2023;24. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02475-6>.
- [7] Sullivan A, Hunt E, MacSharry J, Murphy DM. "The Microbiome and the Pathophysiology of Asthma." *Respir Res* 2016;17. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0479-4>.
- [8] King GG, James A, Harkness L, Wark PAB. Pathophysiology of severe asthma: We've only just started. *Respirology* 2018;23. <https://doi.org/10.1111/resp.13251>.
- [9] Gans MD, Gavrilova T. Understanding the immunology of asthma: Pathophysiology, biomarkers, and treatments for asthma endotypes. *Paediatr Respir Rev* 2020;36. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2019.08.002>.
- [10] Silva N, Carona C, Crespo C, Canavarro MC. Quality of life in pediatric asthma patients and their parents: A meta-analysis on 20 years of research. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res* 2015;15. <https://doi.org/10.1586/14737167.2015.1008459>.
- [11] Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2009;19. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2009.03012.x>.
- [12] Castro-Rodríguez JA, Holberg CJ, Wright AL, Martinez FD. A clinical index to define risk of asthma in young children with recurrent wheezing. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.162.4.9912111>.
- [13] Graham BL, Steenbruggen I, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, et al. Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;200. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>.
- [14] Mulholland A, Ainsworth A, Pillarisetti N. Tools in Asthma Evaluation and Management: When and How to Use Them? *Indian J Pediatr* 2018;85. <https://doi.org/10.1007/s12098-017-2462-6>.
- [15] Giubergia V, Balanzat AM, Giubergia V, Teper A, Vidaurreta S, Cipriani S, et al. Guideline on diagnosis and treatment: bronchial asthma in children ≥ 6 years old. Update 2021. *Arch Argent Pediatr* 2021;119. <https://doi.org/10.5546/AAP.2021.S123>.

- [16] Pedersen SE, Hurd SS, Lemanske RF, Becker A, Zar HJ, Sly PD, et al. Global strategy for the diagnosis and management of asthma in children 5 years and younger. *Pediatr Pulmonol* 2011;46. <https://doi.org/10.1002/ppul.21321>.
- [17] Pinnock H, Parke HL, Panagioti M, Daines L, Pearce G, Epiphaniou E, et al. Systematic meta-review of supported self-management for asthma: A healthcare perspective. *BMC Med* 2017;15. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0823-7>.
- [18] Audag N, Caty G, Reychler G. Exercise-induced asthma in child with asthma. *Kinesitherapie* 2016;16. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2015.11.006>.
- [19] Cabillic M, Beauvois É, Bouric G, Gauchez H, Tilly H. Y a-t-il une spécificité de la kinésithérapie dans la prise en charge du patient asthmatique ? *Kinésithérapie, La Revue* 2012;12. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2011.12.001>.
- [20] Becker BE. Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM and R* 2009;1. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.05.017>.
- [21] Vaccaro P, Clarke DH. Cardiorespiratory alterations in 9 to 11 year old children following a season of competitive swimming. *Med Sci Sports* 1978;10.
- [22] Tang Z, Wang Y, Liu J, Liu Y. Effects of aquatic exercise on mood and anxiety symptoms: A systematic review and meta-analysis. *Front Psychiatry* 2022;13. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.1051551>.
- [23] Jackson M, Kang M, Furness J, Kemp-Smith K. Aquatic exercise and mental health: A scoping review. *Complement Ther Med* 2022;66. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2022.102820>.
- [24] Lai CJ, Liu WY, Yang TF, Chen CL, Wu CY, Chan RC. Pediatric aquatic therapy on motor function and enjoyment in children diagnosed with cerebral palsy of various motor severities. *J Child Neurol* 2015;30. <https://doi.org/10.1177/0883073814535491>.
- [25] Pérez De La Cruz S. Effectiveness of aquatic therapy for the control of pain and increased functionality in people with Parkinson's disease: A randomized clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017;53. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04647-0>.
- [26] Bartels EM, Juhl CB, Christensen R, Hagen KB, Danneskiold-Samsøe B, Dagfinrud H, et al. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016;2016. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005523.pub3>.
- [27] Kamioka H, Tsutani K, Okuizumi H, Mutoh Y, Ohta M, Handa S, et al. Effectiveness of aquatic exercise and balneotherapy: A summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of water immersion therapies. *J Epidemiol* 2010;20. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20090030>.
- [28] Oliver DM, McDougall CW, Robertson T, Grant B, Hanley N, Quilliam RS. Self-reported benefits and risks of open water swimming to health, wellbeing and the environment: Cross-sectional evidence from a survey of Scottish swimmers. *PLoS One* 2023;18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290834>.
- [29] Zinman R, Gaultier C. Maximal static pressures and lung volumes in young female swimmers. *Respir Physiol* 1986;64. [https://doi.org/10.1016/0034-5687\(86\)90044-7](https://doi.org/10.1016/0034-5687(86)90044-7).
- [30] Bar-Or O, Inbar O. Swimming and Asthma: Benefits and Deleterious Effects. *Sports Medicine: Evaluations of Research in Exercise Science and Sports Medicine* 1992;14. <https://doi.org/10.2165/00007256-199214060-00006>.
- [31] Weisgerber MC, Guill M, Weisgerber JM, Butler H. Benefits of swimming in asthma: Effect of a session of swimming lessons on symptoms and PFTs with review of the literature. *Journal of Asthma* 2003;40. <https://doi.org/10.1081/JAS-120018706>.
- [32] Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *J Clin Epidemiol* 2021;134. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001>.

- [33] Carew C, Cox DW. Laps or lengths? The effects of different exercise programs on asthma control in children. *Journal of Asthma* 2018;55. <https://doi.org/10.1080/02770903.2017.1373806>.
- [34] Varray AL, Mercier JG, Prefaut CG. Individualized training reduces excessive exercise hyperventilation in asthmatics. *International Journal of Rehabilitation Research* 1995;18. <https://doi.org/10.1097/00004356-199512000-00002>.
- [35] Wang JS, Hung WP. The effects of a swimming intervention for children with asthma. *Respirology* 2009;14. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2009.01567.x>.
- [36] Wicher IB, O MÂG de O, Marmo DB, Santos CI da S, Toro AADC, Mendes RT, et al. Effects of swimming on spirometric parameters and bronchial hyperresponsiveness in children and adolescents with moderate persistent atopic asthma. *J Pediatr (Rio J)* 2010;0. <https://doi.org/10.2223/jped.2022>.
- [37] de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy* 2009;55. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1).
- [38] Culver BH, Graham BL, Coates AL, Wanger J, Berry CE, Clarke PK, et al. Recommendations for a standardized pulmonary function report. An official American Thoracic Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;196. <https://doi.org/10.1164/rccm.201710-1981ST>.
- [39] Mahler DA. Is physical activity anti-inflammatory on the airways? *Thorax* 2007;62. <https://doi.org/10.1136/thx.2006.074021>.
- [40] Beggs S, Foong YC, Le HCT, Noor D, Wood-Baker R, Walters JAE. Swimming training for asthma in children and adolescents aged 18 years and under. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013;2013. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009607.pub2>.
- [41] Wanrooij VHM, Willeboordse M, Dompeling E, Van De Kant KDG. Exercise training in children with asthma: A systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091347>.
- [42] Font-Ribera L, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen MJ, Zock JP, Kogevinas M, Henderson J. Swimming pool attendance, asthma, allergies, and lung function in the avon longitudinal study of parents and children cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183. <https://doi.org/10.1164/rccm.201005-0761OC>.
- [43] Schrijver J, Lenferink A, Brusse-Keizer M, Zwerink M, van der Valk PDLPM, van der Palen J, et al. Self-management for people with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2022;2022. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002990.pub4>.
- [44] Zhou X, Zhang P, Tan H, Dong B, Jing Z, Wu H, et al. Progress in diagnosis and treatment of difficult-to-treat asthma in children. *Ther Adv Respir Dis* 2023;17. <https://doi.org/10.1177/17534666231213637>.
- [45] Ahmed E, Lahmar ZM, Charriot J, Bourdin A. Effect of long-term oral corticosteroid therapy in severe T2-weighted asthma patients. *Rev Malad Respir Actual* 2020;12. [https://doi.org/10.1016/S1877-1203\(20\)30729-1](https://doi.org/10.1016/S1877-1203(20)30729-1).

7 Annexes

TABLE DES ANNEXES :

Annexe 1 : **Normes du débit expiratoire de pointe en %**

Annexe 2 : **Test de contrôle de l'asthme**

Annexe 3 : **Lignes directives Prisma 2020**

Annexe 4 : **Échelle PEDro**

Annexe 5 : **Tableur de Rob Herbert pour calculer la taille d'effet et l'intervalle de confiance à 95%**

Annexe 6 : **Normes du débit expiratoire de pointe en L/min**

Annexe 7 : **Traduction française de Amstar-2**

Annexe 1 : Normes du débit expiratoire de pointe en %

Peak-flow (DEP)	Symptômes	Action: que faire?
> 80% _____	Aucune gêne	Continuez le traitement de la zone verte
60-80% ____ - ____	Légère toux, souffle un peu court, réveils nocturnes occasionnels	Adaptez le traitement: _____ _____
40-60% ____ - ____	Toux, souffle court, oppression, nuits perturbées	Ajoutez: _____ Appelez: _____
< 40% _____	Souffle très court malgré les médicaments, peine à parler, étouffement	URGENCE: appelez de suite _____ ou le 144 Prenez: _____

L'usage du plan d'action de l'asthme repose sur la mesure du peak-flow et sur une évaluation régulière des symptômes. Lors d'une aggravation de l'asthme, c'est la situation la plus mauvaise sur laquelle il faut se baser pour estimer le nouveau niveau du plan d'action.
Le plan d'action de l'asthme peut être commandé auprès de la ligue pulmonaire suisse: www.lung.ch
DEP: débit expiratoire de pointe (peak-flow).

Annexe 2 : Test de contrôle de l'asthme

Test de Contrôle de l'Asthme (test ACT)

1. Au cours des 4 dernières semaines, votre asthme vous a-t-il empêché(e) de pratiquer vos activités au travail, à l'école/université ou chez vous ?					
<input type="radio"/> Tout le temps	<input type="radio"/> La plupart du temps	<input type="radio"/> Quelques fois	<input type="radio"/> Rarement	<input type="radio"/> Jamais	Score :
1	2	3	4	5	
2. Au cours des 4 dernières semaines, avez-vous été essoufflé(e) ?					
<input type="radio"/> Plus d'1 fois par jour	<input type="radio"/> 1 fois par jour	<input type="radio"/> 3 à 6 fois par semaine	<input type="radio"/> 1 ou 2 fois par semaine	<input type="radio"/> Jamais	Score :
1	2	3	4	5	
3. Au cours des 4 dernières semaines, les symptômes de l'asthme (sifflements dans la poitrine, toux, essoufflement, oppression ou douleur dans la poitrine) vous ont-ils réveillé(e) la nuit ou plus tôt que d'habitude le matin ?					
<input type="radio"/> 4 nuits ou plus par semaine	<input type="radio"/> 2 à 3 nuits par semaine	<input type="radio"/> 1 nuit par semaine	<input type="radio"/> Juste 1 ou 2 fois	<input type="radio"/> Jamais	Score :
1	2	3	4	5	
4. Au cours des 4 dernières semaines, combien de fois avez-vous utilisé votre inhalateur/aérosol-doseur de secours ?					
<input type="radio"/> 3 fois ou plus par jour	<input type="radio"/> 1 ou 2 fois par jour	<input type="radio"/> 2 ou 3 fois par semaine	<input type="radio"/> 1 fois ou moins par semaine	<input type="radio"/> Jamais	Score :
1	2	3	4	5	
5. Comment évalueriez-vous votre maîtrise de l'asthme au cours des 4 dernières semaines ?					
<input type="radio"/> Pas maîtrisé du tout	<input type="radio"/> Très peu maîtrisé	<input type="radio"/> Un peu maîtrisé	<input type="radio"/> Bien maîtrisé	<input type="radio"/> Totalemment maîtrisé	Score :
1	2	3	4	5	
Test de Contrôle de l'Asthme (www.asthmacontroltest.com)					TOTAL :

Le score des 5 questions est additionné en un score total pouvant varier entre 5 et 25. Au plus le score total est élevé, au mieux l'asthme est contrôlé. Le tableau ci-dessous présente les interventions que peut faire le pharmacien en fonction du score total obtenu.

Score ACT	Interprétation score ACT	Intervention du pharmacien
<15	Asthme non contrôlé	Essayez de trouver la cause : 1/ Observance thérapeutique 2/ Technique d'inhalation, choix du dispositif d'inhalation 3/ Interaction avec un β -bloquant 4/ Mesures non-médicamenteuses mal suivies 5/ Traitement inadapté
15-19	Asthme partiellement contrôlé	
20-25	Asthme bien contrôlé	Informez le patient que son asthme est bien sous contrôle et insistez sur l'importance de continuer à prendre chaque jour le médicament

Basé sur le protocole Soins pharmaceutiques dans l'asthme, UGent.

Annexe 3 : Lignes directives Prisma



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item
TITLE		
Title	1	Identify the report as a systematic review.
ABSTRACT		
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.
INTRODUCTION		
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.
METHODS		
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.
RESULTS		
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.
DISCUSSION		
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.
OTHER INFORMATION		
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.

Échelle PEDro – Français

- | | |
|---|---|
| 1. les critères d'éligibilité ont été précisés | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement) | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 3. la répartition a respecté une assignation secrète | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 5. tous les sujets étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter" | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
| 11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité | non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> |
-

Annexe 5 : Tableur de Rob Herbert pour calculer la taille d'effet et l'intervalle de confiance à 95%

**TO ESTIMATE A CONFIDENCE INTERVAL FOR THE DIFFERENCE BETWEEN
TWO MEANS:**

Enter the mean of the control group here:

Enter the estimated population standard deviation for the control group here:

Enter the sample size (eg, number of subjects) for the control group here:

Enter the mean of the experimental group here:

Enter the estimated population standard deviation for the experimental group here:

Enter the sample size (eg, number of subjects) for the experimental group here:

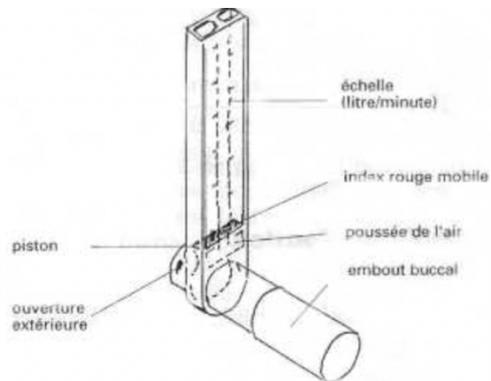
Enter the required confidence interval (eg, 95%) here:

RESULT

The estimated difference between the two population means is:

The estimated CI is:

Annexe 6 : Normes du débit expiratoire de pointe en L/min



Un exemple de débit-mètre

Les normes du débit expiratoire de pointe DEP

Les normes sont déterminées à partir de population témoin. Elles dépendent :

- Pour l'adulte : du sexe, de l'âge et de la taille du patient
- Pour l'enfant : uniquement de la taille

En moyenne :

Homme : environ 600 l/min \pm 100

Femme : environ 450 l/min \pm 85

Enfant 10 ans : environ 250 l/min \pm 50

Annexe 7 : Traduction française de Amstar-2

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

L'EFFICACITÉ DES ENTRAÎNEMENTS DE NATATION DANS L'AMÉLIORATION DE LA FONCTION RESPIRATOIRE CHEZ LES ENFANTS ATTEINTS D'ASTHME

THE EFFECTIVENESS OF SWIMMING TRAINING IN IMPROVING RESPIRATORY FUNCTION IN CHILDREN WITH ASTHMA

Nombre de pages : 64

Directeur de mémoire : EIGLIER Maëlys

Introduction : L'asthme est une inflammation chronique des voies respiratoires qui touche 300 millions de personnes dans le monde. Cette pathologie chronique obstructive a un impact important sur la qualité de vie et la fonction respiratoire des personnes atteintes. Elle entraîne une diminution de l'activité sportive, des troubles du sommeil et de l'insomnie, des crises d'exacerbations, et pour les enfants, un absentéisme à l'école. La thérapie aquatique est une forme générale de traitement et de rééducation. Selon de nombreuses études, les jeunes nageurs ont une meilleure fonction cardio-respiratoire et des volumes pulmonaires plus grands. La natation semble être une activité bénéfique pour les enfants atteints d'asthme. **Objectifs :** l'objectif de cette revue est de rechercher l'efficacité des entraînements de natation dans l'amélioration de la fonction respiratoire des enfants atteints d'asthme. **Méthode :** Les bases de données PubMed, Cochrane et Google Scholar ont été utilisées pour la recherche des articles nécessaires pour cette revue. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été choisis afin d'inclure 5 articles. L'intervention s'étend sur 6 semaines à 3 mois selon les études. Les critères de jugement primaires sont la capacité vitale forcée (CVF), le volume expiratoire moyen en 1 seconde (VEMS) et le débit expiratoire de pointe (DEP) décrits en pourcentage, avant et après intervention pour chacun des groupes expérimentaux et contrôle. Le critère de jugement secondaire est la qualité de vie. **Résultats :** 5 essais contrôlés randomisés sont inclus dans cette méta-analyse avec un total de 168 participants. L'analyse qualitative des études incluses se fait grâce à l'échelle PEDro qui est utilisée pour évaluer le risque de biais. Les résultats généraux suggèrent qu'il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les 2 groupes après intervention. Néanmoins, l'amélioration de la CVF est cliniquement significative. **Discussion :** On relève plusieurs limitations observées par suite de l'analyse des résultats. Des études plus puissantes incluant des données sur l'exposition aux produits comme le chlore, améliorant l'intensité, la fréquence et la durée de l'intervention et incluant un plus grand nombre de sujets sont nécessaires pour apporter de nouvelles preuves en faveur de l'efficacité de la natation sur l'amélioration de la fonction respiratoire des enfants asthmatiques.

Introduction: Asthma is a chronic respiratory disease which affects 300 million people worldwide. This chronic obstructive disease has a major impact on the quality of life of those affected. It leads to reduced sporting activity, sleep disorders and insomnia, and in the case of children, absenteeism from school. Aquatic therapy in general is a form of medical treatment and rehabilitation. According to several studies, young swimmers have better cardiorespiratory function and larger lung volumes. Swimming can be a beneficial activity for children with asthma. **Objectives:** the aim of this study is to investigate whether swimming training improves respiratory capacity in children with asthma. **Method:** Different databases, PubMed, Cochrane and Google Scholar, were used to find the articles required for my review. Inclusion and exclusion criteria were chosen in order to include five articles. The primary outcomes will be FVC, FEV1 and PEF. The secondary endpoint will be quality of life. The objective is to investigate an improvement of the spirometric values after 6 weeks to 3 months swimming lessons, which is the mean timeframe of the studies. **Results:** Five randomized clinical trials were included in this meta-analysis. Qualitative analysis is used to assess the risk of bias in the included studies using the PEDro scale. The global results suggest that there is no statistically significant difference between the 2 groups after intervention. Nevertheless, there is an observable clinical improvement of FVC. **Discussion:** A number of limitations were observed following the analysis of the results. More powerful studies including data on exposure to products such as chlorine, improving the intensity, frequency and duration of the intervention, including a larger number of subjects, are needed to provide new evidence in favor of the efficiency of swimming in improving the respiratory function of asthmatic children.

Asthme ; natation ; fonction respiratoire ; spirométrie ; enfants ; qualité de vie

Asthma; swimming;respiratory function;spirometry;children ;quality of life