

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem**  
**Institut d'éducation physique et sportive**  
**Département d'éducation physique et sportive**



## **Thèse**

**Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences**

**Filière: Education physique et sportive**

**Spécialité: Sciences biologiques appliquées aux activités physiques et sportives**

**Présentée par :**

**M. Oudjedi Adda**

**Etude de l'impact de l'exercice physique sur l'asthme chez les enfants  
et adolescents scolarisés**

**Devant le jury composé de :**

<b>M. Bendahmene Nacereddine</b>	<b>Prof Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem</b>	<b>Président</b>
<b>M. Said Aissa Khelifa</b>	<b>Prof Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>M. Bouloufa Boudjemaa</b>	<b>Prof Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. Ait Lounis Mourad</b>	<b>Prof Université M'Hamed Bougara, Boumerdes</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. Kasmi Ahcène</b>	<b>Prof Université Alger 03</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. Iddir Idir</b>	<b>MCA Ecole Supérieure En Sciences &amp; Technologie du Sport</b>	<b>Examineur</b>

**Année Universitaire: 2019/2020**

# *Remerciements*

*En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.*

*Toute ma gratitude à mes parents pour leurs conseils et leurs incessants encouragements qui m'ont permis de redoubler d'effort à chaque fois que je les entends.*

*L'expression de ma haute reconnaissance s'adresse à mon directeur de thèse, Le professeur Khelifa Said Aissa, pour sa disponibilité et la confiance qu'il m'a accordé. J'ai profité pendant longtemps du savoir et du savoir-faire dont j'ai pu bénéficier au cours de nombreuses discussions. J'aimerais aussi le remercier pour l'autonomie qu'il m'a accordé, et ses précieux conseils qui m'ont permis de mener à bien ce travail.*

*Mes vifs remerciements s'adressent aussi aux Professeur Bruno SESBOÛÉ, Praticien Hospitalier, service de médecine du sport, Caen. Vous avez toujours su me guider, me montrer le bon chemin et me soutenir à surmonter les difficultés quelles qu'elles soient.*

*Je tiens à remercier également le président de jury et tous les membres examinateurs d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Je tiens à témoigner ma profonde gratitude à tous les membres médicaux et paramédicaux des unités de dépistage et de suivi scolaire de Chlef qui ont contribué à la réalisation de ce projet de recherche.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à ;*

*Mes très chers parents,*

*Mes chers frères et soeurs,*

*Mes amis ;Dr. Boukachout et M. cherchar.*

# Table des matières

Remerciements .....	I
Dédicaces .....	II
Table des matières.....	III
Liste des abbréviations.....	V
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures.....	VIII
Introduction.....	1
1- Les questions.....	3
2- Hypothèses.....	4
3- Objectifs.....	4
4- Etudes antérieures et similaires.....	5
Chapitre I : Analyses bibliographique.....	9
1. Les fonctions du système respiratoire.....	10
1.1. La ventilation pulmonaire.....	10
1.2. Respiration externe.....	10
1.3. Transport des gaz respiratoires.....	10
1.4. respiration interne.....	10
2. Mécanique ventilatoire.....	10
2.1. Pression dans la cavité thoracique.....	10
2.1.1. Pression intra- alvéolaire.....	10
2.1.2. Pression intrapleurale.....	10
3. Ventilation pulmonaire .....	11
3.1. Inspiration .....	11
3.2. Expiration .....	12
4. Volumes respiratoires et épreuves fonctionnelles respiratoires .....	12
4.1. Volumes statiques.....	13
4.2. Volumes dynamiques.....	13
4.3. L'Explication de la Courbe Débit/Volume .....	15
4.4. Débit expiratoire de pointe .....	15
5. Caractéristiques du système pulmonaire de l'enfant .....	16
6. Réponses ventilatoires à l'exercice .....	17
6.1. La ventilation .....	17
6.2. Le volume courant .....	18
6.3. La fréquence respiratoire .....	18
6.4. contrôle de la ventilation.....	19
7. Réponses cardiovasculaires induites par l'exercice musculaire.....	20
7.1. Fréquence cardiaque (FC) et exercice musculaire.....	20
7.2. Volume d'éjection systolique.....	21
7.3 Débit cardiaque.....	22
II- Maladie asthmatique.....	22
1. L'asthme.....	22
2. Epidémiologie.....	22
2.1. L'échelle internationale.....	22
2.2. L'échelle nationale.....	23
3. Les facteurs de risques de l'asthme.....	23

3.1. Les causes.....	23
3.2. Les facteurs de déclenchement.....	23
4. L'enfant asthmatique en milieu scolaire.....	24
4.1.Absentéisme et retard scolaire .....	25
4.2.Le risque allergénique de l'école.....	25
4.3.Asthme et activité physique à l'école.....	25
5. Physiopathologie de la maladie asthmatique.....	26
5.1.L'obstruction bronchique.....	26
5.1.2.L'inflammation bronchique.....	26
5.1.3. L'hyperréactivité bronchique (HRB).....	27
5.2. Siége de l'obstruction bronchique .....	27
6. Diagnostic positif de l'asthme de l'enfant .....	28
6.1Manifestations cliniques .....	28
6.1.1.Crise d'asthme .....	28
6.1.2.Equivalents d'asthme.....	28
6.2. Explorations fonctionnelles respiratoires.....	28
7. Asthme induit par l'exercice.....	29
7.1. Epidémiologie.....	30
7.2. Physiopathologie.....	30
7.2.1.Théorie thermique.....	31
7.2.2.Théorie osmotique.....	32
7.2.3.La théorie inflammatoire.....	33
7.3.Facteurs déclenchants de l'asthme induit par l'exercice.....	34
7.3.1. L'intensité de l'effort.....	33
7.3.2. Le nombre et la taille des bronches déshydratées.....	33
7.3.3.La durée de l'exercice.....	33
7.3.4. La respiration buccale.....	33
7.3.5. Les caractéristiques de l'air inspiré.....	33
7.3.6.Le degré d'inflammation des bronches.....	33
7.3.7.Les modifications structurales des voies aériennes.....	34
7.3.8.« L'hyper-réponse » ou hyperréactivité du muscle lisse bronchique.....	34
7.4. Formes cliniques .....	34
7.4.1.Forme typique.....	34
7.4.2.Formes atypiques.....	34
7.4.3.Diagnostic positif.....	35
7.4.3.1.Test de course libre.....	35
7.4.3.2. Epreuve d'effort au laboratoire.....	36
7.4.3.3.Test d'hyperventilation eucapnique.....	38
7.4.3.4.Test de provocation bronchique au mannitol.....	39
7.4.3.5.Test de provocation bronchique à l'Adenosine Monophosphate (AMP).....	39
7.4.3.6.Test de provocation bronchique à la méthacholine.....	39
7.4.4. Diagnostic différentiel.....	40
7.4.5. Traitement.....	42
7.4.5.1. Traitements pharmacologiques.....	42
7.4.5.2. Traitements non pharmacologiques.....	44
ChapitreII Methode et moyens.....	48
1. Caractéristiques de l'échantillon .....	49
1.1 Type d'étude.....	49
1.2 Population d'étude.....	49

1.3 Sujets.....	49
1.4 Critères de sélection .....	49
1.4.1 Critères d'inclusions.....	49
1.4.2 Critères de non inclusion.....	49
1.4.3 Critères d'exclusion.....	49
2. Matériel technique .....	50
2.1 Débitmètre de point ( Peak Flow Meter).....	50
2.2 Chronomètre.....	51
2.3 Matériels pour recueillir les données météorologiques.....	51
2.4 Trousse d'urgence.....	51
2.5 Oxymètre.....	51
3. Méthode d'évaluation anthropométrique .....	51
3.1 Stature.....	51
3.2 Poids.....	51
3.3 L'indice de masse corporelle.....	51
4. Méthode de l'évaluation physiologique .....	52
4.1 La fréquence cardiaque.....	53
4.3 La mesure du débit expiratoire de pointe.....	54
5. Questionnaires .....	55
5.1 Questionnaires des enfants.....	55
5.2 Questionnaire des enseignants d'EPS.....	55
6. Conditions et déroulement pratique de l'expérimentation .....	55
6.1. Autorisation pour la réalisation de l'étude.....	55
6.2. Lieu et période de l'expérimentation.....	56
6.3. Avant la course.....	56
6.3.1. Interrogatoire et examen clinique.....	56
6.3.2. Réalisation du DEP avant la course.....	56
6.4. L'épreuve d'effort.....	56
6.5. Après l'effort.....	56
6.6. Positivité de l'asthme induit par l'exercice.....	57
7. Analyse statistique.....	57
ChapitreIII Présentation et interprétation des résultats.....	59
ChapitreIV Discussion.....	81
Conclusion.....	93
Recommandations.....	95
Références.....	96
Annexes.....	106
Résumé .....	118

## Liste des abreviations

AMP : Test de provocation bronchique à l'Adenosine Monophosphate

AIE : Asthme induit par l'exercice

AP : Activité physique

ATCD : Antécédents

Bêta 2 CA : bêta 2 mimétiques de courte durée d'action

Bêta 2 LA : bêta 2 mimétiques de longue durée d'action

CI : Capacité inspiratoire

CSI : Les corticostéroïdes inhalés

CVF : Capacité vitale forcée

DEP : Débit expiratoire de pointe

EIB : Bronchoconstriction Induite par l'exercice

EFR : Exploration fonctionnelle respiratoire

EILD : Dysfonction laryngée induite par l'exercice

GINA : Global initiative for asthma

HRB : Hyperréactivité bronchique

HVE : Test d'hyperventilation eucapnique

IC : Intervalle de confiance

IMC : Indices de masse corporelle

ISSAC : The international Study of asthma and Allergies in childhood

Qc : Débit cardiaque

RGO : Reflux gastro oesophagien

SV<sub>1</sub> : Seuil ventilatoire 1, SV<sub>2</sub> : Seuil ventilatoire 2

TVO : Trouble ventilatoire obstructif

UDS : Unité de dépistage et de suivi scolaire

VEMS : Volume expiration maximale à la seconde

VGT : Volume gazeux thoracique

VPN : Valeur prédictive négative

VPP : Valeur prédictive positive

## Listes Des Tableaux

Tableau 1 : Réponses hémodynamique induites par l'exercice entre enfants et adultes.....	20
Tableau 2 :Facteurs influençant la réponse de la Fc au cours de la croissance.....	21
Tableau 3: Classification de l'asthme de l'enfant.....	29
Tableau 4 : valeurs théoriques du DEP chez l'enfant et l'adolescent de 6 à 15 ans.....	54
Tableau 5 : de contingence.....	57
Tableau 6 : Les élèves exclus du protocole.....	60
Tableau 7: répartition selon le sexe.....	60
Tableau 8: Répartition selon l'âge.....	61
Tableau 9: Répartition selon l'IMC.....	62
Tableau 10 : analyse du questionnaire.....	62
Tableau 11: Prévalence de l'AIE chez les élèves de l'échantillon étudié.....	64
Tableau 12: Prévalence de l'AIE dépistés chez les élèves asthmatiques.....	64
Tableau 13: Répartition selon le degré de chute du DEP.....	64
Tableau 14 : Fréquence des symptômes respiratoires.....	65
Tableau 15: Fréquence de l'AIE selon les antécédents de rhino conjonctivite.....	65
Tableau 16: Prévalence de l'AIE selon les antécédents de Rhinoconjonctivite.....	66
Tableau 17: Sensibilité, spécificité ,VPP et VPN des items du questionnaire.....	66
Tableau 18: Prévalence de l'AIE selon l'IMC.....	66
Tableau 19 : Prévalence de l'AIE selon l'âge.....	67
Tableau 20 : Prévalence de l'AIE selon le sexe.....	68
Tableau 21 : L'âge de l'échantillon des enseignants.....	68
Tableau 22 : Niveau d'instruction de l'échantillon.....	68
Tableau 23 :Nombre d'élèves asthmatiques.....	69
Tableau 24: Nombre d'élèves asthmatiques dispensés.....	69
Tableau 25 : Symptômes de l'asthme.....	70
Tableau 26: le nombre de manifestations à type de sifflement ou de crise d'asthme survenus en salle.....	71
Tableau 27: le nombre de manifestations à type de sifflement ou de crise d'asthme survenus à l'extérieur.....	71
Tableau 28 :Source d'information concernant l'asthme de l'élève.....	72
Tableau 29: intégration de l'élève asthmatique dans le cours d'EPS.....	73
Tableau30 : les facteurs déclenchant d'une crise d'asthme.....	74

Tableau 31: asthme et exercice physique.....	75
Tableau 33 : compétence nécessaires afin d'enseigner les asthmatiques.....	75
Tableau 34: formation aux premiers secours.....	76
Tableau35 : les traitements d'urgences d'une crise d'asthme a entreprendre avant l'arrivé du SAMU.....	77
Tableau 36: matériel et/ou des médicaments du premier secours.....	78
Tableau 37: sport d'endurance et asthme.....	79
Tableau 38: traitements préventifs.....	79

## Liste des figures

Figure 1 : volumes et capacités pulmonaires.....	13
Figure 2 : Courbe débit-volume .....	14
Figure 3 : Volume expiratoire maximal durant la première seconde (VEMS).....	14
Figure 4 : volume expiratoire maximum en t secondes (VEMt).....	14
Figure 5 : Evolution des différents volumes pulmonaires avec la croissance chez les garçons (A) et chez les filles (B) .....	17
Figure 6 : Mécanismes proposés dans la genèse d'un l'AIE.....	31
Figure 7 : La théorie thermique.....	31
Figure 8 : Hypothèse osmotique.....	32
Figure 9. Évolution du débit ventilatoire en fonction de l'intensité de l'effort chez le sujet normal, et chez l'enfant asthmatique avant et après réentraînement.....	46
Figure 10: Débit mètre de pointe.....	50
Figure 11: Embouts en carton.....	50
Figure 11 : oxymètre.....	51
Figure 12 : courbes de l'International Obesity Task Force (IOTF) pour garçons.....	52
Figure 13 :Après 2 ans : courbes de l'International Obesity Task Force (IOTF) pour filles.....	53
Figure 14 :Méthode tactile.....	53
Figure 15 : Taux de participation à l'enquête.....	60
Figure 16: Répartition selon le sexe.....	61
Figure 17 : Répartition selon l'âge.....	61
Figure 18 : Répartition selon l'IMC.....	62
Figure 19 : Répartition des antécédents dans l'échantillon étudié.....	63
Figure 20 : Répartition selon le degré de chute du DEP.....	64
Figure 21 : Fréquence des symptômes respiratoires.....	65
Figure 22 : Prévalence de l'AIE selon l'IMC.....	67
Figure 23 : Prévalence de l'AIE selon l'âge.....	67
Figure 24 : Prévalence de l'AIE selon le sexe.....	68
Figure 25 : Symptômes de l'asthme.....	70
Figure 26: Source d'information concernant l'asthme de l'élève.....	72
Figure 27: intégration de l'élève asthmatique dans le cours d'EPS.....	74
Figure 28: les facteurs déclenchant d'une crise d'asthme.....	75
Figure 29: les compétences nécessaires afin d'enseigner les élèves asthmatiques.....	76
Figure 30: formation aux premiers secours.....	76
Figure 31 : les traitements d'urgences d'une crise d'asthme.....	78
Figure 32 : matériel et/ou des médicaments du premier secours.....	78
Figure 33 : sports d'endurance et asthme.....	79
Figure 34 : traitements préventifs.....	80

# *Introduction générale*

**Introduction :**

L'asthme est un problème de santé mondial majeur et sa prévalence augmente dans la plupart des pays, en particulier chez les enfants (Ektah, Arun, & Elza, 2014) qui se caractérise par des épisodes de toux sèche répétée, une difficulté à respirer, un essoufflement, une respiration sifflante ou une sensation d'oppression dans la poitrine et l'hyperréactivité bronchique (Cave & Atkinson, 2014).

L'asthme est une maladie respiratoire chronique qui touche des millions de personnes partout de par le monde. En effet, malgré les avancées spectaculaires, dont les thérapies nouvelles et efficaces, le nombre de sujets asthmatiques ne cesse d'accroître notamment avec l'urbanisation et le changement dans le mode de vie. Par ailleurs, si l'on considère que la population urbaine en 2009 dépasse les 50 % de la population mondiale (pour atteindre 3,3 milliards de citadins) et que la projection en 2025 sera de plus de 77 % (près de 5 milliards de personnes qui vivront en zone urbaine), il est estimé que 100 millions d'asthmatiques supplémentaires pourraient être attendus en 2025. L'ampleur de la maladie au niveau international est telle que l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S) l'a qualifiée en 2008 « d'urgence mondiale », après une étude épidémiologique dont les résultats ont conclu que les infections respiratoires aiguës, et en particulier l'asthme, seraient à l'origine de 70 % des décès enregistrés en Afrique sub-saharienne et en Asie du sud-est chez les enfants de moins de 5 ans (IDIRI, 2012).

La prévalence de cette maladie varie beaucoup, aussi bien d'une région ou d'un pays à l'autre qu'à l'intérieur d'une même région ou d'un même pays ; En France

7% en France et en Allemagne, 11% aux Etats-Unis et de 15 à 18% au Royaume-Uni. La prévalence de l'asthme au Maghreb se situe entre 1,5 et 3 %. Environ 20 % de ces patients souffrent d'asthme sévère, dont 20 % sont mal contrôlés. L'âge d'apparition maximale est de 5 ans, où il est plus fréquent chez les garçons que chez les filles, avec un ratio de 3:2.5. Durant l'adolescence, la prévalence est égale chez les hommes et les femmes adultes. À l'échelle mondiale, la morbidité et la mortalité associées à l'asthme ont augmenté au cours des deux dernières décennies (Formosa, 2008).

Au cours des deux dernières décennies, les études ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) ont montré l'impact et l'importance de l'asthme dans le monde, l'asthme étant une maladie infantile qui peut affecter 15 à 25 % des enfants scolarisés dans de nombreux pays différents (Roncada et al., 2016). En Algérie, la

prévalence de l'asthme était de 3.50 % pour l'étude de Boukari et col à Alger en 2001, 3.12% pour l'étude de Bensaad à Annaba en 2003, , 4.1 % pour l'étude « AIRMAG » à Alger en 2008. D'autres études ont montré une prévalence élevée ; 13.22% pour l'étude de Argaz à Alger en 2006 et 9.9% pour l'étude de Bioud à Sétif en 2007(BENARAB-BOUCHERIT, 2010).

l'activité physique (AP) et l'alimentation jouent un rôle important dans le maintien de la santé et la prévention de l'obésité. En effet, 5 des 6 facteurs de risque de maladies non transmissibles sont fortement associés à l'alimentation et à l'activité physique(Al-Hazzaa et al., 2014). L'augmentation de l'activité physique et de l'aptitude cardiorespiratoire a un effet positif sur le débit expiratoire maximal et le contrôle de l'asthme (Teng et al., 2014), améliorer la qualité de vie, réduire les les exacerbations, les admissions à l'hôpital, l'absentéisme scolaire, les visites médicales non planifiées et le nombre de médicaments utilisés dans le contrôle de l'asthme (F. Dantas et al., 2014).

Sur le plan physiologique, l'enfant avec un asthme bien contrôlé, devrait présenter une aptitude physique identique à celle d'un enfant sain. Cette aptitude est corrélée avec la fonction respiratoire de base, le degré d'obstruction bronchique et le niveau d'Activité Physique (AP) quotidienne. Ce dernier paramètre se révèle être un élément a très important chez l'enfant asthmatique. Sur le plan physiopathologique, l'enfant asthmatique peut potentiellement présenter deux types de symptômes lors d'une AP. Premièrement, une intolérance à l'effort, se caractérise par une dyspnée, non spécifique à la pathologie asthmatique. Liée au déconditionnement physique et réversible, elle va se présenter pendant l'effort et céder à l'arrêt de celui-ci. Elle peut également être due à une obstruction bronchique au cours de l'activité et elle pourrait être le plus souvent un mauvais contrôle de la maladie asthmatique. Deuxièmement, après la fin de l'AP, l'enfant asthmatique peut présenter une bronchoconstriction et une inflammation bronchique transitoire en réponse à l'exercice, c'est asthme induit à l'exercice (AIE)(Audag, Caty, & Reychler, 2016).

L'asthme induit par l'exercice (AIE) est une forme clinique d'asthme caractérisée par une obstruction transitoire des voies aériennes qui intervient dans les 5 à 15 min après l'arrêt de l'exercice (Vaucelle, Lecoq, Friemel, & Courteix, 2003).

La prévalence de l'AIE dans la population générale est d'environ 5 à 20 %. Cependant, comme peu d'études épidémiologiques différencient les personnes asthmatiques de la population générale, la prévalence réelle de l'AIE dans la population générale non

asthmatique est mal comprise (Bhumika Aggarwal, Aruni Mulgirigama, & Norbert Berend, 2018).

La prévalence de l'AIE chez les enfants dépend de certains facteurs épidémiologiques. Ces facteurs comprennent l'âge, le sexe, l'origine ethnique et même la classe économique de l'individu, le type et l'intensité de l'exercice, les conditions climatiques ( température et d'humidité), et la présence d'atopie ou d'asthme(C. Randolph, 2013). La prévalence de cette affection dans la population générale des enfants occidentaux varie entre 4,7 % et 12 %, 25 % dans certains domaines du sport de compétition et jusqu'à 90 % chez les patients asthmatiques connus (Caillaud et al., 2014).

En Algérie, les études sur le dépistage de l'asthme d'effort sont rares, la première étude a été réalisée par (Benarab-Boucherit et al., 2011) à Annaba, où la prévalence de l'AIE était beaucoup plus fréquente chez les enfants asthmatiques que chez les enfants non asthmatiques (47,0% vs 13,9%) et une étude réalisée par(Bioud et al., 2018) à Sétif, Ils ont trouvé 1% comme chiffre de prévalence.

En Algérie et plus précisément à Chlef où l'environnement serait jugé comme étant asthmogène, du fait de la variabilité du climat pendant les saisons avec alternance d'air humide et chaud parfois sec et froid. A cela, s'ajouteraient la polluants industrielle de la ville de Chlef qui favoriseraient l'augmentation de la prévalence de certaines pathologies respiratoires et les caractéristiques socio-économiques qui pourraient jouer vraisemblablement un rôle aggravant.

Toutes ces considérations ont contribué à la réalisation de ce travail dont le but était ; d'estimer pour la première fois la prévalence de l'asthme induit par l'exercice chez l'enfant et l'adolescent scolarisés de la commune de Chlef.

### **1. Les questions :**

- 1- Quelle est la prévalence de l'asthme et de l'asthme induit par l'exercice (AIE) chez les enfants et les adolescents scolarisés dans la wilaya de chlef ?
- 2- Y a-t-il des différences significatives entre les filles et les garçons en terme de prévalence de l'AIE ?
- 3- Y a-t-il une relation de corrélation entre l'obésité et l'AIE ?
- 4- Quel est le niveau des connaissances, attitudes et pratiques des enseignants d'éducation physique et sportive sur l'asthme et l'AIE ?

- 5- Quels sont les obstacles en milieu scolaire qui ont un impact sur la prise en charge de l'AIE ?

## **2. Hypothèses :**

- 1- Il y a des différences significatives pour le sexe féminin sur le plan de la prévalence de l'AIE.
- 2- Il y a une relation de corrélation positive entre l'obésité et l'AIE.
- 3- Les connaissances et les attitudes des enseignants d'EPS sur l'asthme et l'AIE sont limitées.
- 4- Il y a de nombreux obstacles tels que le manque de communication avec les parents, l'absence des médicaments aux niveaux des établissements scolaires, l'absence d'un plan de prise en charge de l'asthme comme dans les pays développés.

## **4. Objectifs :**

- 1- Estimer la prévalence de l'AIE chez les enfants scolarisés de la Wilaya de Chlef.
- 2- Déterminer l'apport du débit mètre de pointe, le test de course libre de 6min et le questionnaire ISAAC dans le dépistage de l'asthme d'effort.
- 3- Introduire l'usage systématique du débit mètre de pointe par les médecins des unités de dépistages et de suivi scolaire (UDS).
- 4- Définir et cerner les facteurs de risques de l'AIE ( antécédents, obésité, conditions climatiques, ..ect).
- 5- Amener les médecins à préciser l'inaptitude pour qu'un élève ne soit pas déclaré dispensé.
- 6- Connaître le niveau des connaissances, attitudes et pratiques des enseignants d'EPS sur l'asthme et l'asthme d'effort.
- 7- Déterminer les obstacles qui empêchent l'accueil et l'intégration de l'élève asthmatique dans la classe d'EPS
- 8- Suivi des enfants asthmatiques et l'élaboration d'un projet d'accueil individualisé.

#### **4. Analyses des travaux antérieures et des études similaires :**

##### **4.1 L'étude de (BENARAB-BOUCHERIT, 2010) ;**

C'était la première étude en Algérie sur la prévalence de l'asthme d'effort chez les enfants scolarisés de la ville de Annaba en utilisant le débit mètre de pointe et le test de course libre conjugué avec le questionnaire ISAAC, Le médecin investigateur à choisi un échantillon représentatif de la population, un sondage de celui en grappe à 2 degrés a été utilisé afin de choisir l'échantillon.

286 élèves (89,7 % de l'effectif total) ont participé à l'étude, Le questionnaire de l'étude ISAAC utilisé dans cette étude a permis de détecter les enfants déjà connus comme asthmatiques avec un taux de prévalence 6,6 % (IC 95% :3,75-9,53) et ceux présentant des signes d'AIE avec un taux de prévalence de 27,62 %.

Sur les 19 cas asthmatiques, 9 cas ont présenté un bronchospasme à l'effort, ce qui amène le taux de prévalence de l'AIE global (AIE dépistés + AIE connus) à une valeur de 16.1% (IC 95% :12,2-20,40).

##### **4.2 L'étude de (Bioud et al., 2018) ;**

Étude transversale descriptive, 3142 élèves âgés de 13–14 ans ont répondu au questionnaire International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). Des données sur la prévalence des symptômes évocateurs de l'AIE durant les 12 derniers mois ont été recueillies. Trois cent quatre-vingt-dix collégiens ont répondu positivement et parmi eux 299 élèves n'avaient pas un diagnostic d'asthme auparavant, 286 adolescents non asthmatiques ont subi un test de course libre de 6 minutes avec une évaluation clinique et fonctionnelle avant et à 1, 5, 10, 15, 30 minutes après l'effort.

La prévalence sur questionnaire des symptômes d'AIE durant les 12 mois est de 12 %, elle était de 48 % chez les asthmatiques et de 10 % chez les non asthmatiques. Parmi les non-asthmatiques, un AIE était diagnostiqué chez 32 adolescents devant une chute > 15 % du DEP donnant une prévalence de 1 % et ils ont pas constaté une différence de prévalence entre les filles et lmes garçons ( filles 1,1 % et garçons 0,9 %).

La prévalence de l'AIE est faible comparativement aux données de l'Afrique et de l'Europe , du fait de la faible prévalence de l'asthme de l'enfant à Sétif.

#### **4.3 L'étude de (Ammor, 2007), Maroc ;**

Etude transversale avec un échantillon de 708 élèves de la ville de Fès, 697 d'entre eux ont répondu au questionnaire.

L'objectif principal de l'étude était d'estimer la prévalence de l'asthme induit par l'exercice. L'échantillon était composé de 359 garçons (50,7%) et de 349 filles (49,3%). Un asthme suspecté chez les enfants qui présentent des sifflements ou une gêne respiratoire soit la nuit soit après exposition au froid soit après l'exposition aux odeurs fortes a été retrouvé dans 181 cas (26%). Parmi les 697 élèves qui ont répondu au questionnaire, 79 ont été exclus car ils avaient une pathologie contre indiquant l'effort. 618 élèves ont bénéficié d'une spirométrie de base dont 21 ont été exclus car ils avaient un VEMS de base inférieur à 75% de la valeur théorique. 597 élèves ont participé à une course de 6 min suivie d'une mesure du VEMS juste après l'effort puis à 5, 10, et 30 min après l'arrêt de l'effort.

L'épreuve d'effort a permis d'objectiver des prévalences de l'AIE de 20,8 %, 15,6 % et 9,5 % pour les seuils respectifs de chute du VEMS de 10%; 12% et 15 %. 25,3% des asthmatiques suspectés sur la base du questionnaire ont présenté un AIE après le test et 17,8% des élèves non connus asthmatiques sur la base du questionnaire ont présenté un AIE après le test. Le sexe féminin est le plus touché par l'AIE avec une prévalence de 26,4% chez les filles, contre 15,5% chez les garçons.

La prévalence de l'AIE dépend du type de pollution, de la distance par rapport à la source de pollution et du niveau d'exposition allergénique.

#### **4.4 l'étude de (Lezreg, 2013), Maroc ;**

Etude transversale avec un échantillon de 825 élèves de la ville d'Oujda, 781 d'entre eux ont répondu au questionnaire.

Le choix des écoles s'est effectué selon le niveau de pollution. Le recueil des données s'est basé sur le questionnaire ISAAC phase I.

L'échantillon était composé de 405 garçons (52%) et de 376 filles (48%). 8,3% des élèves ont déjà eu des sifflements thoraciques au cours des 12 derniers mois et que 4,7% ont un asthme diagnostiqué, 24,8% ont eu des symptômes évocateurs de la rhinite durant les 12 derniers mois.

Parmi les 781 élèves, la prévalence des symptômes évocateurs de l'eczéma était 11,9% au cours des 12 derniers mois. Enfin, la prévalence de l'eczéma diagnostiquée est 2,8%.

Le test d'effort a permis d'objectiver la prévalence de l'AIE à 7,9 % pour un seuil de chute du DEP de 15 %. 9,1 % des asthmatiques suspectés sur la base du questionnaire ont présenté un AIE après le test et 7,8% des élèves non suspectés asthmatiques sur la base du questionnaire ont présenté un AIE après le test.

Le questionnaire a montré que les facteurs liés à l'asthme sont la pollution atmosphérique, l'exposition allergénique, le terrain atopique, le bas niveau socio-économique, le sexe féminin et l'âge. Les facteurs liés à l'asthme d'effort sont la pollution, l'exposition allergénique, le sexe féminin, l'âge, le niveau socioéconomique bas et l'asthme diagnostiqué.

#### **4.5 l'étude de (Mashalane, Stewart, Feldman, Becker, & De Charmoy, 2006) ;**

L'Objectif était de déterminer la prévalence et l'impact de divers facteurs de risques sur la prévalence de l'AIE chez les écoliers de Thokoza.

Au total, 475 enfants de 9 et 10 ans ont passé un test de dépistage de l'asthme en course libre de 6min. la positivité du test était définie comme une réduction du DEPpost-exercice supérieur à 15 % de la valeur de base (théorique) avec un intervalle de 3 et 10min. Tous les enfants qui ont fait une chute après l'exercice du DEPde plus de 15% à 2 reprises après le test d'effort ont été classées comme ayant un AIE.

Un taux de prévalence de 7,26 % (intervalle de confiance (IC) à 95 % : 4,5 - 10,3%) a été enregistrée. La dyspnée et l'oppression thoracique étaient les symptômes respiratoires les plus fréquents chez les enfants qui ayant un AIE.

#### **4.6 L'étude de (Onazi, Orogade, & Yakubu, 2012), Nigeria ;**

Un questionnaire de l'étude ISAAC modifié a été administré et les sujets ont été informés comment utiliser le débitmètre de pointe. Le DEP post-exercice a été calculé et le diagnostic de l'AIE était positif a un seuil de réduction d'au moins 15% du DEP. La prévalence de l'AIE était 6,0 % (64/1067 sujets) tandis que 12,7 % (136/1067) avait des antécédents de respiration sifflante. Le taux de prévalence le plus élevé était constaté chez les enfants âgés de 10 à 14 ans avec un sexe ratio de 1.9:1 pour les garçons. Le lieu de résidence n'était pas corrélé avec les chiffres de prévalence de l'AIE.

#### 4.7 L'étude de (Sandsund et al., 2011), Norvège ;

Une étude descriptive réalisée en norvège, en utilisant un questionnaire pour identifier les attitudes des enseignants d'éducation physique face à l'asthme induit par l'exercice et évaluer leurs connaissances de l'asthme.

106 professeurs d'éducation physique dans les écoles secondaires de la ville de Trondheim et les collèges du comté de Sør-Trøndelag en Norvège ont répondu à un questionnaire (taux de réponse de 65%). Quarante-deux (82) enseignants d'EPS (78,1 %) avaient des élèves asthmatiques dans leurs classes de sport et 89,4 % ont répondu positivement à leurs besoins et manque de compétence afin d'enseigner les élèves asthmatiques. Vingt-sept (25,9 %) ont déclaré qu'ils avaient suffisamment de connaissances pour faire à l'asthme d'effort.

En conclusion, les enseignants d'EPS ont besoin d'une formation pour savoir comment aménager leurs cours d'EPS pour intégrer les enfants asthmatiques.

#### 4.8 L'étude de (McClelland, Avalos, & Reznik, 2019), USA ;

Etude basée sur l'entretien et le questionnaire, avec 16 enseignants d'éducation physique de 10 écoles primaires du Bronx, NY. Les entretiens ont été enregistrés, transcrits et codés indépendamment. L'analyse du contenu a permis d'identifier 10 grands thèmes communs.

Trois domaines ont été identifiés : 1) les procédures et politiques scolaires pour la prise en charge de l'asthme ; 2) le rôle des enseignants d'éducation physique dans la prise en charge de l'asthme ; et 3) les obstacles à l'activité physique (AP) pour les élèves.

La plupart des enseignants d'EPS ne connaissaient pas les procédures écrites de prise en charge de l'asthme sévère et n'ont pas fait une formation spécifique pour enseigner les sujets asthmatiques. De nombreux enseignants d'EPS ont exprimé leur confiance dans la prise en charge de l'asthme. Ils ont utilisé diverses méthodes pour gérer les crises d'asthme, mais tous ont demandé l'aide de l'infirmière pour s'occuper des cas d'asthme sévère. Plusieurs obstacles à l'AP ont été déterminés, y compris ; le manque d'installations de gymnase, le mauvais temps ( conditions climatiques, l'horaire irrégulier des cours d'éducation physique, le diagnostic de l'asthme et l'absence d'inhalateurs ( médicaments) dans le bureau de l'infirmière.

*Chapitre I*  
*Analyse bibliographique*

## **1. Les fonctions du système respiratoire :**

### **1.1. La ventilation pulmonaire :**

Le gaz carbonique doit être renouveler sans cesse par l'air qui circule dans les poumons. Ce processus est appelé communément ventilation ou respiration

### **1.2. Respiration externe :**

C'est le processus de diffusion de l'oxygène vers le sang et diffusion du gaz carbonique vers les cavités aériennes.

### **1.3. Transport des gaz respiratoires :**

L'oxygène et le gaz carboniques doivent être transportés des poumons aux cellules, et vice versa.

### **1.4. respiration interne :**

C'est la diffusion de l'oxygène vers les cellules et diffusion du gaz carbonique vers la capillaires (E. Marieb, 1999).

## **2. Mécanique ventilatoire :**

La mécanique respiratoire décrit l'ensemble des structures qui contribuent au soutien et au déplacement du poumon. Les poumons et la cage thoracique sont des structures élastiques. Ainsi, toutes variations de pression de part et d'autre d'une des structures engendrent un changement de son volume. L'élasticité de ses structures permet de revenir à leurs état initiale lorsque les variation de pression cessent. Par conséquent, il y a une relation entre la pression et le volume de ses structures (Pinet, 2004).

### **2.1. Pression dans la cavité thoracique :**

#### **2.1.1. Pression intra- alvéolaire :**

Pression intra- alvéolaire ou pulmonaire représente la pression qui régné à l'intérieur des alvéoles, se varie selon les deux phases de la respiration (inspiration et expiration), mais elle deviendra toujours égale à la pression atmosphérique.

#### **2.1.2. Pression intrapleurale :**

C'est la pression qui régné à l'intérieur de la cavité pleurale, monte et descend suivant la respiration. Elle est toujours inférieure d'environ 4 mm Hg à la pression intra- alvéolaire. Donc, elle est négative par rapport à la pression intra-alvéolaire et atmosphérique.

Deux forces tendent à éloigner les poumons (plèvre viscérale) de la paroi-thoracique (plèvre pariétale), et donc à affaïsser les poumons :

– la tendance naturelle des poumons à se rétracter : étant donné la grande élasticité que leur confèrent les fibres élastiques, les poumons ont toujours tendance à prendre les plus petites dimensions possibles.

– la tension superficielle de la pellicule de liquide dans les alvéoles : cette tension fait prendre aux alvéoles les plus petites dimensions possibles.

Cependant, à ces forces s'oppose :

– la capacité d'expansion de la paroi thoracique : la capacité naturelle d'expansion de la cage thoracique tend à pousser le thorax vers l'extérieur, ce qui entraîne une augmentation du volume des poumons (E. Marieb, 1999).

### **3. Ventilation pulmonaire :**

Les échanges gazeux entre l'air et le sang se réalisent lorsque l'air des alvéoles se renouvelle grâce à la **ventilation pulmonaire ou respiration**. Celle-ci se traduit par l'alternance du processus inspiration-expiration.

Une règle à garder à l'esprit tout au long de ce qui suit la discussion porte sur le fait que les changements de volume entraînent des changements de pression, et les changements de pression entraînent l'écoulement de gaz pour égaliser la pression.

La **loi de Boyle** donne la relation entre la pression et le volume d'un gaz : A température constante, la pression d'un gaz varie inversement à son volume. C'est-à-dire,  $P_1 V_1 = P_2 V_2$ .

#### **3.1. Inspiration :**

Visualisez la cavité thoracique comme une boîte remplie de gaz avec une seule entrée au sommet, la trachée. Le volume de cette boîte est variable et peut s'accroître en agrandissant la distance entre ses parois, ce qui permet de diminuer la pression du gaz à l'intérieur. Cette diminution de la pression fait rentrer l'air à l'intérieure de la boîte car le gaz s'écoule toujours dans le sens de gradient de pression.

La même chose se produit lors d'une inspiration calme normale, lorsque les muscles inspiratoires - le diaphragme et les muscles intercostaux externes - sont activés. Voici comment fonctionne l'inspiration calme.

- **Action du diaphragme :** Lorsque le diaphragme en forme de dôme se contracte, il se déplace vers le bas et s'aplatit. Par conséquent, la dimension supérieure-inférieure (hauteur) de la cavité thoracique augmente.

#### **- Action des muscles intercostaux :**

Lorsque les muscles intercostaux externes se contractent, ils soulèvent la cage thoracique et poussent le sternum vers le haut. Parce que les côtes s'incurvent vers le bas ainsi qu'en avant autour de la paroi thoracique, les dimensions latérales et antéro-postérieures les plus larges de la les cages thoraciques sont normalement dirigées obliquement vers le bas. Mais lorsque les côtes s'élèvent et se rapprochent, elles pivotent vers l'extérieur, élargissant le diamètre du thorax à la fois latéralement et dans le plan antéro-postérieur. C'est un peu comme l'action qui se

produit quand une poignée de seau courbée est levée - elle se déplace vers l'extérieur en se déplaçant vers le haut.

Bien que ces actions n'augmentent les dimensions thoraciques que de quelques millimètres sur chaque plan, cela suffit à augmenter le volume thoracique de près de 500 ml - le volume d'air habituel qui entre dans les poumons pendant une inspiration normale et calme.

L'action du diaphragme est beaucoup plus important pour produire ces changements de volume que celle des muscles intercostaux.

### **3.2. Expiration :**

Chez les personnes en bonne santé, l'expiration est un processus passif qui dépend plus de l'élasticité des poumons que de la contraction musculaire.

les muscles inspiratoires se détendent et reprennent leur longueur de repos, la cage thoracique s'abaisse et les poumons se rétractent. Par conséquent, les volumes thoracique et intrapulmonaire diminuent. Cette diminution de volume comprime les alvéoles, et la pression intra-alvéolaire dépasse d'environ 1 mm Hg la pression atmosphérique. Lorsque  $P_{\text{intra-alvéo}} > P_{\text{atm}}$ , le gradient de pression force les gaz à s'échapper des poumons.

L'expiration forcée est un processus actif produit par la contraction des muscles de la paroi abdominale, principalement les muscles obliques et transversaux. Ces contractions ; (1) augmentent la pression intra-abdominale, ce qui force les organes abdominaux à se placer en position supérieure contre le diaphragme, et (2) abaissent la cage thoracique. Les muscles intercostaux internes contribuent également à abaisser la cage thoracique et à diminuer le volume thoracique (E. N. Marieb & Hoehn, 2013).

### **4. Volumes respiratoires et épreuves fonctionnelles respiratoires :**

La mesure des volumes pulmonaires inspirés et expirés ou spirométrie est utile pour détecter, caractériser et quantifier la sévérité d'une maladie respiratoire.

La mesure des volumes pulmonaires absolus, volume résiduel (VR), capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) et capacité pulmonaire totale (CPT) est techniquement plus complexe, ce qui limite son utilisation en pratique clinique. Le rôle de cette mesure dans l'évaluation de la sévérité d'une pathologie, d'une incapacité fonctionnelle, de l'évolution d'une pathologie et de la réponse au traitement reste à déterminer tant chez le nourrisson, que chez l'enfant et l'adulte. Néanmoins, il existe des conditions particulières pour lesquelles les mesures du volume pulmonaire sont impératives pour poser un diagnostic physiologique correct (Wanger et al., 2007).

#### 4.1. Volumes statiques :

**CV** : La capacité vitale est définie comme le plus grand volume gazeux mobilisable par l'appareil respiratoire, entre la fin d'une inspiration maximale et la fin d'une expiration maximale lors de manœuvres dites « lentes ».

**VRE** : Le volume maximum pouvant être expulsé par une expiration après la fin d'une expiration normale au repos.

**VRI** : Le volume maximum pouvant être inspiré après une inspiration courante au repos.

**CI** : Le volume mobilisé par une inspiration lente et complète (jusqu'à la capacité pulmonaire totale), à partir d'une expiration normale passive.

**VGT** : Le volume de gaz intra-thoracique mesuré par pléthysmographie au moment d'un arrêt de tout débit provoqué par une occlusion des voies aériennes interrompant l'écoulement d'air à la CRF, et correspond à la CRFpleth.

**CPT** : La capacité pulmonaire totale.  $CPT = VR + CVI$ , mesurée en pléthysmographie corporelle totale ou  $CPT = CRF + CI$ .

**VR** : Le volume résiduel.  $VR = CPT - CVI$  mesuré en pléthysmographie corporelle

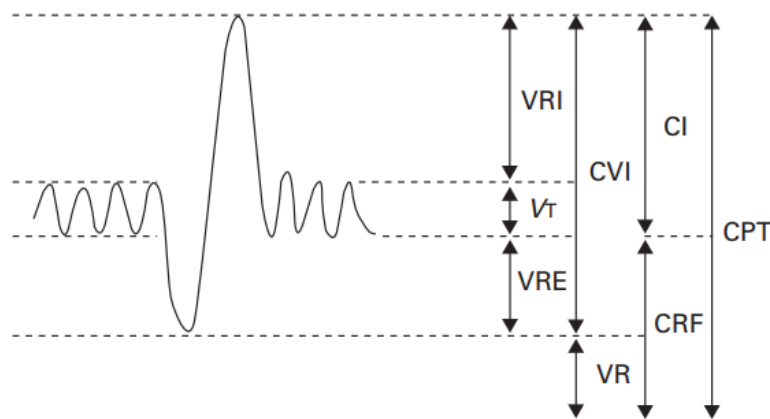


Figure 1 : volumes et capacités pulmonaires.

#### 4.2. Volumes dynamiques :

**CVF** : La capacité vitale forcée, correspond au volume maximum d'air expiré au cours d'un effort maximum effectué à partir d'une inspiration maximale (fig : 2).

**VEMS** : Le volume maximum d'air expiré au cours de la première seconde d'une expiration forcée à partir d'une inspiration maximale (fig : 3).

**VEMt** : Le volume expiré maximum en t secondes, par une expiration forcée en partant d'une inspiration maximale, le plus important et le VEM6 (fig : 4).

**Vt** : Le volume courant est le volume d'air mobilisé lors d'une inspiration et d'une expiration normale

**Courbe débit-volume maximale expiratoire :** Une boucle débit/volume complète commence par une inspiration profonde puis une expiration forcée, le débit expiratoire s'élève rapidement jusqu'à une valeur maximale ou débit expiratoire de pointe (DEP), puis redescend progressivement en pente curviligne jusqu'à zéro, et réalise une boucle qui comprend :

**DEMM<sub>25-75</sub> :** Le débit expiratoire maximal entre 25 % et 75 % de la CVF, connu sous le nom de débit expiratoire maximal médian.

**DEP :** Le débit expiratoire de pointe dérivé de la courbe débit-volume. Il correspond au débit expiratoire maximum obtenu à partir d'une expiration forcée maximale. Le débit de pointe est effort dépendant, il existe un consensus pour exclure cette mesure chez la personne âgée en dehors de la surveillance de l'asthme (KETFI, 2016).

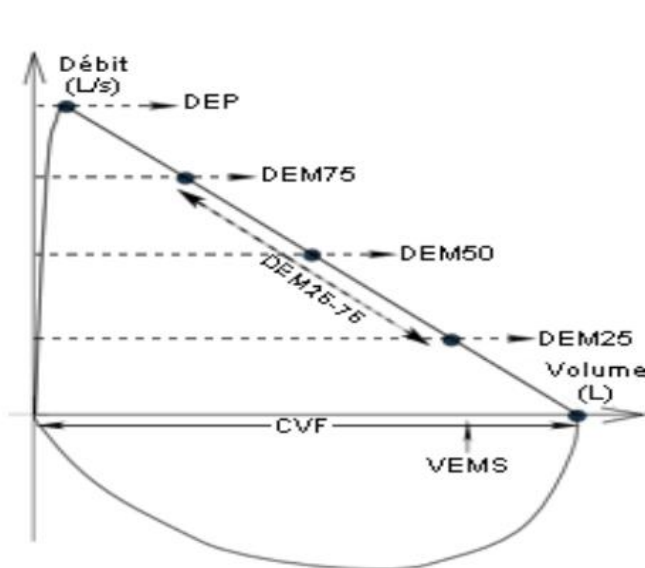


Figure 2 : Courbe débit-volume.

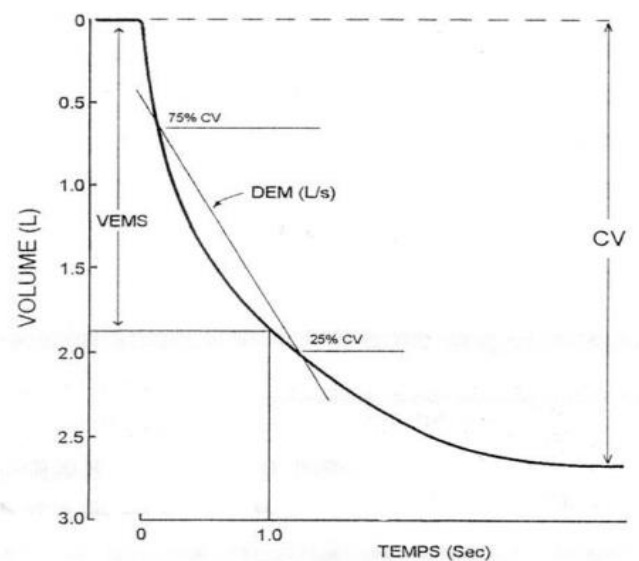


Figure 3 : Volume expiratoire maximal durant la première seconde (VEMS)

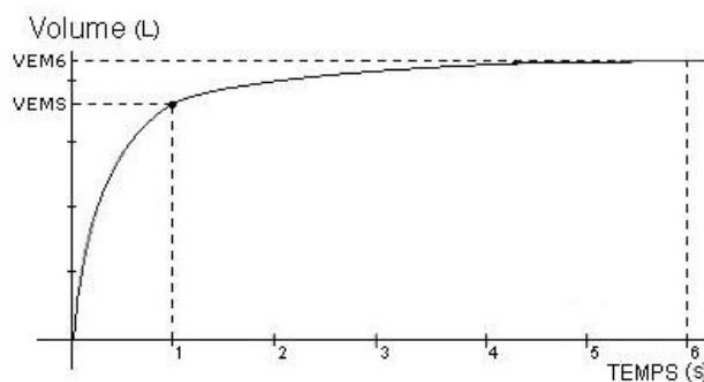


Figure 4 : volume expiratoire maximum en t secondes (VEMt).

### 4.3. L'Explication de la Courbe Débit/Volume :

Les débits qui figurent au dessous de l'axe horizontale sont les débits inspiratoires et les débits qui figurent au dessus de l'axe sont des débits expiratoires.

La courbe débit-volume démarre à zéro, au point d'intersection des axes x et y (débit = 0 et volume = 0). Le débit augmente très vite immédiatement après le départ du test de spirométrie, et doit atteindre son maximum dans les 100 millisecondes. Ce point est nommé le Débit Expiratoire de Pointe (DEP).

Après le DEP la courbe est en ligne descendre (le débit baisse) quoiqu'il y a plus de volume expiré. Après 25% de la CVF le point DEM<sub>75</sub> est atteint : le débit ou le patient doit encore expirer 75% de la CVF. A 50% de la CVF, le paramètre DEM<sub>50</sub> est atteint et après 75% le DEM<sub>25</sub>. Le paramètre DEM<sub>25-75</sub> est le débit expiratoire médian mesuré entre 25% et 75% de la CVF.

Le débit continue à décliner pour finalement atteindre zéro: la fin du test. Le point où la courbe touche l'axe X est la CVF: la totalité du volume pulmonaire mobilisable est expirée (si le manoeuvre du test de spirométrie est bien fait!) (Spirométrie, 2019).

### 4.4. Débit expiratoire de pointe :

Le DEP dépend de l'effort réalisé et du volume pulmonaire, la coopération du patient étant un facteur important. Le DEP doit être obtenu le plus rapidement possible et avec un volume pulmonaire aussi élevé que possible, afin d'atteindre une valeur maximale. Le patient doit être encouragé à souffler le plus fort possible. Le cou doit être dans une position neutre, sans flexion ni extension, et le patient ne doit pas tousser. Il n'est pas nécessaire d'utiliser un pince-nez.

Après le point de remplissage pulmonaire maximum, le patient doit souffler sans attendre. Une hésitation même de 2 s uniquement, ou une flexion du cou permet aux structures viscoélastiques de la trachée de se relâcher et le DEP peut baisser de jusqu'à 10 %. Imprimer un effet de sarbacane avec la langue, cracher ou tousser au début d'une manoeuvre expiratoire peut donner un DEP faussement élevé avec certains appareils. En laboratoire, le patient doit effectuer trois manoeuvres au minimum.

Il faut vérifier que les lèvres du patient sont bien refermées sur l'embout buccal, qu'il n'y a pas d'hésitation, et que la manoeuvre a démarré sans anomalie.

Les valeurs de DEP et leur chronologie doivent être relevées afin de détecter une éventuelle augmentation des résistances bronchiques déclenchée par la manoeuvre. Si parmi trois manoeuvres acceptables retenues les deux manoeuvres expiratoires donnant les valeurs de DEP les plus élevées ne sont pas reproductibles à 0,67 L.s<sup>-1</sup> près (40 L.min<sup>-1</sup>), on pourra réaliser jusqu'à deux mesures supplémentaires. Le DEP peut être reproduit à 0,67 L.s<sup>-1</sup> près (40 L.min<sup>-1</sup>).

1) par 95 % des patients en bonne santé n'ayant reçu aucune formation, et reproduit à 0,5 l. s-1 près (30 L.min-1) par 90 % d'entre eux. Si une répétabilité satisfaisante n'a pas été obtenue au bout de cinq essais, il est peu probable que des essais supplémentaires soient utiles.

On prendra la meilleure valeur parmi au moins trois manœuvres acceptables (Miller et al., 2007).

### **5. Caractéristiques du système pulmonaire de l'enfant :**

Le système pulmonaire évolue et se modifie constamment concernant notamment sa forme, sa taille ainsi que sa composition. Il ya une similarité entre la courbe de croissance du système pulmonaire et les courbes d'évolution du poids et de la taille de l'enfant. Ainsi, tout au long de la croissance, la fonction respiratoire et son évolution sont très fortement liée à la taille du sujet. C'est ainsi qu'au fur et à mesure de l'évolution de la taille du thorax, la taille des poumons va augmenter, Par conséquent, augmentation de la capacité pulmonaire totale (CPT) et le reste des volumes pulmonaires (BOREL, 2009). Donc, les volumes, débits et capacités respiratoires de l'enfant en croissance changent davantage en fonction de la taille qu'en fonction de l'âge (Quanjer et al., 1995).

A la naissance, le nombre de bronches ainsi que la structure du système bronchique sont finalisés. La croissance engendrera principalement une augmentation du diamètre et de la longueur des voies aériennes. Concernant les alvéoles, le nombre d'alvéoles présents à la naissance est inférieur au nombre d'alvéoles présents chez l'adulte, compris entre 10% et 50% du nombre d'alvéoles total de l'adulte. Ainsi, un phénomène d'hyperplasie alvéolaire est observé chez l'enfant. Le modèle de cette phase de multiplication alvéolaire se présenterait de la façon suivante : la multiplication du nombre d'alvéoles se ferait de façon très importante juste après la naissance et jusqu'à l'âge de 3-4 ans puis ralentirait progressivement jusqu'à l'âge de 8 ans. A partir de cet âge, le développement du système pulmonaire est principalement assuré par une augmentation de la taille des alvéoles (BOREL, 2009). Cependant, d'autres études, en utilisant la technique de l'imagerie par résonance magnétique, ont montré que de nouvelles alvéoles sont encore formées chez le jeune adulte (Narayanan et al., 2012).

Le développement morphologique du poumon se continue au cours de l'enfance par la néoformation d'alvéoles et par agrandissement des alvéoles pré- existantes pour aboutir à la présence d'environ 300 millions d'alvéoles à l'âge adulte (Hadchouel-duverge, 2012).

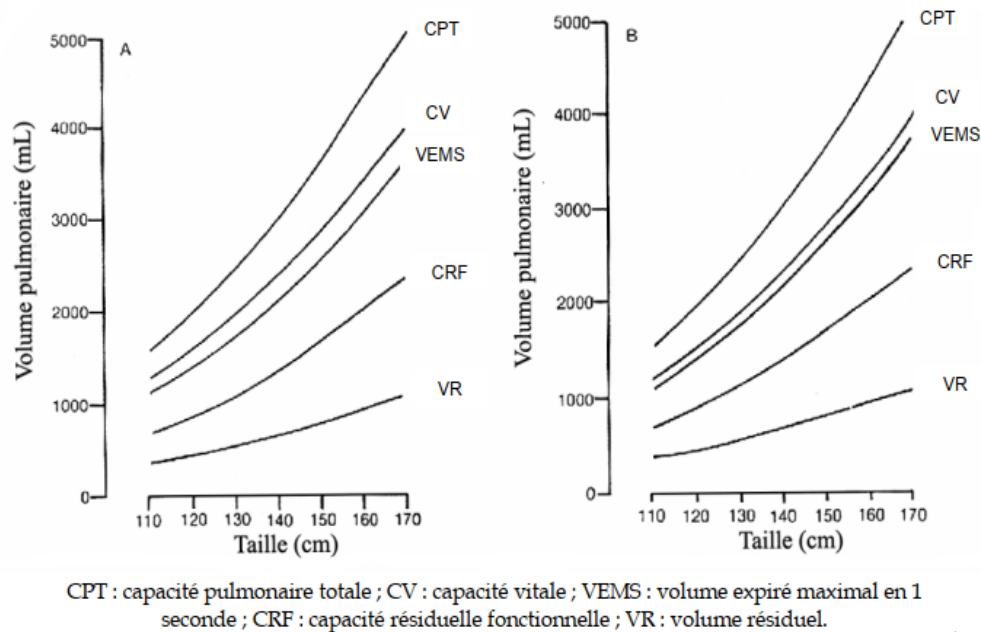


Figure 5 : Evolution des différents volumes pulmonaires avec la croissance chez les garçons (A) et chez les filles (B) (D'après Polgar et Promadhat, 1971) (BOREL, 2009).

## 6. Réponses ventilatoires à l'exercice :

### 6.1. La ventilation :

La ventilation minute est le produit du volume courant par la fréquence respiratoire.

$$V_E = V_T * F$$

$V_E$  : ventilation minute,  $V_T$  : volume courant,  $F$  : fréquence respiratoire (cycles.min<sup>-1</sup>).

Au repos, le volume courant ( $V_T$ ) augmente avec la croissance pulmonaire, mais les valeurs rapportées à la masse ou à la surface corporelle diminuent.

La fréquence respiratoire au repos diminue pendant l'enfance. Donc, la ventilation minute au repos diminue au cours de la croissance. (Morse, Schlutz, & Cassels, 1949) ont reporté que la ventilation minute au repos chez un enfant de 10 ans était d'environ 200 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, alors que pour un adolescent de 16 ans, celle-ci était de 158 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (T.W. Rowland, Pradel, & Poortmans, 2010).

Il a été démontré qu'il y a une augmentation maximale de la  $V_{E_{max}}$  avec l'âge. Chez les garçons, augmente linéairement avec l'âge, de manière significative de 11 à 15 ans, avec au-delà soit une stabilité des valeurs, soit une augmentation moins importante. Les valeurs retrouvées dans la littérature passent d'environ 50 l.min<sup>-1</sup> à 8 ans à 110 l.min<sup>-1</sup> vers l'âge de 17 ans. L'augmentation, quel que soit le sexe, de avec la croissance traduit l'influence des caractéristiques anthropométriques, témoins de la croissance pulmonaire, sur la réponse ventilatoire. Les valeurs plus faibles de observées chez les filles et notamment à partir de la

puberté pourraient donc être en partie dues à l'évolution différente de leurs caractéristiques anthropométriques (Prioux et al., 2003).

### **6.2. Le volume courant :**

A l'état de repos, le volume courant ( $V_T$ ) augmente avec le volume pulmonaire. Toutefois, lorsque  $V_T$  est rapporté à la masse corporelle, les valeurs de volume courant semblent diminuer (Asmussen, Secher, & Andersen, 1981; Gaultier, Perret, Boule, Buvry, & Girard, 1981).

A l'exercice sous-maximal, (T. W. Rowland & Cunningham, 1997) rapportent une augmentation significative du volume courant chez les garçons et les filles avec l'âge. Toutefois, lorsque le volume courant est rapporté à la masse corporelle, le rapport  $V_c/kg$  reste constant.

Il semble exister un large consensus sur l'évolution du  $V_T$  à l'exercice maximal pendant la croissance. En effet, plusieurs études ont montrés qu'il y a une augmentation linéaire de  $V_{Tmax}$  avec l'âge jusqu'à 15 ans pour les garçons et 13 ans pour les filles avec des valeurs de  $V_{Tmax}$  significativement plus élevées chez les garçons par rapport aux filles . Au-delà de 13 ans pour les filles et 15 ans pour les garçons  $V_{Tmax}$  n'augmente plus significativement (Prioux et al., 2003).

### **6.3. La fréquence respiratoire :**

Au repos, la fréquence respiratoire (F) aurait tendance à diminuer au fur et à mesure de l'avancé en âge (Rowland, 2005). Selon une étude de Robinson (rapportée par Rowland en 2005), la fréquence respiratoire chez les garçons diminuerait de 24 cycles/minute à 13 cycles/minute de 6 ans à 17 ans .

A l'exercice sous-maximal, F présente une diminution progressive avec l'âge A l'exercice maximal, différentes études rapportent une légère diminution de  $F_{max}$  (T. W. Rowland & Cunningham, 1997) rapportent une chute de  $F_{max}$  de 65 à 57 cycles/minute chez les garçons et de 63 à 57 cycles/minute chez les filles sur une période de 5 ans (de 9 ans à 14 ans). Prioux et al. (1997) rapportent une diminution, toutefois non significative, de  $F_{max}$ , passant de 53 cycles/minute à l'âge de 11 ans à 46 cycles/minute à l'âge de 16 ans. Bien que (Mercier, Varray, Ramonatxo, Mercier, & Prefaut, 1991) aient montré un lien entre  $F_{max}$ , la masse corporelle et la taille à l'aide d'équations allométriques, ces paramètres ne sont que de faibles déterminants de  $F_{max}$ , n'expliquant que 15% de la variation de  $F_{max}$  avec la croissance.

#### 6.4. contrôle de la ventilation :

Chez l'homme, comme chez les animaux, les échanges gazeux indispensables à la vie sont assurés par la convection de l'air à travers les voies aériennes, jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Cela requiert une mobilisation des volumes gazeux, dépendant de pressions motrices produites par les muscles respiratoires. L'activité de ces muscles doit donc être maintenue tout au long de l'existence, y compris pendant le sommeil, comme c'est le cas pour le cœur. À la différence de ce dernier, la commande des muscles respiratoires (appelée aussi commande ventilatoire) leur est extrinsèque, trouvant sa source dans le système nerveux central, dans le bulbe rachidien qui est le générateur central de la ventilation.

Il ya deux types de muscles respiratoires : les muscles « dilatateurs » des voies aériennes supérieures (alae nasi, génioglosse. . .), dont leurs contraction augmente le calibre des voies aériennes et diminue les résistances à l'écoulement de l'air ; et les muscles « pompes » (diaphragme, intercostaux, scalènes, sternocléidomastoïdiens, abdominaux) assurant la mobilisation des gaz dans les poumons. Grâce à une activation à l'inspiration précédant celle des muscles pompes (exceptés les abdominaux uniquement actifs lors des expirations forcées), les muscles dilatateurs préviennent le collapsus des voies aériennes supérieures liée à la pression négative générée par le diaphragme et les autres muscles participant à la fonction de « pompe » inspiratoire. Quelle qu'en soit l'origine, la commande destinée aux muscles pompes est transmise par des motoneurons spinaux, sur lesquels se projettent des faisceaux bulbospinaux (commande automatique) et corticospinaux (commande volontaire et/ou comportementale). Ainsi, les motoneurons dédiés à l'innervation motrice diaphragmatique forment, avec les fibres afférentes provenant du diaphragme, les nerfs phréniques. Ils émergent de la partie antérieure de la corne ventrale de la moelle cervicale au niveau des racines C3 à C5. Les muscles intercostaux et abdominaux sont innervés par des motoneurons situés dans la corne ventrale de la moelle thoracique et lombaire (Raux, Fiamma, Similowski, & Straus, 2007) Le contrôle des repenses ventilatoires étaient attribué à un système de rétrocontrôle par des chémorécepteurs sensibles aux variations de  $PO_2$  (stimulus hypoxiques), de  $PCO_2$  (stimulus hypercapnique) et de  $[H^+]$ . Les réponses ventilatoires de l'enfant semblent se déclencher à une valeur de  $PCO_2$  plus basses que chez l'adulte. Il a été démontré que la pente de relation entre  $V_E$  et la  $VCO_2$  avait tendance à s'aplatir au cours de la croissance de l'enfant (T.W. Rowland et al., 2010).

Traditionnellement, l'efficacité (ou inefficacité) ventilatoire est généralement exprimée à l'aide des équivalents respiratoires (correspondant à la ventilation rapportée à la production de dioxyde de carbone ( $V_E / VCO_2$ ) ou rapportée à la consommation

d'oxygène (  $V_E / VO_2$  ). Ainsi, des équivalents respiratoires élevés pourraient suggérer une faible efficacité ventilatoire, et inversement. En 1974, Andersen et al. rapportent une diminution des équivalents respiratoires avec l'âge.

Dans la littérature scientifique, de nombreuses études ont rapporté des valeurs de ( $V_E / VO_2$ ) supérieures chez l'enfant par rapport à l'adulte ou à l'adolescent. Ces différentes études ont permis de confirmer un phénomène d'hyperventilation constaté chez les enfants pour une charge ou une intensité donnée ou pour un niveau de consommation d'oxygène donné. Ce phénomène d'hyperventilation semble révéler chez l'enfant une réponse ventilatoire exacerbée par rapport aux besoins. Les causes de cette hyperventilation et de cette mauvaise efficacité ventilatoire restent toutefois mal connues. Deux hypothèses permettraient d'expliquer cette inefficacité ventilatoire chez l'enfant : les différences de régime ventilatoire entre enfant et adulte et les processus de régulation de la ventilation (BOREL, 2009).

### **7. Réponses cardiovasculaires induites par l'exercice musculaire :**

Les réponses hémodynamiques induites par l'exercice chez l'enfant et les modifications de ces réponses au cours du développement biologique peuvent être décrites en faisant appel au principe de Fick :  $VO_2 = [FC \times VES] \times [CaO_2 - CvO_2]$ .

fonction	Réponse de l'enfant/adulte
FC sous- maximale	Plus élevée
FC maximale	Plus élevée
VES sous- maximale	Plus faible
Débit cardiaque sous-maximal	Un peu plus faible
Différence artérioveneuse sous-maximale	Un peu plus élevée
Débit sanguin vers les muscles actifs	Plus élevée
Pression artérielle systolique et diastolique sous-maximale et maximale	Plus faible
Résistance périphérique totale	Plus élevée

Tableau 1 : Réponses hémodynamiques induites par l'exercice entre enfants et adultes.

#### **7.1.Fréquence cardiaque (FC) et exercice musculaire :**

La FC sous-maximale d'un enfant de 8 ans peut être supérieure de 40 batt/min comparée à celle d'un jeune de 18 ans développant tous les deux exactement la même puissance (29.4 watts) au cours d'un exercice de pédalage sur ergocycle.

Variable	Fc sous-maximale	Fc maximale
Âge	Enfant > Adulte	Pas d'effet
Sexe	Fille > Garçon	Pas d'effet
Composition corporelle	Obèse > Poids normal	Pas d'effet
Stress climatique	↑	Pas d'effet
Stress émotionnel	↑	Pas d'effet
Masse musculaire active	Faible > importante	Importante > Faible
Position du corps	Debout > couchée	Pas d'effet
Entraînement	↓	Pas d'effet
Désentraînement	↑	Pas d'effet
Acclimation à la chaleur	↓	Pas d'effet

Tableau 2 :Facteurs influençant la réponse de la Fc au cours de la croissance.

La Fc maximale d'enfants et d'adolescents se situe en moyenne entre 195 et 210 batt.min<sup>-1</sup>. Elle est relativement stable pendant la période de l'enfance et commence progressivement à diminuer à la fin de l'adolescence. Cette diminution de Fc max en fonction de l'âge est d'environ de 0.7 à 0.8 batt/an et est indépendante du sexe, du niveau d'entraînement ou du climat (Duché & Van Praagh, 2009).

Pour Vinet et al, cette grande activité chronotrope observée chez les enfants pour une charge de travail donnée est due à un mécanisme de compensation lié à un petit volume cardiaque, à un petit volume du sang et, par conséquent, à un petit volume d'éjection systolique (Vinet, Nottin, Lecoq, & Obert, 2002).

Les différences en matière de fréquence cardiaque entre les filles et garçons ont été expliquées par des taux d'hémoglobine plus faibles chez les filles par rapport aux garçons (Astrand, 1952).

## 7.2. Volume d'éjection systolique :

Le volume d'éjection systolique, c'est-à-dire la quantité de sang éjectée par le ventricule gauche lors d'une systole, présente une cinétique curviligne chez les enfants comme chez les adultes au cours d'un exercice physique progressif. Les mécanismes responsables de cette réponse sont ;

- 1) la vasodilatation périphérique joue un rôle important dans l'augmentation initiale du VES
- 2) élévation de la fréquence cardiaque avec une grande charge de travail, en maintenant une stabilité du VES (plateau) avec l'augmentation de la dimension diastolique ventriculaire et
- 3) augmentation de la contractilité cardiaque (inotropisme) contribuant à maintenir un VES relatif aux charges de travail plus importantes (de Prado, Dias, & Trombetta, 2006).

### **7.3 Débit cardiaque :**

Le débit cardiaque (Qc) augmente dès le début d'un exercice progressif. VES atteint son maximum à une intensité d'environ 35-40% supérieur à celle de repos et reste assez constant, même si la puissance de l'exercice augmente. Le Qc maximal est de 3 à 4 fois supérieur à sa valeur de repos. Seulement 20 à 25 % de son augmentation sont dus à l'augmentation de VES, le restant étant dû à l'augmentation de la Fc (Duché & Van Praagh, 2009).

## **II. Maladie asthmatique :**

### **1. L'asthme :**

L'asthme en général, est défini par le GINA, comme « une maladie inflammatoire chronique des voies aériennes, dans laquelle plusieurs cellules et médiateurs cellulaires jouent un rôle important. Cette inflammation chronique est associée à une hyperréactivité bronchique qui entraîne des épisodes récurrents de sifflements, de dyspnée, d'oppression thoracique et de toux, particulièrement le soir ou au petit matin, variables dans le temps en termes de survenue, de fréquence et d'intensité. Ces symptômes sont associés à un flux expiratoire variable, c'est-à-dire à une difficulté pour chasser l'air des poumons en raison d'une bronchoconstriction (diminution du calibre des voies aériennes), à un épaississement de la paroi des voies respiratoires et une augmentation de la production de mucus. Une variation du flux expiratoire peut également se produire chez des personnes qui ne sont pas asthmatiques, mais elle est plus importante dans l'asthme (GINA, 2019).

### **2. Epidémiologie :**

#### **2.1. A l'échelle internationale :**

L'asthme est la plus fréquente des maladies chroniques de l'enfant et constitue un problème de santé publique dans le monde.

La prévalence mondiale de l'asthme est difficile à estimer en raison des différentes classifications utilisées, différentes méthodes d'évaluation de l'asthme dans les études épidémiologiques et l'absence d'un test de diagnostic définitif (Ripabelli, Tamburro, Sammarco, de Laurentiis, & Bianco, 2013).

Il existe différents types d'enquêtes épidémiologiques qui étudient la prévalence de l'asthme; mais l'étude International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) reste l'enquête la plus spécialisée pour étudier la prévalence de l'asthme chez l'enfant en particulier. De plus, la prévalence des symptômes de l'asthme ont été estimés entre 5 % et 35% chez les enfants dans plusieurs pays, étant plus élevé en pays développés par rapport aux pays en voie de développement (A Alshaikh, K Alanazi, D Alanazi, & K Al-Momen, 2017).

Entre ISAAC Phase I et Phase III, la prévalence de l'asthme a augmenté globalement chez les enfants et les adolescents est passée de 11,1 à 11,6% et de 13,2 à 13,7% , respectivement (Ferrante & La Grutta, 2018).

## **2.2. A l'échelle nationale :**

Selon l'étude ISAAC phase I - phase III réalisée en Algérie ,Les chiffres de prévalence montrent une hausse de 5,9% à 8,7% entre les deux phases (Société Algérienne de Pédiatrie, 2010).

## **3. Les facteurs de risque de l'asthme :**

### **3.1. Les causes :**

Le sexe est une cause d'asthme. Ainsi, les garçons ont un haut risque car leurs voies aériennes seraient moins développées par rapport aux jeunes filles, ce qui les rend plus sensibles notamment aux dommages décelés par le tabagisme passif, comme l'a révélée l'étude ECRHS. À l'âge adulte, ce sont les femmes qui ont un risque accru de souffrir d'asthme, probablement par l'intervention des hormones sexuelles féminines.

Le tabagisme passif parental entraîne une augmentation du risque d'asthme chez les enfants en augmentant la perméabilité de la muqueuse des voies aériennes.

Les prédispositions génétiques associées aux facteurs environnementaux ont un rôle dans le développement de l'asthme faisant de celui-ci une maladie complexe à caractère familial. De nombreuses études ont déterminé plusieurs gènes capables de rendre un sujet plus susceptible d'avoir cette maladie. Certains gènes ont été identifiés par clonage positionnel après avoir repéré une liaison à l'asthme : le gène ADAM33, le gène homeodomain finger protein 11 (PHF11), le dipeptidyl-peptidase 10 (DPP10) et le récepteur couplé à une protéine G lié à la susceptibilité à l'asthme (GPRA). D'autres gènes candidats voient leur association à l'asthme jugée très vraisemblable : le complexe majeur d'histocompatibilité (HLA), les gènes des interleukines 4, 10 et 13 (IL-4, -10 et -13), ou encore le gène du transforming growth factor  $\beta$  (TGF $\beta$ ).

Les autres causes peuvent être le groupe ethnique, les infections pulmonaires chez le nourrisson, ainsi que la première rencontre avec les substances allergéniques (Paasche, 2014).

### **3.2. Les facteurs de déclenchement :**

La survenue d'un asthme résulte de l'association d'une prédisposition génétique et de facteurs environnementaux comme :

- les allergènes présents à l'intérieur des habitations (acariens, moisissures, squames)
- les allergènes extérieurs (pollens et moisissures)
- la fumée du tabac, Le tabagisme passif est un risque important d'asthme chez les enfants exposés

- les produits chimiques irritants sur le lieu du travail (cheminées, usines...)
- la pollution de l'air, en particulier les particules fines.

L'air froid, les émotions fortes, certains médicaments anti-inflammatoires ou bêtabloquants, y compris ceux utilisés dans les collyres, ou encore l'exercice physique peuvent également déclencher une crise.

Parmi les facteurs prédisposant à l'asthme, citons : les antécédents familiaux ou personnels d'atopie (terrain allergique), une rhinite allergique pendant l'enfance (risque d'asthme multiplié par trois), une conjonctivite allergique, mais également la prématurité ou petit poids de naissance, des bronchiolites à répétition pendant l'enfance (Magnan, 2015).

Le reflux gastro-œsophagien (RGO) par exemple et Asthme sont deux affections fréquentes dans la population générale. La prévalence du RGO est plus élevée chez les patients avec un asthme que dans la population générale. Le RGO est asymptomatique chez 30 à 40 % des asthmatiques. Il existe une forte association entre RGO et asthme (40 à 60 %).

Le traitement médical du RGO améliore souvent les symptômes, permet une diminution modérée et inconstante du traitement anti-asthmatique, habituellement sans modification des EFR. (CHABOT, 2002).

L'obésité aussi, à un rôle dans le développement de la maladie asthmatique. Les liens entre l'obésité et l'asthme sont discutés depuis les années 1980 chez l'adulte et depuis une dizaine d'années chez l'enfant. Les preuves s'accumulent démontrant une relation de cause à effet. Ces preuves sont issues des études transversales et des études longitudinales, désormais plus nombreuses (Godard, 2006).

L'obésité entraîne notamment une augmentation du tissu adipeux. Or, les adipocytes jouent un rôle dans la production de nombreux médiateurs de l'inflammation (protéine C réactive, TNF $\alpha$ , IL-6) favorisant l'hyperréactivité bronchique. L'obésité a aussi un rôle mécanique par diminution de la capacité respiratoire fonctionnelle (CRF) et les autres volumes pulmonaires. Ces diminutions sont dues à l'augmentation des tissus mous avec compression de la cage thoracique, l'infiltration graisseuse des voies aériennes et l'augmentation du volume sanguin pulmonaire. La réduction du diamètre des voies aériennes périphériques entraîne au cours du temps un dysfonctionnement du muscle lisse avec hyperréactivité bronchique (Paasche, 2014).

#### **4. L'enfant asthmatique en milieu scolaire :**

L'asthme touche entre 7 et 10 % d'enfant scolarisé, soit deux à trois enfants par classe. En moyenne, un enfant passe un tiers de son temps en milieu scolaire, et tant la maladie que l'environnement scolaire peuvent mettre le jeune asthmatique en situation d'échec. Les principaux problèmes rencontrés sont l'absentéisme et le retard scolaire, le risque allergénique

de l'école, la pratique du sport et l'orientation professionnelle. La mise en place du projet d'accueil individualisé (PAI) permet d'aider à l'intégration de l'élève asthmatique en milieu scolaire (C. Karila, Luc, & Dubus, 2004).

#### **4.1. Absentéisme et retard scolaire :**

L'asthme et l'allergie sont responsables d'absentéisme et représentent un obstacle à la réussite scolaire et sociale. Les enfants asthmatiques, sont plus souvent absent à l'école par rapport aux enfants non-asthmatiques (Kim et al., 2018). Puis, Selon le « U.S. National Interview Survey ont », l'enfant asthmatique s'absente et manque trois fois les jours d'écoles. En plus, il a un risque élevé de 1.7 fois pour avoir un trouble ou une difficulté d'apprentissage par rapport aux sujets non asthmatiques (Hauptman & Phipatanakul, 2015).

#### **4.2. Le risque allergénique de l'école :**

Le milieu scolaire peut contenir des allergènes (pollen, acariens, chat, chien,..ect). L'environnement scolaire peut être un site important d'exposition aux allergènes de blatte, souris, chat, chien, acariens et moisissures, significativement plus élevée en environnement urbain (Tranter, 2005). En effet, des recherches ont montré que les allergènes d'acariens sont présents en faible quantité dans de nombreuses écoles et garderies. Les niveaux signalés sont souvent similaires ou légèrement inférieurs qu'à domicile. Étant donné que l'humidité relative ambiante est un facteur environnemental déterminant qui influence les populations d'acariens (Salo, Sever, & Zeldin, 2009). Si un élève présente un asthme allergique au chat, son risque de crise d'asthme est multiplié par 9 si d'au moins quatre ou cinq de ses camarades de classe possède un chat à la maison (ALMQVIST et al., 2001).

#### **4.3. Asthme et activité physique à l'école:**

Il est évident que la cause de l'asthme est multifactorielle et pour développer un modèle explicatif, l'attention a été accordée au mode de vie (life style) dans le développement de cette maladie tel que la diminution de l'activité physique, le régime alimentaire et le comportement sédentaire (Lucas & Platts-Mills, 2006).

L'activité physique joue un rôle crucial dans l'optimisation de la santé des enfants avec ses bienfaits physiologiques et psychosociaux (Vanderloo, Di Cristofaro, Proudfoot, Tucker, & Timmons, 2016). En revanche, La majorité des enfants asthmatiques sont susceptibles de présenter un bronchospasme induit par l'exercice et la peur de la survenue d'une crise d'asthme empêche l'enfant de pratiquer l'activité physique et devient moins tolérant à l'effort, ensuite il entre dans la spirale de déconditionnement qui se termine par inadaptation physique, psychique voire sociale souvent involontaire, secondaire à la maladie chronique.

L'éducation physique (EP) peut constituer un défi supplémentaire pour la gestion de l'asthme à l'école. Par conséquent, les enseignants d'éducation physique peuvent jouer un rôle crucial dans la gestion de l'asthme en milieu scolaire (McClelland et al., 2019).

Les enseignants ont besoin de savoir comment s'occuper des enfants ayant de l'asthme dans les écoles. Selon une étude menée aux États-Unis, pour identifier les décès dus à l'asthme dans les écoles entre 1990-2003, a été constaté que les attitudes inappropriées du personnel scolaire pouvaient jouer un rôle important dans la mort des élèves asthmatiques (Govender & Gray, 2012).

## **5. Physiopathologie de la maladie asthmatique :**

Lors d'une crise d'asthme, il survient une obstruction des voies aériennes, déclenchée par des agents infectieux, des facteurs physiques (poussières), chimiques (irritants), climatiques, physiologiques (asthme d'effort), psychologiques, ou iatrogènes (Schaffhauser, 2018). Les principales anomalies sur le plan physiopathologique sont :

### **5.1. L'obstruction bronchique :**

L'obstruction bronchique est due à plusieurs facteurs qui sont, le spasme, et l'inflammation bronchique.

Le spasme, qui se caractérise par la contraction du muscle lisse bronchique est responsable d'un trouble ventilatoire obstructif (TVO), réversible sous l'effet d'un médicament (bêta-2mimétique) (Chateaux, 2005).

#### **5.1.2. L'inflammation bronchique :**

L'inflammation, elle se traduit par un œdème et un infiltrat cellulaire polymorphe dans la muqueuse et la sous muqueuse bronchique ; elle est contrôlée également par le système nerveux autonome (Nitiema Ignace, 2005).

De nombreux médiateurs et plusieurs cellules inflammatoires sont impliqués dans l'asthme, dont les plus importants sont les cytokines, les chimiokines, les leucotriènes, l'histamine, le monoxyde d'azote et les prostaglandines. Comme dans toute réaction inflammatoire, l'épithélium et la muqueuse bronchiques sont le siège d'un infiltrat inflammatoire éosinophilique, mastocytaire, lymphocytaire et macrophagique. Ces médiateurs sont relargués par les cellules structurelles des voies aériennes elles-mêmes, notamment les cellules épithéliales bronchiques et les cellules musculaires lisses, et par les cellules inflammatoires qui sont les mastocytes, les polynucléaires éosinophiles, les lymphocytes T-helper 2 et les lymphocytes T-natural killer. Ces médiateurs interviennent dans la modification de la structure des voies aériennes, comme l'hypertrophie et l'hyperplasie des cellules musculaires lisses responsable d'une bronchoconstriction, l'hyperplasie des cellules glandulaires muqueuses

responsable d'une hypersécrétion muqueuse, et la prolifération vasculaire responsable d'un œdème.

Les macrophages ont un rôle dans l'amplification, la pérennisation de la crise d'asthme et le développement de la réaction retardée (apparition d'une crise d'asthme de façon décalée par rapport à l'exposition à l'agent déclenchant). L'intensité d'activation du macrophage est corrélée comme pour l'éosinophile au degré d'hyperréactivité bronchique (Lemonnier, 2009; Schaffhauser, 2018).

### 5.1.3. L'hyperréactivité bronchique (HRB) :

L'hyperréactivité est définie comme une propension exagérée à la bronchoconstriction en présence de certains stimuli. Sa mesure par des tests de provocation directs (histamine, métacholine) ou indirects (exercice, mannitol, hyperpnée volontaire eucapnique), est employée régulièrement pour orienter vers le diagnostic correct (Mihalache & Fitting, 2014).

### 5.2. Siège de l'obstruction bronchique :

Le système nerveux autonome fait intervenir trois voies dans le contrôle de la bronchomotricité:

- **Le système parasympathique cholinergique** ; dont le médiateur est l'acétylcholine, est le plus important pour le contrôle du tonus et des sécrétions bronchiques. Il peut participer à l'hyperréactivité bronchique par une exagération des réflexes cholinergiques des bronches entraînant une bronchoconstriction. Mais le rôle de ce système dans l'hyperréactivité n'est que partiel comme en témoigne l'effet partiel des médicaments anticholinergiques .

- **Le système adrénergique** ; dont les deux médiateurs sont l'adrénaline et la noradrénaline, est séparé en deux : le système  $\alpha$ -adrénergique bronchoconstricteur et le système  $\beta$ -adrénergique bronchodilatateur. Il pourrait donc y avoir une augmentation de la densité des récepteurs  $\alpha$ -adrénergiques et une diminution de la densité et de l'affinité des récepteurs  $\beta$ -adrénergiques .

Le système adrénergique est pauvrement représenté au niveau des voies aériennes. Les voies adrénergiques ont été retrouvées près des glandes et des artères bronchiques, mais il ne semble pas exister d'innervation sympathique directe du muscle lisse. Ceci, renforce l'absence de régulation directe du tonus bronchique par les nerfs adrénergiques chez l'homme

- **Le système NANC (non adrénergique non cholinergique)** ; présente à la fois une composante bronchoconstrictrice (par la substance P notamment et le CGRP (calcitonin gene-related peptide) et une composante bronchodilatatrice (par le monoxyde d'azote NO, le VIP - vasoactive intestinal polypeptide- ou encore les peptides antidiurétiques). Une diminution du système inhibiteur et une augmentation du système NANC excitateur peuvent être responsables également de l'hyperréactivité bronchique (Paasche, 2014).

## **6. Diagnostic positif de l'asthme de l'enfant :**

### **6.1. Manifestations cliniques :**

#### **6.1.1. Crise d'asthme :**

C'est le principal motif de consultation et son déroulement est le plus souvent la crise d'asthme qui s'installe progressivement le soir ou en fin d'après midi, souvent précédée par des prodromes (rhinorrhée, quinte de toux, dyspnée expiratoire, sibilants, oppression thoracique), la toux est productive, se manifeste par la présence d'expectorations visqueuses.

A l'examen l'enfant est assis penché en avant, dyspnéique, des signes de lutte respiratoire peuvent être présent en cas de crises sévères, le thorax est distendu et hypersonore, l'auscultation trouve des râles sibilants qui prédominent à l'expiration.

#### **6.1.2. Equivalents d'asthme :**

À côté de la forme aiguë paroxystique, il existe des formes plus chroniques moins bruyantes que la crise d'asthme, comme ; toux et trachéite spasmodiques, bronchites répétées, foyers récidivants, laryngites récidivantes (EL HOUARI, 2012; OULIKINE, 2013b).

### **6.2. Explorations fonctionnelles respiratoires :**

L'exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) apprécie physiologiquement l'inspiration et l'expiration soit par une variation de volumes, soit par une variation de débits, la mesure de ces variations permet de détecter, caractériser et quantifier la sévérité d'une pathologie respiratoire (Ketfi, Bougrida, & Gharnaout, 2018).

Le choix des tests à réaliser dépend de l'âge de l'enfant . Chez l'enfant à partir de l'âge de 6 ans qui est capable d'effectuer des manœuvres forcées, la spirométrie et les courbes débit-volume sont possibles et permettent d'obtenir la mesure du volume expiratoire maximal-seconde (VEMS), de la capacité vitale (CV), du rapport de Tiffeneau (VEMS/CVF), des débits maximaux à différents points de la CV (DEM25, DEM75) ainsi que le débit expiratoire médian (DEM25-75). Les résultats sont exprimés en pourcentage de la valeur de référence. Un rapport de Tiffeneau inférieur à 80 % de la valeur attendue est évocateur du diagnostic de l'asthme, cela sera généralement confirmé par la forme de la courbe débit volume (OULIKINE, 2013a).

Sévérité	Symptômes
Épisodique peu fréquent (75 %)	< 1 fois/4-6 semaines AIE lors d'efforts intenses En période intercritique : pas de symptôme EFR intercritiques normales
Épisodique fréquent (20 %)	> 1 fois/4-6 semaines mais < 1 fois/semaine AIE lors d'efforts modérés Pas de symptômes intercritiques Besoins b2 + de secours < 3 fois/semaine EFR intercritiques (sub)normales
Persistant (5 %)	> 1 fois/semaine Besoins b2 + de secours > 3 fois/semaine AIE lors d'efforts minimales EFR intercritiques souvent anormales ; $\Delta$ DEP >20 %

Tableau 3: Classification de l'asthme de l'enfant(Warner, Naspitz, &amp; Cropp, 1998).

### 7. Asthme Induit par l'Exercice :

les bienfaits de l'exercice physique sont bien connus. Il améliore l'aptitude physique, l'estime de soi, le rendement scolaire et il réduit les maladies cardiovasculaires et l'obésité. Chez les sujets asthmatiques, l'exercice physique améliore la performance cardio-pulmonaire, la dyspnée et la qualité de vie et diminue le besoin de médicaments d'entretien contre l'asthme. Cependant, l'exercice physique est un déclencheur des crises d'asthme ; il peut causer une bronchoconstriction.

La Bronchoconstriction Induite par l'exercice (EIB) ou l'asthme induit par l'exercice (AIE) est causée par un rétrécissement transitoire des voies respiratoires pendant ou le plus souvent après l'exercice et reflète une hyperréactivité bronchique. L'AIE peut être grave et peut causer L'arrêt respiratoire donc la mort (Weiss, 2011).

L'utilisation du terme " Asthme induit par l'exercice " (AIE) a commencé dans les années 1960. Par la suite, les termes (AIE) et bronchospasme induit par l'exercice " (BIE) sont souvent utilisés de façon interchangeable. Cependant, (BIE) désigne spécifiquement la réduction de la fonction pulmonaire après un test d'effort standardisé. " Bronchoconstriction induite par l'exercice " est un autre terme qui a été utilisé dans la littérature. Certains cliniciens/auteurs utilisent l'AIE pour décrire les personnes atteintes d'asthme connu qui ont une bronchoconstriction pendant l'exercice. Cependant, certains utilisent l'AIE pour décrire les patients qui ont une bronchoconstriction seulement pendant l'exercice, et utilisent la BIE pour

décrire les patients asthmatiques qui ont une bronchoconstriction durant l'exercice. Donc, l'utilisation des termes "AIE" et "BIE" dans la littérature n'est pas clair (Carver, 2009).

### **7.1 Epidémiologie :**

La prévalence de la BIE dans la population générale est d'environ 5 à 20 %. Cependant, comme peu d'études épidémiologiques différencient les personnes asthmatiques de la population générale, la prévalence réelle de la BIE dans la population générale non asthmatique est mal comprise. La prévalence de la BIE est plus élevée chez les sportifs de haut niveau que dans la population générale en raison de l'inhalation prolongée d'air froid et sec et de polluants atmosphériques. La prévalence de la BIE est de 30 à 70 % chez les athlètes d'élite ou de niveau olympique, mais cette prévalence se varie selon l'environnement dans lequel le sport est pratiqué, le type de sport et l'intensité maximale atteinte (B. Aggarwal, A. Mulgirigama, & N. Berend, 2018).

La prévalence de l'AIE est de 10 % chez les enfants scolarisés. Cependant, des estimations allant de 7,7 % à 17 % ont été rapportées dans deux études réalisées à 15 ans d'intervalle. Ces estimations varient selon la population et la méthode de diagnostic. En outre, la prévalence dans une population d'école primaire était de 7,4 % en utilisant un test de course libre avec un débit de pointe.

La prévalence de l'AIE chez les enfants dépend de facteurs épidémiologiques. Ces facteurs comprennent l'âge, le sexe, l'origine ethnique et même la classe économique de l'individu, le type et l'intensité de l'exercice, les conditions climatiques (température et d'humidité), et la présence d'atopie ou d'asthme. La population étudiée influe sur la prévalence si on compare les athlètes de compétition aux sujets sédentaires. L'AIE peut être plus fréquent chez les filles que chez les garçons et chez les enfants en bas âge (Christopher Randolph, 2013).

D'autres études montraient que Jusqu'à 23 % des écoliers ont un AIE avec 40 % n'ayant jamais reçu un diagnostic d'asthme. Le bronchospasme induit par l'exercice est souvent le premier signe d'asthme sous-jacent. L'AIE est souvent sous-diagnostiqué, par conséquent mal traité (C. Randolph, 2008).

### **7.2 physiopathologie :**

Le mécanisme physiopathologique de l'AIE n'a pas été établi avec certitude. Il y a 50 ans, Jones et coll. ont démontré une réponse physiologique à l'exercice d'enfants asthmatiques et ont nommé l'obstruction des bronches après une épreuve d'effort « asthme induit par l'exercice ». Depuis plus de 30 ans, il a été démontré les rôles particuliers dans l'apparition d'une BIE, des pertes thermiques et hydriques au niveau de la muqueuse bronchique par

l'hyperventilation. En effet, en les prévenant, la BIE était considérablement diminuée, voire abolie (Reinhard-Groebli & Nicod, 2017).

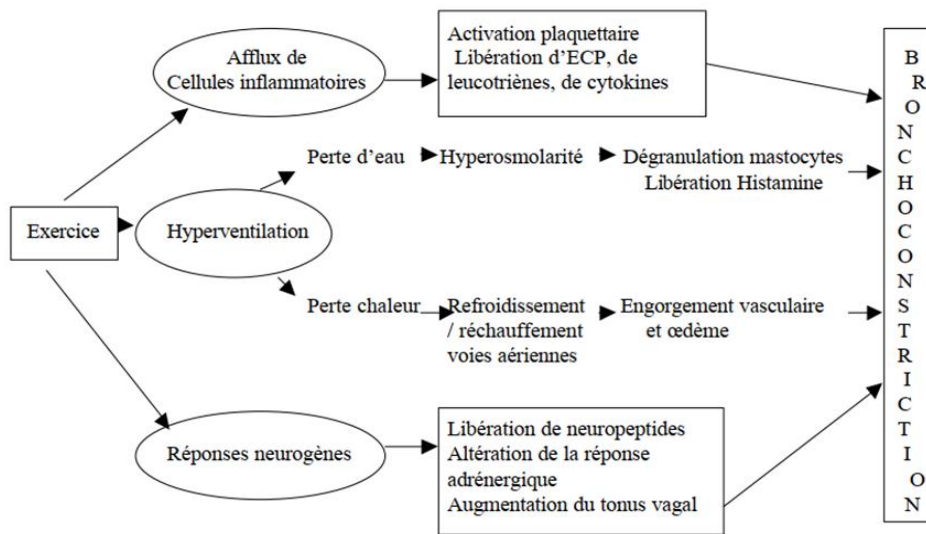


Figure 6 : Mécanismes proposés dans la genèse d'un l'AIE (GAUVREAU, RONNEN, WATSON, & O'BYRNE, 2000).

**7.2.1 Théorie thermique :**

Il a été proposé que l'effet de refroidissement induit par l'hyperpnée de l'effort provoque une vasoconstriction de la circulation bronchique. Lorsque l'exercice cesse et la ventilation revient à la normale, une hyperémie réactive se produit, entraînant une fuite vasculaire et la formation d'œdème. Selon la théorie thermique, c'est l'engorgement vasculaire et l'œdème de la muqueuse et de la sous-muqueuse qui seraient responsables du rétrécissement transitoire des voies respiratoires de la BEI (Kippelen & Anderson, 2013).

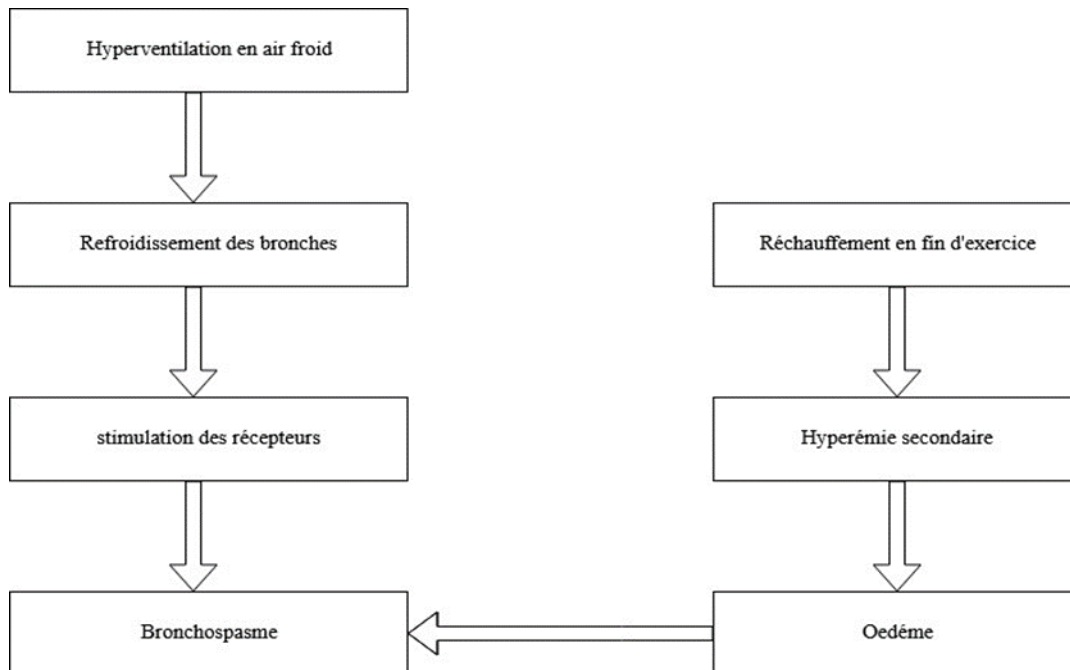


Figure 7 : La théorie thermique (Ammor, 2007)

### 7.2.2 Théorie osmotique :

Même si les gradients de température sont faibles, la déshydratation et l'augmentation de l'osmolarité cellulaire des bronches au contact de l'air inspiré provoquent un afflux sanguin de cellules inflammatoires. Les médiateurs inflammatoires ainsi libérés (mastocytes, éosinophiles, macrophages, cellules nerveuses) sont responsables de la contraction des muscles bronchiques, de la stimulation des fibres sensibles locales et parfois d'un œdème des parois (non obligatoire) qui, s'il est présent, amplifie le rétrécissement des voies aériennes et donc la sévérité de l'AIE (Audag et al., 2016).

Le mécanisme précis par lequel la déshydratation et les gradients osmotiques conduisent à l'activation des leucocytes n'est pas certain. Il est bien connu que les mastocytes et les éosinophiles libèrent des médiateurs en réponse aux changements de l'osmolarité. Les modifications du volume du liquide de surface des voies aériennes et de l'osmolarité déclenchent également des événements de signalisation cellulaire dans les cellules épithéliales et la libération de protéines régulatrices de l'épithélium qui pourraient être impliquées dans l'activation leucocytaire (John M. Weiler et al., 2016).

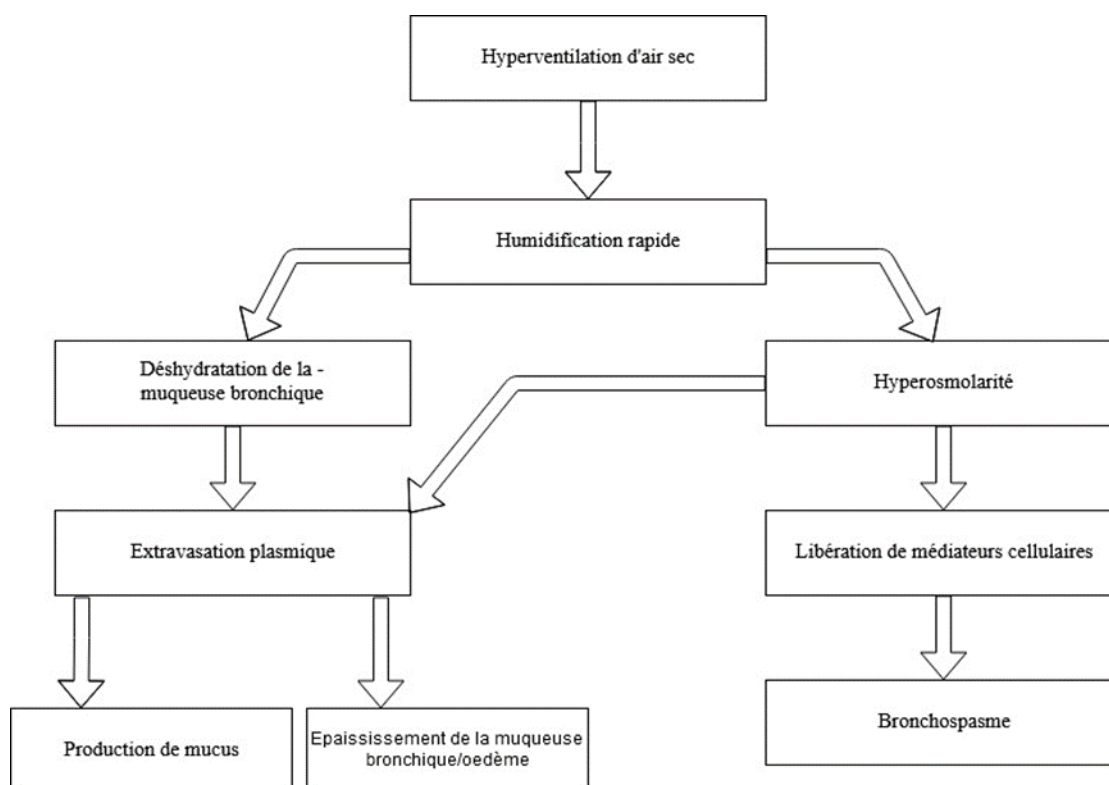


Figure 8 : Hypothèse osmotique (Ammor, 2007).

### **7.2.3 La théorie inflammatoire :**

Les cellules inflammatoires concernées sont les mastocytes, les éosinophiles, les macrophages, les cellules nerveuses. Il existe cependant des controverses sur les cellules et les médiateurs réellement impliqués dans la réaction inflammatoire. A titre d'exemple, un afflux des éosinophiles est décrit, mais d'autres auteurs n'ont pas retrouvé ces éosinophiles dans le sang ou dans les expectorations induites au décours d'un AIE. Alors qu'ils les observent après un test de provocation allergénique (BENARAB-BOUCHERIT, 2010).

### **7.3. Facteurs déclenchants de l'asthme induit par l'exercice :**

De nombreux facteurs sont nécessaires ou favorables à la survenue d'un AIE :

#### **7.3.1. L'intensité de l'effort :**

Le niveau élevé du débit ventilatoire est l'élément essentiel, obligeant à respirer par la bouche et permettant de faire progresser vers les régions profondes du poumon de nombreuses particules allergéniques ou des molécules irritantes (polluants, chlore des piscines...).

**7.3.2. Le nombre et la taille des bronches déshydratées ;** Si les petites voies aériennes sont déshydratées au delà de la 10-12ème génération bronchique, l'AIE survient dans les 5 à 10 minutes, même chez un sujet non asthmatique. Plus la taille des voies aériennes concernées par la déshydratation est petite, plus l'AIE est grave.

#### **7.3.3. La durée de l'exercice ;**

Les efforts de moins de 1 à 2 minutes ne sont pas suffisamment longs pour déshydrater les voies aériennes au delà de la 10ème génération, même si le débit ventilatoire est élevé, ce qui explique la bonne tolérance de l'enfant asthmatique aux efforts anaérobies (sprints par exemple).

#### **7.3.4. La respiration buccale ;**

Elle est rendue obligatoire par le débit d'air inspiré trop élevé pour l'étroitesse des voies nasales. Cette respiration court-circuite une muqueuse nasale très vascularisée où le réchauffement et l'humidification de l'air seraient facilités.

#### **7.3.5. Les caractéristiques de l'air inspiré ;**

Un faible degré d'hygrométrie (air sec) et une température basse (air froid) contribuent à renforcer l'AIE des sportifs « du froid » (skieurs de fond, patineurs).

#### **7.3.6. Le degré d'inflammation des bronches ;**

Dans l'asthme, les bronches sont inflammatoires, les cellules inflammatoires et les médiateurs nombreux présents in situ agissent sur le muscle lisse bronchique, sur le muscle lisse vasculaire et sur la perméabilité épithéliale des cellules des voies aériennes. D'autres médiateurs stimulent les terminaisons nerveuses (substance P, acétylcholine). Cette inflammation locale favorise l'AIE et explique l'efficacité des corticoïdes inhalés dans le traitement de fond de l'AIE.

Comme dans l'asthme, les bronches d'un athlète très entraîné sont inflammatoires et hyperréactives.

Toute autre inflammation bronchique peut favoriser l'AIE : virose à virus respiratoire syncytial notamment ; exposition à une pollution naturelle, l'ozone [6] ou industrielle, NOx et SO2 ; exposition à un aéroallergène chez l'asthmatique. Cette inflammation bronchique est à l'origine d'une altération du surfactant, favorisant l'augmentation des résistances des voies aériennes, et l'AIE (ce d'autant plus que l'air inspiré est froid).

**7.3.7. Les modifications structurales des voies aériennes** ; et notamment l'épaississement de la membrane basale, qui rend la réhydratation plus lente.

**7.3.8. « L'hyper-réponse » ou hyperréactivité du muscle lisse bronchique** ; (asthme) (Dutau, 2002).

## **7.4. FORMES CLINIQUES :**

### **7.4.1. Forme typique :**

Une respiration sifflante, une dyspnée et une oppression thoracique qui sont liées à une obstruction bronchique transitoire consécutive à un exercice physique intense, survenant habituellement 5 à 10 minutes après l'arrêt de l'effort. On peut également l'observer en cours d'exercice physique soutenu (Lezreg, 2013).

### **7.4.2. Formes atypiques :**

De nombreux symptômes atypiques peuvent révéler un AIE : une respiration courte, une dyspnée anormale après l'effort, des quintes de toux, une douleur thoracique, une diminution de la performance « court moins vite que ses camarades ». Les symptômes peuvent aussi manquer malgré une chute du VEMS. Ainsi, 25% des enfants dont le débit expiratoire chute de plus de 20% après l'effort, ne se plaignent d'aucun symptôme. Ils réduisent seulement leur activité physique et sportive.

Des symptômes atypiques, fréquemment trompeurs chez l'enfant, peuvent être vérifiés et analysés au cours d'une épreuve d'effort. L'observation d'une diminution du VEMS concomitante du symptôme anormal confirme le diagnostic d'AIE. Même chez des adultes asthmatiques connus, se plaignant de symptômes à l'effort (troubles respiratoires, douleurs thoraciques), seuls 42% ont une diminution significative de leur VEMS, les autres symptômes présentés traduisant simplement une perception difficile de l'hyperventilation d'exercice.

Pour rattacher des symptômes atypiques à un diagnostic d'AIE, on peut également s'aider d'un test thérapeutique, en vérifiant l'efficacité d'une cromone ou d'un bêta 2 mimétique pris 15 minutes avant le début de l'activité physique. L'AIE peut également survenir non pas à l'arrêt mais pendant l'effort. Les exercices dont l'intensité est variable favorisent ce type de

bronchospasme : les débits bronchiques diminuent quand l'intensité de l'exercice diminue et se normalisent quand l'intensité de l'effort augmente, ce qui traduit la balance des réponses bronchoconstrictrices et dilatatrices. Une période dite réfractaire de 40 minutes à 2 heures, est présente chez 40 à 50% des sujets, période pendant laquelle un nouveau bronchospasme ne peut survenir si un nouvel effort est soutenu. Elle peut exister même si l'exercice initial n'a pas entraîné un AIE clinique. La PGE<sub>2</sub>, prostaglandine bronchodilatatrice serait probablement responsable de cette phase réfractaire (BENARAB-BOUCHERIT, 2010).

#### **7.4.3. Diagnostic positif :**

Les éléments évocateurs du diagnostic sont cliniques avec au premier rang l'interrogatoire ciblé sur les circonstances déclenchantes et la recherche d'un contexte atopique personnel ou familial. Le diagnostic sera conforté par l'exploration fonctionnelle respiratoire. Celle-ci peut mettre en évidence un trouble ventilatoire obstructif méconnu, réversible après prise d'un bêta<sub>2</sub>-mimétique. Lorsqu'elle s'avère normale, il peut être nécessaire d'avoir recours à une épreuve d'effort respiratoire avec mesure des paramètres ventilatoires pendant et au décours de l'exercice physique. Une diminution de 10 à 20% du VEMS lors d'une épreuve d'effort permet de retenir le diagnostic d'AIE. D'autres tests sont utilisés au laboratoire pour poser le diagnostic sans avoir recours à l'effort physique.

Les tests de bronchoprovocation indirects comprennent les tests qui nécessitent une hyperpnée à l'air sec (ex., exercice, HVE) ou des aérosols osmotiques (ex., mannitol). Ces tests partagent un stimulus primaire commun pour induisant un rétrécissement des voies respiratoires, qui est l'augmentation de l'osmolarité du liquide de surface des voies respiratoires (S. D. Anderson, 2016).

##### **7.4.3.1. Test de course libre :**

Pratiqué à l'extérieur, sans équipement particulier, il semble bien adapté aux enfants. Il consiste en une course libre de 6 minutes, il lui est demandé de courir aussi vite qu'il le peut. Idéalement, il est souhaitable de mesurer le pouls à l'arrêt immédiat de l'effort.

Ce test est fréquemment utilisé dans les études épidémiologiques. Sa sensibilité est de 43%, sa spécificité de 93% et sa valeur prédictive positive de 40%. Sa reproductibilité a cependant été remise en question.

L'index spirométrique choisi influence également les résultats : Une diminution de 15% du DEP est exigée. Si la mesure de la courbe débit volume est possible, une diminution simultanée de 10% du VEMS et de 26% du DME<sub>25-75</sub> permet de dépister uniquement les vrais asthmatiques (Custovic, Arifhodzic, Robinson, & Woodcock, 1994).

#### 7.4.3.2. Epreuve d'effort au laboratoire:

Le test d'effort offre la possibilité de déterminer la pathophysiologie des limitations à l'exercice et la gravité de la déficience fonctionnelle. Il a également été couramment utilisés pour évaluer l'effet des traitements médicamenteux et chirurgicaux, ou de réadaptation sur la fonction cardiopulmonaire chez les patients (adultes et enfants) et il a amélioré notre compréhension du développement cardiopulmonaire dans la population pédiatrique.

En règle générale, les enfants sont soumis à un test d'effort pour l'évaluation de leurs performance et/ou pour évaluer les mécanismes qui limitent la performance (Yu, McManus, Li, Sung, & Armstrong, 2010).

L'indication de l'épreuve d'exercice dans l'exploration d'un asthme peut se poser dans diverses circonstances :

- Pour affirmer un diagnostic clinique hésitant, devant une toux ou une dyspnée d'effort, en dehors d'un asthme paroxystique typique. Il n'y a pas d'indication diagnostique logique dans le cadre d'un asthme connu. Cependant, l'évaluation du bronchoconstriction induite par l'effort, parfois majeur, peut être utile pour la prise en charge thérapeutique de ces sujets.

- Pour évaluer une thérapeutique et/ou montrer qu'un enfant asthmatique bien traité peut et doit faire de l'exercice physique ;

- Comme test de provocation dans le cadre d'un protocole de recherche clinique, physiopathologique ou médicamenteux.

Le choix de l'épreuve d'exercice doit être discuté en tant que test de bronchoprovocation avec les autres types de provocation comme le test à la méthacholine/carbachol. En effet, le renseignement recherché est du même ordre : la mise en évidence d'une hyperréactivité bronchique non-spécifique. Chacun de ces deux tests a ses avantages, la standardisation des tests pharmacologiques par inhalation a fait l'objet de nombreux travaux, permettant une utilisation en routine de ces tests. L'épreuve d'exercice, bien que plus physiologique, nécessite elle aussi un matériel adapté et une standardisation précise. Elle ne sera pratiquée que si la fonction ventilatoire de base est supérieure à 70 % de la valeur théorique ( $VEMS > 70\%$ ), après arrêt de tout traitement aux bronchodilatateurs, dans des délais correspondant à la pharmacologie des médicaments pris (8h minimum pour les médicaments à courte durée d'action, 24-36 h pour les médicaments à longue durée d'action) (Matecki, Paruit, Chaussain, Ramonatxo, & Denjean, 2001).

Il y a un taux élevé de faux négatif (test négatif à tort) dans le diagnostic de l'AIE lorsque le test d'effort est effectué en laboratoire. Cela est dû aux nombreux facteurs qui peuvent affecter la réponse des voies aériennes à l'exercice et à la variabilité naturelle de l'AIE. Le type, la

durée et l'intensité de l'exercice, la température et la teneur en eau de l'air inspiré, le temps depuis la dernière fois où l'exercice a provoqué un rétrécissement des voies respiratoires (une bronchoconstriction), tous ces facteurs affectent la sévérité de la réponse. De plus, de nombreux médicaments doivent être arrêtés pour une période appropriée (Sandra D Anderson & Kippelen, 2012).

Les lignes directrices les plus utilisées pour les tests sont de l'ATS (American Thoracic Society de 1999) qui recommandent que le VEMS soit la principale variable d'évaluation pour détecter la bronchoconstriction induite par l'exercice. Une diminution de 10 % de la VEMS après l'exercice est généralement acceptée comme diagnostic de BIE, bien que d'autres seuils ont été suggérés pour l'utilisation chez les enfants, tels que 13% et 15,5 %. D'autres mesures spirométriques telles que le VEMS<sub>0.5</sub> peuvent également être utilisées, tout comme la plupart des jeunes enfants sont incapables d'effectuer une expiration forcée complète pendant une seconde. Dans une étude récente, 69 % des enfants de 5 à 7 ans ont présenté un indice de Tiffeneau de base (VEMS<sub>1</sub>/capacité vitale forcée) de 90 % ou plus, démontrant que le VEMS<sub>1</sub> est presque égal à la capacité vitale forcée, ce qui pourrait réduire l'utilité du VEMS<sub>1</sub> comme indice d'obstruction des voies aériennes (van Leeuwen, Driessen, Kersten, & Thio, 2013).

Les mesures spirométriques sont réalisées au repos et à l'arrêt de l'effort, à 1–3–5–10–15–20, voire 30 minutes. Le diagnostic positif d'AIE est fait sur une diminution du VEMS supérieure ou égale à 15 % par rapport à sa valeur de repos, après un exercice physique. Une chute de 10 pour cent n'est pas normale, mais ne peut confirmer de façon définitive le bronchospasme d'effort. À noter, qu'une chute de 3 à 5 pour cent du VEMS peut être observée chez des sujets non asthmatiques, après un effort (C. Karila, 2007). Cependant, Vilozni et ses collègues ont étudié l'AIE chez des enfants de 3 à 6 ans, en mesurant la fonction pulmonaire à 1, 2, 3, 5, 10 et 20 minutes après l'exercice. La bronchoconstriction maximale se produisait souvent dans les 3 minutes suivant l'exercice, et pouvait disparaître dès 5 minutes après l'exercice. Les chercheurs ont conclu que l'exclusion des mesures jusqu'à 5 minutes après l'exercice peut manquer ou sous-estimer la sévérité de la bronchoconstriction (Vilozni et al., 2007).

L'exercice effectué dans une épreuve d'effort devrait être d'une durée et d'une intensité suffisantes pour provoquer une bronchoconstriction et, de préférence, être normalisée. Les dernières recommandation exige une durée de 6 à 8 minutes d'exercice, dont 4 à 6 minutes à la fréquence cardiaque cible (80 % à 90 % de la FC<sub>max</sub> [220 - âge]) (van Leeuwen et al., 2013).

Le tapis roulant est habituellement l'ergomètre choisi, car il mobilise plus rapidement un débit

ventilatoire élevé, mais le cycloergomètre est également fréquemment utilisé. Il s'agit d'obtenir 80 à 90% de la fréquence cardiaque (FC) ou de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>) théoriques et de maintenir cette intensité d'exercice pendant 4 minutes.

A cette intensité d'effort, la ventilation maximale cible est obtenue. Le protocole utilisé est le suivant : une montée rapide de la charge d'effort, en 1 à 3 minutes, charge maintenue au-delà pendant au moins 4 minutes. La durée totale de l'effort est de 6 à 8 minutes. Selon la durée de la montée de la charge, on parle d'une épreuve triangulaire rapide ou d'une épreuve rectangulaire. Chez le sujet de plus de 25 ans, à risque de pathologie cardiaque sous-jacente, on choisira la montée en charge la plus lente, ce qui n'est pas nécessaire chez l'enfant. Le test peut être sensibilisé par l'inhalation d'un air sec et froid (< 10mg/l de vapeur d'eau, air comprimé). L'AIE est dépendant de l'intensité de l'exercice ; l'obtention d'une intensité d'effort élevée au cours du test d'effort permettra de détecter plus facilement l'AIE (95% de la VO<sub>2</sub> ou de la FC maximales plutôt que 85%) (Dutau, 2002).

#### **7.4.3.3. Test d'hyperventilation eucapnique :**

Le test HVE a été développé et standardisé, et validé par des membres de l'armée Américaine à l'hôpital Walter Reed à Washington DC. Il a été spécialement conçu pour servir de substitut à un test d'exercice visant à identifier l'AIE (S D Anderson, Argyros, Magnussen, & Holzer, 2001).

L'HVE est le meilleur test diagnostique d'une BIE, avec des excellentes sensibilité et spécificité. Sa sensibilité est plus élevée que le test à la métacholine ou qu'un test d'effort en laboratoire. Ce test est recommandé par la Commission médicale du CIO comme test diagnostique pour les athlètes olympiques avant la délivrance d'une autorisation d'usage à des fins thérapeutiques. Le test consiste en l'inhalation d'un mélange gazeux sec et enrichi en CO<sub>2</sub> (FiCO<sub>2</sub> = 4,5-5 %) afin d'éviter la survenue de manifestations hypocapniques. Le sujet doit hyperventiler volontairement pendant 6 minutes, de façon à augmenter son débit ventilatoire à la hauteur de 60-85 % de la ventilation-minute maximale (estimée par le produit VEMS × 35) La température du gaz inhalé peut être à la température ambiante. Plusieurs auteurs ont montré que le refroidissement du gaz inhalé (-20 °C) ne modifiait pas la réponse broncho-constrictrice et par conséquent n'augmentait pas la sensibilité du test. Le VEMS est habituellement mesuré 3, 5, 10, 15, 20 et 30 minutes après l'arrêt de l'hyperventilation volontaire, de façon à ne pas méconnaître une bronchoconstriction retardée. Le test est positif lors d'une chute de 10 % du VEMS par rapport à sa valeur basale (fig 5).(Reinhard-Groebli & Nicod, 2017).

#### **7.4.3.4. Test de provocation bronchique au mannitol :**

Par contre, les tests de provocation " indirects " comme le test au mannitol provoque un rétrécissement des voies respiratoires en libérant une large variété de médiateurs de la bronchoconstriction provenant des cellules inflammatoires des parois des voies respiratoires (comme la prostaglandine, leucotriène, l'histamine...ect).

A cause de ce mécanisme, les tests indirects sont plus spécifiques pour identifier l'asthme. Le test au mannitol présente l'avantage d'un protocole standardisé, une administration facile, une courte procédure et une bonne sécurité en raison d'un challenge dose-réponse progressif. Le test peut être arrêté avant une chute sévère du VEMS<sub>1</sub> ne se produise. En 2007, le mannitol a été inclus comme test de bronchoprovocation dans les lignes directrices de GINA (Global Initiative for Asthma) (Kernen et al., 2019). Il consiste à délivrer des doses croissantes de la substance osmotique par un Inhalateur à poudre sèche, enregistrement de la valeur VEMS<sub>1</sub> une minute après chaque inhalation. La réponse est considérée comme positive lorsqu'on obtient une chute de 15 % du VEMS par rapport à la valeur de base après avoir inhalé une dose (PD15) de mannitol de 635 mg ou moins. Cette technique permet également de collecter les sécrétions bronchiques (qui augmentent lorsque le mannitol est administré), qui peuvent être examinés pour la présence de cellules inflammatoires (Sanguinetti, 2011).

#### **7.4.3.5. Test de provocation bronchique à l'Adenosine Monophosphate (AMP) :**

Le test de l'AMP est un test de bronchoprovocation indirect non osmotique. La poudre cristalline sèche d'AMP est dissoute dans une solution saline à 0,9 % et est administrée à des concentrations progressivement doublées via un nébuliseur. Après l'inhalation, l'AMP se déphosphoryle en adénosine. L'adénosine est une protéine qui se lie à des récepteurs spécifiques couplés à la protéine G à la surface des cellules de mastocytes, stimulant la dégranulation avec libération de médiateurs. La réponse à l'AMP est exprimée par la concentration provoquant une diminution de 20 % du VEMS (van Leeuwen et al., 2013).

#### **7.4.3.6. Test de provocation bronchique à la méthacholine :**

C'est un test directe, qui consiste en l'inhalation d'aérosols de méthacholine à doses croissantes entre des mesures répétées du VEMS. La sensibilité de ce test est élevée par rapport aux tests de bronchoprovocation indirecte, mais sa spécificité n'est pas bonne. Le test est considéré comme positif si la dose cumulée de méthacholine générant une chute du VEMS de 20 % est  $\leq 4$  mg/ml selon la méthode décrite par Juniper (tidal breathing volume) (Saubade, Chiari, Guinchard, & Roachat, 2019).

#### 7.4.4. DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL :

- Le stridor laryngé induit par l'exercice ou l'obstruction laryngée induite par l'exercice (dysfonction des cordes vocales) est un diagnostic différentiel fréquent de l'AIE et cette affection est le plus souvent observée chez les jeunes filles bien entraînées en sport d'endurance. La prévalence chez les athlètes est de 5,1 %. Les symptômes du Le stridor laryngé induit par l'exercice sont un stridor inspiratoire se produisant pendant l'exercice maximal et s'arrêtant lorsque l'exercice est terminé. Pendant l'exercice, On peut entendre des sons inspiratoires audibles de la zone laryngée, et les bronchodilatateurs ou d'autres médicaments pour l'asthme n'ont aucun effet. L'hyperventilation est souvent vu en relation avec cette pathologie et la mesure de VE, VO<sub>2</sub>, Fr et RER pendant l'exercice peuvent servir d'outil supplémentaire pour confirmer le diagnostic.

Le diagnostic correct de cette anomalie devrait être confirmé par un laryngoscope à fibre optique direct pendant l'exercice (Stensrud, 2010).

- Le reflux gastro-œsophagien (RGO) peut être la cause des symptômes respiratoires induits par l'exercice et un facteur comorbidité avec dysfonctionnement des cordes vocales. La toux et la dyspnée sont des symptômes extra-œsophagiens de RGO, et l'exercice peut provoquer un RGO par une faible pression thoracique pendant la respiration forcée combinée à une pression abdominale accrue pendant l'exercice (Weiler et al., 2007).

- Les malformations artério-veineuses pulmonaires (MAV) peuvent être associées à une intolérance à l'exercice et à une hypoxémie artérielle. La plupart des MAV pulmonaires sont associées à un trouble autosomique dominant, à une La maladie de Rendu-Osler (maladie de Rendu-Osler-Weber ou télangiectasie hémorragique familiale). L'incidence de cette maladie est supérieure à un cas dans la 10 000 ; environ 35 % des patients atteints de cette pathologie ont des MAV pulmonaires. Les complications des MAV pulmonaires sont liées à Un shunt intrapulmonaire droit-gauche. Une embolie paradoxale peut entraîner des abcès cérébraux, les accidents vasculaires cérébraux et les accidents ischémiques transitoires . La plupart des MAV pulmonaires sont situées au niveau du poumon des bases. Certains patients présentent une platypnée ou une amélioration de la respiration en position couchée. Hypoxie artérielle qui s'aggrave en position debout ou avec l'exercice est commun . Cependant, la spirométrie est généralement normale, La capacité pulmonaire de diffusion du monoxyde de carbone (DLCO) peut être diminuée (Pnina Weiss & Kenneth W. Rundell, 2009).

- L'excès de poids corporel est à l'origine d'un syndrome restrictif, et s'associe à une diminution dite «harmonieuse» de la capacité vitale forcée (CVF) et du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS). Cette association varie en fonction de l'âge et du sexe.

L'étude de la mécanique ventilatoire, notamment chez des sujets anesthésiés, permet de faire les constats suivants. L'obésité morbide s'associe :

- à une diminution de la compliance statique du système respiratoire, due à une diminution à la fois des compliances pulmonaire et thoracique ;
- à une augmentation de la résistance des voies aériennes supérieures et intrathoraciques
- à une diminution de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF).

Ceci a plusieurs conséquences. D'une part, en raison de la diminution de la CRF, la respiration se fait à un plus bas volume, approchant le volume de fermeture, ce qui est à l'origine d'une inhomogénéité des rapports ventilation/perfusion. Ce phénomène, qui est aggravé par le décubitus dorsal, peut entraîner une hypoxémie nocturne, voire diurne.

D'autre part, le travail respiratoire et donc le coût métabolique de la respiration sont augmentés, même au repos. Ainsi, pour un effort donné, les besoins ventilatoires sont plus élevés chez le sujet obèse, en raison de l'augmentation de l'activité métabolique liée à la fois au surpoids et au coût métabolique de la respiration. Ceci a pour conséquences une diminution de la réserve ventilatoire à l'effort et une prédisposition à une défaillance respiratoire en cas d'atteinte pulmonaire ou systémique.

Enfin, ces contraintes mécaniques ont un impact sur le mode ventilatoire : pour une ventilation donnée, on constate une diminution du volume courant et une augmentation de la fréquence respiratoire (Réthoret-Lacatis & Janssens, 2008).

Il existerait un risque accru d'asthme chez les enfants obèses comparativement aux enfants sans surpoids (Laaban & Raheison, 2007).

Un certain nombre d'études ont démontré que les sujets obèses perçoivent un plus grand degré de dyspnée en réponse à des stimuli tels que l'exercice, les tests de la méthacholine ou exacerbations de l'asthme (Pnina Weiss & Kenneth W Rundell, 2009).

Les diagnostics différentiels possibles sont :

- Dysfonctionnement laryngé à l'effort (VCD)
  - \*Boucle de débit-volume
  - \*Rhinolaryngoscopie d'exercice
- Hyperventilation induite par l'exercice / dyspnée – sujets obèse en bonne santé.
  - \*Test d'effort cardiopulmonaire
- Maladie pulmonaire obstructive/restrictive
  - \*Imagerie, Test complet de la fonction pulmonaire
- Obésité, anomalies du squelette, paralysie diaphragmatique, fibrose interstitielle
  - \*Tests de la fonction pulmonaire, tests des muscles respiratoires.

- Anaphylaxie induite par l'exercice.
  - \*Test d'allergie cutanée, identifier les déclencheurs alimentaires possibles.
- Essoufflement à l'effort en raison d'une possible défaillance cardiovasculaire, pulmonaire ou des mécanismes gastro-intestinaux.
  - \*Echocardiographe, ECG, Holter
  - \*Test d'effort cardiopulmonaire
- Dyspnée induite par l'exercice - selon l'âge
  - \*Test d'effort cardiopulmonaire
- Reflux gastro-oesophagien
- Déficience d'enzymes mitochondriales
- Psychologique (John M Weiler et al., 2016).

#### **7.4.5. TRAITEMENT :**

##### **7.4.5.1. Traitements pharmacologiques :**

Il n'y a pas une prise en charge pharmacologique particulière, autre que celle propre à l'asthme en tant que tel. La prise en charge de l'AIE nécessite un respect strict du traitement de fond et un timing adapté pour prévenir la maladie par l'utilisation de médicaments à titre prophylactique juste avant l'exercice

Les possibilités thérapeutiques spécifiques sont les suivantes (Audag et al., 2016):

##### **- Les bêta-2-mimétiques de courte durée d'action (bêta 2 CA) :**

Des bronchodilatateurs, ils sont les médicaments de choix pour la prophylaxie de l'AIE. S'ils sont donnés 15 min à 1 heure avant l'exercice, Les bêta-2 agonistes de courte durée d'action (bêta 2 CA) rapide tels que l'albutérol et la terbutaline peuvent prévenir les symptômes (Tan & Spector, 2002). Il est prouvé que lorsqu'ils sont associés à échauffement préalable, les bêta 2 CA offre un effet protecteur additif chez les patients souffrant d'asthme et de l'AIE et confèrent un effet protecteur plus important contre le développement de l'AIE que l'échauffement ou les bêta 2 CA seuls (Bhumika Aggarwal et al., 2018).

##### **- Les bêta 2 mimétiques de longue durée d'action (bêta 2 LA) :**

Les cours d'EPS se déroulent fréquemment l'après-midi, à l'école. Dans le milieu scolaire, la prise de médicaments est difficile et soumise à de nombreuses contraintes administratives : une étude réalisée à Londres a montré que seulement 50% des professeurs d'éducation physique et sportive autorisaient les enfants asthmatiques à garder avec eux leur spray de bronchodilatateurs. Un bêta 2 CA pris le matin au domicile ne suffit pas à protéger l'enfant toute la journée. Deux bêta 2 mimétiques de longue durée d'action sont disponibles : le salmétérol et le formotérol. Ils ont la même efficacité que les bêta 2 CA, mais une durée de protection

d'environ 9 à 12 heures. Le formoterol induit quant à lui une bronchodilatation plus rapide, avec la même protection à long terme (BENARAB, 2010).

Si les bêta-agonistes sont administrés quotidiennement, il est probable que cela va induire une tachyphylaxie ou de perte d'efficacité au moins partielle. Une diminution de l'efficacité peut être considérée comme une diminution de la réponse bronchodilatatrice avec un agoniste bêta ou une durée d'effet plus courte. La durée d'action peut passer d'environ 12 heures à 3-4 heures au maximum après 4 semaines de traitement (Chris Randolph, 2008).

#### **- Les cromones :**

Les cromones sont des stabilisants de la membrane des mastocytes, évitant ainsi la dégranulation d'une des principales cellules inflammatoires. Elles sont surtout prescrites en l'absence d'obstruction bronchique pré-existante au repos.

Elles sont données 15 minutes avant le début de l'exercice physique, leur durée d'efficacité est de 2 heures. De plus, les cromones apparaissent d'autant plus efficaces chez les sujets qui ont un asthme induit par l'exercice sévère (Lezreg, 2013).

Le Cromoglycate de sodium est très efficace dans 70% des à 87 % des personnes ayant reçu un diagnostic d'AIE et a des effet secondaire minime. Le nédocromil de sodium offre une protection égale à celle du Cromoglycate de sodium chez les enfants (Milgrom & Taussig, 1999).

#### **- Les antagonistes des récepteurs des leucotriènes :**

Les leucotriènes peuvent causer une contraction des muscles lisses. Les Modificateurs des leucotriènes sont utilisés dans l'asthme chronique, généralement seuls dans les cas de l'asthme léger, ou en combinaison avec d'autres médicaments . Ils sont pratiques, car les médicaments oraux ont peu d'effets secondaires et ils ont une action prolongée.

Les leucotriènes sont utiles pour traiter l'AIE, lorsque les symptômes sont légers, mais doivent souvent être utilisés comme traitement adjuvant pour optimiser le contrôle (Constantinou, 2004).

#### **- Les corticostéroïdes inhalés :**

Les corticostéroïdes inhalés (CSI) sont efficaces pour prévenir l'AIE lorsqu'il est présent avec un asthme persistant. Leurs effet protecteur contre l'AIE peut prendre 4 semaines. Les résultats de nombreuses études indiquent que les CSI diminuent la gravité de l'AIE chez toutes les personnes atteintes d'asthme. En effet, Il est fortement recommandé d'utiliser les CSI pour les personnes qui ne répondent pas aux bêta 2 CA ou qui en ont besoin quotidiennement.

Les doses de budésonide, de fluticasone et de ciclesonide sont administrées quotidiennement, ils offrent une protection contre l'AIE dans quelques semaines, des doses plus élevées

permettant une amélioration plus rapide. Les experts suggèrent que les bêta 2 CA soit pris immédiatement avant l'exercice pour les 3-4 premières semaines de thérapie avec CSI puis arrêter pour déterminer si les SCI seul est adéquats. Les avantages des SCI doivent être appréciés si le traitement est poursuivi jusqu'à 12 semaines. On ne sait pas combien de temps les bénéfices de CSI durent après l'arrêt du traitement; cela dépend du temps de retour des mastocytes et des éosinophiles à un nombre significatif. Également, cela dépend de la l'exposition à des allergènes, des agents infectieux ou des irritants. Les résultats de plusieurs études ou aérosols hyperosmolaires ont été utilisés à laisser suggérer que l'effet des CSI dure « quelques mois » (Christopher Randolph, 2013).

#### **- Les antihistaminiques et les atropiniques :**

Ils ont que peu d'efficacité. La théophylline permet une certaine protection, mais le degré d'inhibition de l'AIE est corrélé à la concentration sérique du médicament, ce qui rend son maniement peu simple (Ammor, 2007).

#### **7.4.5.2. Traitements non-pharmacologiques :**

Des méthodes non pharmacologiques peuvent également être utilisées dans la gestion de l'AIE. Elles comprennent l'aptitude physique, l'intégration d'un échauffement avant et une période de récupération après l'exercice, la respiration nasale, l'évitement du froid ou des allergènes environnementaux, et l'utilisation d'un masque facial ou d'une autre aide pour chauffer et humidifier l'air inhalé. Des données plus récentes suggèrent également que la modification alimentaire pourrait jouer un rôle dans le contrôle de l'AIE (Millward, Tanner, & Brown, 2010). L'activité physique joue un rôle crucial dans l'optimisation de la santé des enfants avec ses bienfaits physiologiques et psychosociales (Vanderloo et al., 2016).

L'augmentation de l'activité physique et de l'aptitude cardiorespiratoire ont un effet positif sur le débit expiratoire de pointe et le contrôle de la maladie asthmatique (Teng et al., 2014) et améliorer la qualité de vie, réduire les exacerbations, les admissions à l'hôpital, l'absentéisme scolaire, les visites médicales non planifiées et le nombre de médicaments utilisés pour contrôler l'asthme (F. M. Dantas et al., 2014).

Les explications physiologiques des bénéfices de l'activité physique chez les enfants asthmatiques comprennent la réduction du mucus et l'œdème en raison de l'amélioration de la clairance mucociliaire grâce à une stimulation épithéliale accrue, une diminution de la propriétés du latch-bridge, phénomène caractéristique du maintien d'un état contracté en phase tonique, propre au muscle lisse et une augmentation de la force de la paroi thoracique grâce à l'inspiration profonde (Sood, 2011).

En revanche, l'inactivité physique peut provoquer une sténose des voies respiratoires en réduisant la distensibilité des muscles lisses. Une étude a montré qu'il y a une association entre l'hyperréactivité bronchique chez les enfants asthmatiques et la diminution du niveau de la l'exercice physique par semaine (Dimitrakaki et al., 2013).

#### **- L'échauffement :**

L'échauffement est un point essentiel dans la prévention de l'AIE. Environ 40 à 50 % des personnes qui ont un premier épisode de l'AIE ont une période réfractaire de diminution de la réactivité qui peut durer de 1 à 4 h après l'exercice d'échauffement initial . La cause de cette période réfractaire n'est pas entièrement comprise mais peut être elle est due au déplétion des catécholamines, l'augmentation de prostaglandine, ou dégranulation des médiateurs des mastocytes (Stickland, Rowe, Spooner, Vandermeer, & Dryden, 2012).

Divers programmes peuvent être proposés pour atténuer l'AIE chez ces enfants. L'échauffement doit commencer par des exercices respiratoires qui vont contribuer à la maîtrise du souffle (respiration ample, inspiration nasale et expiration buccale). Ensuite, on propose une alternance de séquences (de 1 à 2 minutes) de course lente et marche ou des exercices fractionnés, avec alternance, cette fois-ci de course d'effort plus soutenu ( 25–30 secondes ) et de récupération (1 minute 30 à 2 minutes). L'échauffement peut aussi se faire par une course continue de 15 minutes à faible allure. La longueur optimale de l'échauffement proposée par les auteurs est comprise entre 15 à 30 minutes. Le début, tout comme la fin des exercices, doit toujours être progressif (Audag et al., 2016).

#### **- Intensité et durée de l'effort :**

Le choix des échauffements illustrent bien l'importance du couple "intensité/durée" de l'effort dans la définition du risque asthmogène. Les exercices brefs et intenses, ainsi que les exercices prolongés (>15 minutes) mais faiblement intenses sont peu asthmogènes. Les exercices intenses de 6 à 8 minutes sont les plus asthmogènes. Les courses de longue durée (dénomination actuelle des courses d'endurance), sont donc asthmogènes quand leur intensité est trop élevée et donc le niveau ventilatoire important (Chantal Karila, 2002).

#### **- Le seuil ventilatoire :**

Le rôle de l'hyperventilation étant majeur dans le déclenchement d'un AIE, un effort intense sera donc plus asthmogène. L'effort prolongé, réalisé à une intensité correspondante au premier seuil ventilatoire est bien toléré. Ce seuil est utilisé dans les réentraînements à l'effort. Il est déterminé au cours d'une épreuve d'effort, par le premier point d'inflexion sur la courbe d'augmentation de la ventilation. Il correspond à la mise en jeu progressivement de processus énergétiques anaérobies lorsque l'intensité de l'exercice physique augmente tout en restant

inférieure au SV2 ou seuil d'inadaptation ventilatoire. Sur le terrain, ce seuil peut facilement être repérable car il est corrélé au seuil d'apparition de la dyspnée, ou de façon encore plus évidente, par la nécessité de passer de la respiration nasale à la respiration buccale (BENARAB, 2010).

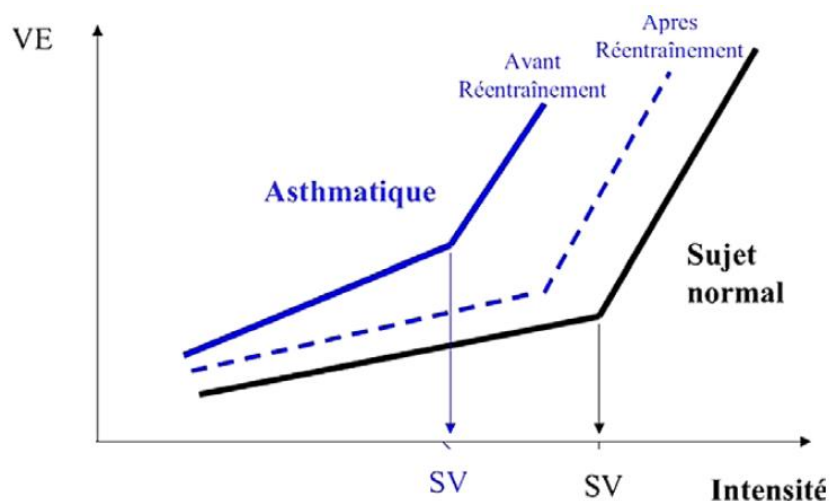


Figure 9. Évolution du débit ventilatoire en fonction de l'intensité de l'effort chez le sujet normal, et chez l'enfant asthmatique avant et après réentraînement. VE : débit ventilatoire ; SV : premier seuil ventilatoire (C. Karila, 2007).

#### - L'environnement :

L'exercice physique dans un environnement sec et froid peut déclencher une bronchoconstriction. Les masques qui intègrent un échangeur de chaleur et d'humidité (ECH) sont un nouveau produit non pharmacologique outil pour lutter contre l'AIE dans les environnements secs et froids. Bien que peu d'études ont vérifié l'efficacité des masques de protection ECH pour empêcher l'apparition de l'AIE, certaines études ont démontré un effet protecteur mesuré par une atténuation dans la baisse du VEMS après l'exercice, ce qui suggère que les personnes souffrant d'asthme peuvent utiliser les masques de protection ECH pour se protéger contre l'AIE lorsqu'ils pratiquent des activités modérées à vigoureuses dans un environnement froid et sec. Actuellement, on sait pas si les masques réduisent l'inflammation des voies respiratoires lors d'exercices aigus et dans plusieurs séances d'exercice physique. De même, on sait pas si les masques ECH réduisent les symptômes respiratoires et l'utilisation de bêta-2-mimétiques après plusieurs semaines d'exercice dans un environnement froid et sec (Dickinson, Amirav, & Hostrup, 2018).

Les polluants de l'air peuvent avoir des effets irritants et inflammatoires directs sur les neurorécepteurs des voies respiratoires et l'épithélium par exemple, l'ozone, le dioxyde d'azote

et les matières particulaires ( en Anglais ; Particulate matter PM <2-5  $\mu\text{m}$  de diamètre [PM2-5])(Guarnieri & Balmes, 2014).

Une étude transversale menée auprès des enfants scolarisés âgés de 10 à 13 ans a également révélé que les enfants nageurs étaient plus susceptibles de développer de l'asthme et une bronchite récurrente que leurs camarades qui n'avaient jamais fréquenté une piscine avec de l'eau traitée par le chlore, avant l'âge de 2 ans. Il est intéressant de noter que cette mauvaise santé respiratoire des enfants nageurs était associée à des niveaux sériques plus faibles de la protéine de la cellule de Clara (CC16), une protéine qui protège de l'inflammation en cas d'infection aiguë par le Virus respiratoire syncytial (VRS). Ces constatations ont conduit au postulat selon lequel le chlore utilisé pour désinfecter les piscines peut provoquer des infections respiratoires (Voisin, Sardella, Marcucci, & Bernard, 2010).

*Chapitre II*  
*Méthode et moyens*

## **1. Caractéristiques de l'échantillon :**

### **1.1 Type d'étude :**

Il s'agit d'une étude de type transversal à visée descriptive et analytique n'induisant aucun risque particulier.

### **1.2 Population d'étude :**

La population concernée par l'étude est constituée de l'ensemble des 17140 élèves inscrits dans les établissements public ( C.E.M) niveau moyen de la commune de chlef.

### **1.3 Sujets :**

Notre étude a concerné 180 sujets de sexe masculin et féminin âgés de 10 ans à 16 ans sélectionnés parmi (05) établissements scolaires. La sélection a été basée sur des critères d'inclusion et d'exclusion.

### **1.4 Critères de sélection :**

#### **1.4.1 Critères d'inclusions :**

- Enfants et adolescents âgés de 10 à 16 ans, filles et garçons, résidants et scolarisés au niveau moyen dans la commune de Chlef.
- Remise de l'autorisation parentale de participation à l'étude.
- Accord de l'enfant lui-même pour participer à l'étude.
- La fonction ventilatoire (DEP de repos d'au moins 80% de la valeur théorique) et l'examen clinique au repos des élèves retenus sont dans les limites de la normale.
- Le sujet doit terminer le test d'effort de 6 minutes.
- Le sujet doit avoir d'au moins 80 % de sa fréquence cardiaque maximale théorique à l'arrêt de la course.

#### **1.4.2 Critères de non inclusion :**

chaque élève a bénéficié d'un interrogatoire soigneux et d'un examen clinique notamment pulmonaire et cardiovasculaire rigoureux pour exclure toute pathologie contre-indiquant l'effort: cardiopathie , des sibilants à l'auscultation pulmonaire , épisodes infectieux aigus , Les sténoses trachéales , myopathies ,...ect. L'objectif est de réduire les faux positifs et d'éviter de s'exposer les élèves à tout risque.

#### **1.4.3 Critères d'exclusion :**

- Les élèves qui n'ont pas eu une autorisation parentale de participation à l'étude.
- Les élèves qui refusent de participer à l'épreuve d'effort.
- Les élèves ayant une fonction pulmonaire anormale au repos avec un DEP inférieur a 80% de la valeur théorique.

- Les élèves qui n'ont pas atteint une fréquence cardiaque maximale supérieure ou égale à 80% de la FCmax théorique.
- Les élèves ayant une dyspnée anormale au cours de l'effort.

## 2. Matériel technique :

### 2.1 Débitmètre de point ( Peak Flow Meter) :

On a utilisé des débitmètre de point type Rossmax plage de mesure de 60-800 l/min ( Fig 10) avec des embouts en cartons à usage unique afin de quantifier la fonction ventilatoire ( Fig 11).



Figure 10: Débit mètre de pointe.



Figure 11: Embouts en carton

## 2.2 Chronomètre :

Il a été utilisé pour déterminer la durée de la course de 6 minutes et mesurer la fréquence cardiaque.

## 2.3 Matériels pour recueillir les données météorologiques :

Un ordinateur portable, nous a permis de recueillir en continu les données de la température et de l'hygrométrie.

## 2.4 Trousse d'urgence :

- Beta-2-mimétique.
- Corticoïde injectable.
- Seringues.

## 2.5 Oxymètre :

Oxymètre pour surveiller la saturation en oxygène en cas de gêne respiratoire après le test d'effort.



Figure 11 : oxymètre.

## 3. Méthode d'évaluation anthropométrique :

### 3.1 Stature :

La taille a été mesurée à l'aide d'une toise, c'est la distance entre le vertex et la surface d'appui.

### 3.2 Poids :

Le poids a été mesuré par le moyen d'une balance médicale.

### 3.3 L'indice de masse corporelle :

Il correspond à la formule suivante :  $IMC = \frac{\text{Poids(Kg)}}{\text{Taille(m)}^2}$

Les courbes ont été actualisées en 2018 pour mieux correspondre aux enfants contemporains, les seuils utilisés sont toujours ceux de l'International Obesity Task Force (IOTF)\*. Après calcul de l'IMC, il faut reporter le résultat obtenu sur la courbe en fonction de l'âge de l'enfant.

Selon la localisation de ce point et plus généralement l'évolution de la courbe, le professionnel de santé va pouvoir estimer les risques associés (Top santé, 2019).

Voici comment interpréter le résultat selon la définition de l'IOTF :

- IMC inférieur au centile IOTF-17 : **maigre**
- IMC compris entre le centile IOTF-17 et le centile IOTF-25 : **corpulence normale**
- IMC entre le centile IOTF-25 et le centile IOTF-30 : **surpoids (non obèse)**
- IMC supérieur au centile IOTF-30 : **obésité**

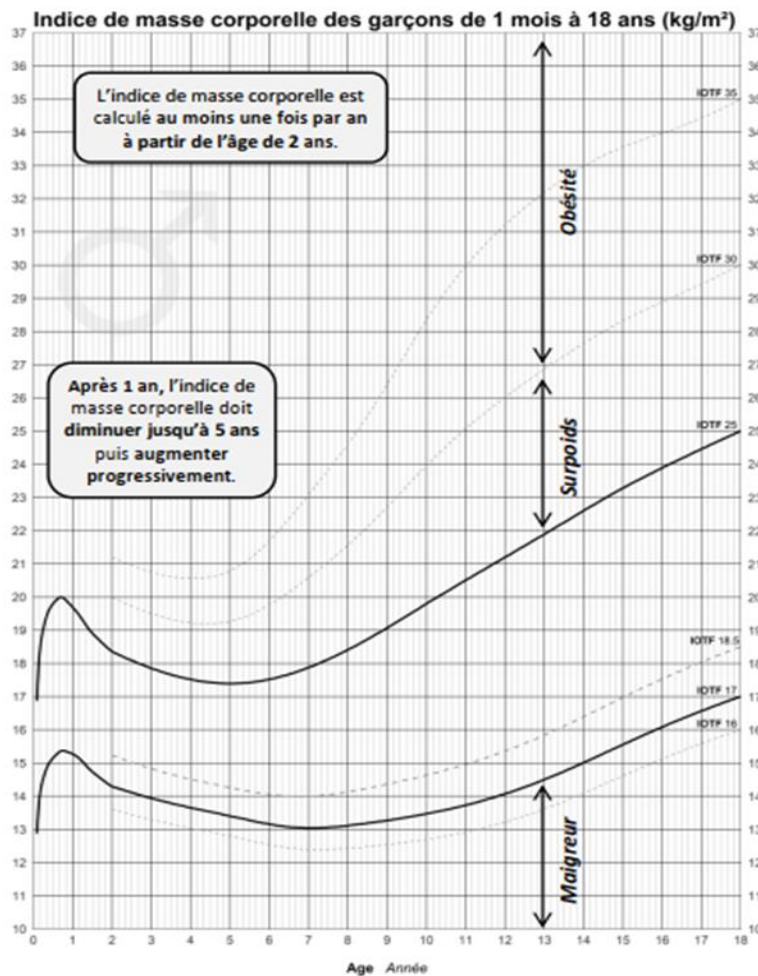


Figure 12 : courbes de l'International Obesity Task Force (IOTF) pour garçons. Cole TJ, Lobstein T. Pediatric Obesity 2012.

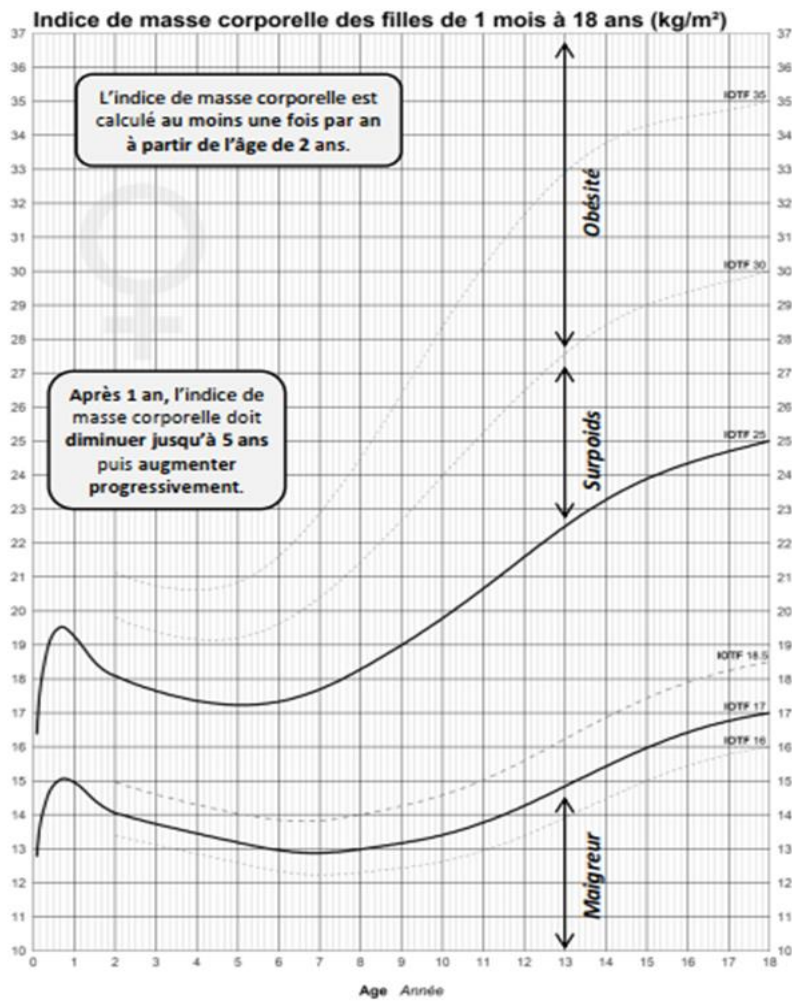


Figure 13 :Après 2 ans : courbes de l'International Obesity Task Force (IOTF) pour filles. Cole TJ, Lobstein T. Pediatric Obesity 2012.

#### 4. Méthode de l'évaluation physiologique :

##### 4.1 La fréquence cardiaque :

La prise du pouls a été effectuée par palpation ( méthode tactile) sur l'artère radiale en utilisant un chronomètre figure (08).

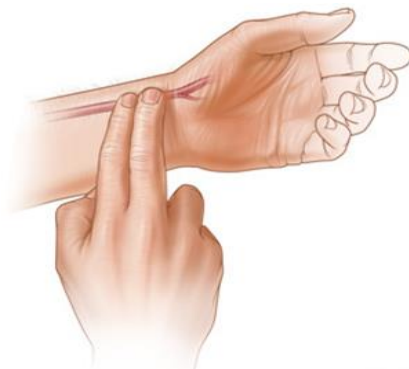


Figure 14 :Méthode tactile.

### 4.3 La mesure du débit expiratoire de pointe :

La fonction pulmonaire est évaluée par un débit mètre de pointe « Cross Max ». La valeur mesurée en litre /mn au repos a été comparée ensuite à la valeur théorique dite prédite, valeur basée sur l'âge et la taille du sujet en référence à la courbe de GODFREY (tableau 4 ) (Godfrey S, 1970).

Il faut respecter ces conditions de mesure afin d'obtenir des résultats fiables :

- L'étalonnage des appareils en mettant le curseur en face le zéro de l'échelle graduée.
- Se mettre en position debout
- Inspirer à fond.
- Mettre l'embout dans la bouche et serrer les lèvres pour qu'il n'y ait aucune fuite
- Il faut pas gonfler les joues ou tousser.
- l'orifice du DEP ne doit pas être obstrué avec la langue.
- Souffler le plus fort et le plus vite possible
- Trois mesures reproductible sont nécessaires et on prend la plus grande valeur du DEP.

Les mesures sont réalisées :

- Au repos ( d'au moins 80% de la valeur théorique )
- 5 min après le test d'effort.
- 10 min après le test d'effort.

Taille (cm)	Valeur théorique
100	124
105	146
110	169
115	192
120	215
125	237
130	260
135	283
140	306
145	329
150	351
155	374
160	397
165	420
170	442
175	465
180	488

Tableau 4 : valeurs théoriques du DEP chez l'enfant et l'adolescent de 6 à 15 ans

## **5. Questionnaires :**

### **5.1 Questionnaires des enfants :**

On a utilisé un questionnaire inspiré de l'étude ISAAC I ( annexe 02) qui a été déjà validé en Algérie par (Boucherit, 2010) , administré en face a face par le Medecin scolaire (UDS), après avoir éclairci et traduit verbalement en arabe dialectal.

Il comporte des questions concernant :

- L'identité de l'enfant(nom, prénom)
- Les facteurs démographiques (sexe, âge, niveau d'étude)
- Les antécédents de sifflements,d'asthme ,d'asthme familiaux et de rhino-conjonctivite.
- Signes d'AIE sifflement ou gêne respiratoire à l'effort, après l'arrêt de l'effort, après exposition aux au froid, ou des symptômes atypiques en rapport avec l'effort ; douleur abdominale, toux ou essoufflement) ( annexe 06).

### **5.2 Questinnaire des enseignants d'EPS :**

La population sélectionnée est circonscrite aux enseignants d'EPS de la région Centre-Est de la wilaya de Chlef des différents établissements du cycle moyen (300 enseignants titulaires).

L'échantillon d'enquête est composé de 45 enseignants de sexe masculin qui a été sélectionné de manière aléatoire à raison d'au moins (01) enseignant par établissement.

L'outil principal de la recherche est un questionnaire largement inspiré de l'enquête menée par (Bonavent, 1998), étudié par un group de médecin du sport et enseignants chercheur en STAPS. Le questionnaire renferme, suivant la nécessité, des questions ouvertes, fermées et à choix multiples,composé de 17 questions.

Dans notre étude, la validité apparente de l'instrument a été étudiée sur la base des avis des (médecin du sport, chercheurs en staps), nous avons supprimé et adapté certains questions . Enfin, nous n'avons retenu quatorze 14 questions.

L'objectif du questionnaire est d'évaluer la connaissance des enseignants d'EPS concernant la maladie asthmatique et l'asthme d'effort, la disponibilités des médicaments, les compétences nécessaires afin d'intervenir en cas d'urgence et la prophylaxie ( annexe 06).

## **6. Conditions et déroulement pratique de l'expérimentation :**

### **6.1. Autorisation pour la réalisation de l'étude :**

Tout d'abord, on a contacté le directeur de l'éducation au niveau de la wilaya de chlef, en Décembre2017. Il a donné son accord à la réalisation de cette étude et a informé les directeurs des collèges.

Dans un deuxième temps , on a contacté le medecin principale responsable des unités de dépistage et de suivi scolaire au niveau de la direction de la santé et de la population de la wilaya

de chlef (DSP) et on a programmé une réunion avec les médecins des UDS afin de leurs exposer l'objectif de l'étude.

Ensuite, une entrevue a été organisée dans les collèges concernés, réunissant le directeur, les enseignants d'EPS pour leurs expliquer les objectifs, les modalités et les perspectives de l'étude. Enfin, on a préparé une lettre d'information destiné aux parents et le consentement de participation.

Les enseignants d'EPS ont été chargés de, présenter l'étude aux élèves afin de les motiver pour poarticiper et de superviser la course.

### **6.2. Lieu et période de l'expérimentation :**

L'étude a été réalisée dans la commune de chlef aux niveaux de 04 collèges. Elle s'est déroulée sur une période de 06 semaines ( entre Avril et mai 2018).

L'enquête est toujours réalisée dans les mêmes tranches d'heures, entre 8 h et 12 h et les mesures ont été réalisées en extérieur ,et non dans les salles de sport afin d'éviter l'inhalation d'agents irritants ( allergène , poussière). avec une température entre 12 et 25°, et un degré d'humidité compris entre 40 et 88%.

### **6.3. Avant la course :**

#### **6.3.1. Interrogatoire et examen clinique :**

Chaque élève a bénéficié d'un interrogatoire soigneux et d'un examen clinique notamment pleuro pulmonaire et cardiovasculaire afin d'exclure tout enfant qui présente une pathologie contre indiquant l'effort physique.

#### **6.3.2. Réalisation du DEP avant la course :**

Tous les enfants ne présentant pas de pathologies à l'examen clinique contre-indiquant l'effort physique ont bénéficié d'un DEP. Ceux qui avaient un DEP supérieur à 80% de la valeur théorique avant l'épreuve d'effort et après arrêt de tout médicament bronchodilatateur étaient retenus pour démarrer la course.

### **6.4. L'épreuve d'effort :**

Il s'agit d'une course libre d'une durée de 6 min (6 min free runing test) réalisée à l'extérieur, sans échauffement au préalable. En effet , la première minute lente, puis les 2 minutes suivantes, il augmentait sa vitesse de course.Enfin, il lui etait demande de courir au maximum les deux dernieres minutes.

On arrête le test d'effort à n'importe quel moment si l'apparition de dyspné anormale, sifflement, douleur abdominale ou thoracique.

### 6.5. Après l'effort :

L'effort devait être maximal , c'est-à-dire la fréquence cardiaque just après l'arrêt du test était au moins 80% de la fréquence cardiaque maximale théorique.

$$FC_{\max} = 220 - \text{age} \pm 10$$

Le médecin a noté les symptômes rapportés par l'élève ( Toux, gêne respiratoire, douleur thoracique, douleur abdominale, un sifflement thoracique , sibilants ...ect) avant et après l'effort.

### 6.6. Positivité de l'asthme induit par l'exercice :

Une chute du DEP a été calculée aux différents temps ( 05 min et 10 min après l'effort) selon l'équation suivante :

$$\text{Chute du DEP\%} = (\text{DEP repos} - \text{DEP post exercice} / \text{DEP repos}) \times 100$$

On exige une chute d'au moins 15% par rapport a sa valeur de repos pour admettre la positivité de l'asthme induit par l'exercice ( asthme d'effort).

Les sujets sont classés en deux groupes :

1/ Groupe (01) : « Bronchospasme induit par l'exercice constaté » dont le DEP est chuté d'au moins 15% par rapport à sa valeur de repos.

2/ Groupe (02) : « Pas de Bronchospasme induit par l'exercice constaté ».

Les sujets du groupe (01) sont classés en 03 sous groupes :

-Groupe « BIE discret » dont la chute du DEP est comprise entre 15% et 25%.

-Groupe « BIE modéré » dont la chute du DEP est comprise entre 26% et 50%.

-Groupe « BIE sévère » dont la chute du DEP est supérieure à 50%.

### 7. Analyse statistique :

Les données du questionnaire et du DEP sont recueillies sur une base de données Excel 2013 pour pouvoir être analysées sur un logiciel de statistique.

Une fois codifiés, les questionnaires renseignés par les élèves sont saisis et traités par le logiciel SPSS, ainsi que les valeurs du DEP.L'analyse statistique a permis de comparer les proportions observées, les tests statistiques utilisés ont été :

1. La comparaison de deux pourcentages
2. La comparaison de deux variables qualitatives : Khi2 de pearson
3. Le test de sensibilité et de spécificité.

Résultat du test	Test de référence		
	Maladie présente	Maladie absente	
Test positif	Vrais positifs (a)	Faux positifs (b)	Valeur prédictive positive = $a/(a+b)$
Test négatif	Faux négatifs (c)	Vrais négatifs (d)	Valeur prédictive négative = $d/(c+d)$
	Sensibilité = $a/(a+c)$	Spécificité = $d/(b+d)$	Prévalence (probabilité a priori) = $(a+c)/(a+b+c+d)$

Tableau 5 : de contingence (Nendaz &amp; Perrier, 2004)

**3.1. Vrai positifs (VP)** : Patients à la fois Malades (M) ET Positifs au test (T+) donc, le diagnostic est posé avec succès par le test.

**3.2. Vrai Négatifs (VN)** : Patients à la fois Non Malades (NM) ET Négatifs au test (T-) donc, le diagnostic est écarté avec succès par le test

**3.3. Faux Positif (FP)** : Patients à la fois Non Malades (NM) ET Positifs au test (T+) donc, Déclarés malades à tort.

**3.4. Faux Négatifs (FN)** : Patients à la fois Malades (M) ET Négatifs au test (T-) donc, Déclarés sains à tort (Lupi-Pégurier, 2012).

Sensibilité :

**3.5. La sensibilité** ; Elle est définie par la proportion ( %) de patients qui ont la maladie recherchée et dont le test est positif, en d'autres termes par la proportion de patients malades de la maladie M que le test détecte correctement (vrais positifs). Par opposition, la proportion de patients porteurs de la maladie M que le test n'a pas identifiés sont des résultats faussement négatifs.

**3.6. La spécificité** ; Elle est définie par la proportion ( %) de patients qui n'ont pas la maladie recherchée et dont le test est négatif, en d'autres termes par la proportion de patients non malades de la maladie M que le test détermine correctement (vrais négatifs). Par opposition, la proportion de patients non porteurs de la maladie M chez qui le test est positif sont des résultats faussement positifs (Nendaz & Perrier, 2004). Enfin, seules les valeurs inférieures à 0,05 sont considérées comme significatives.

***Chapitre III***  
***Présentation et interprétation***  
***des résultats***

### I. Taux de participation à l'enquête :

L'échantillon de départ est de 180 élèves. Le nombre d'élèves qui n'ont pas participé à l'étude est de 58 (32.22%). Donc, 122 élèves (67.77%) ont été inclus dans cette enquête.

Les élèves exclus du protocole sont au nombre de 36 (29.50%) pour les raisons détaillées dans le tableau (06).

Causes	Nombre d'élèves
Echantillon de départ	180
Refus de participation	30
Absents lors de l'enquête	28
Fonction pulmonaire de repos anormale	12
Tachycardie	01
Grippe	01
Effort insuffisant	22

Tableau 6 : Les élèves exclus du protocole

L'effectif de l'échantillon retenu pour le calcul de la prévalence de l'asthme d'effort est donc de 86 élèves.

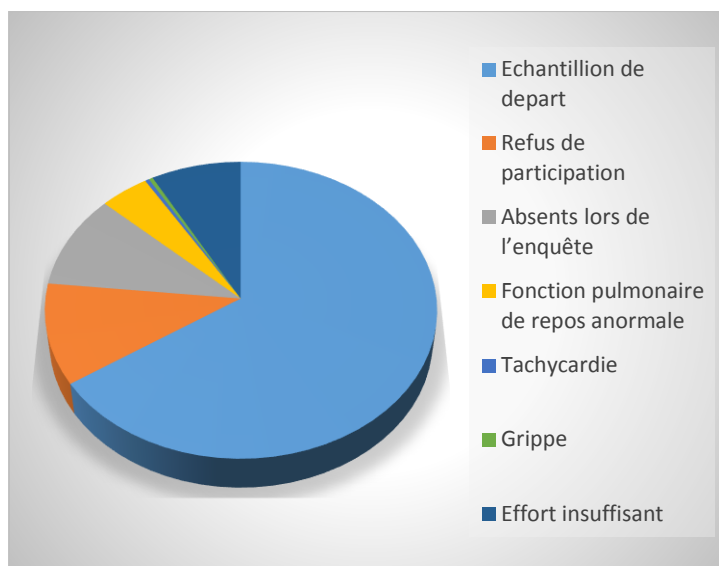


Figure 15 : Taux de participation à l'enquête.

### II. Description générale de l'échantillon :

#### 1. Sexe :

L'échantillon était composé de 63 garçons (73.26%) et 23 filles (26.74%).

Sexe	Effectif	Pourcentage
Masculin	63	73.26%
Féminin	23	26.74%
Total	86	100%

Tableau 7: répartition selon le sexe.

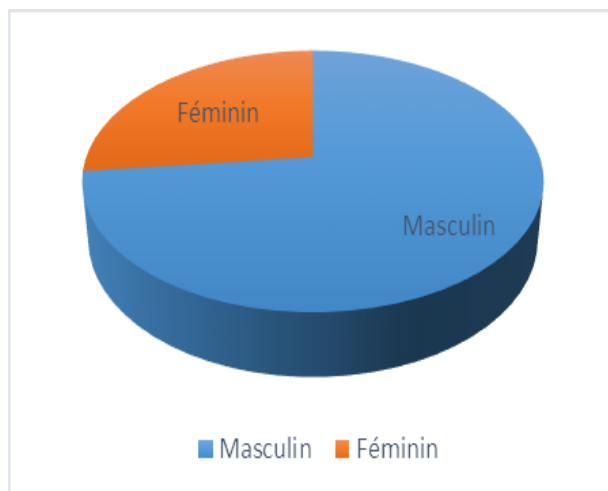


Figure 16: Répartition selon le sexe.

**2. Age :**

L'âge moyen de la population est  $13.10 \pm 1.44$  (11 ans à 16 ans), la médiane est 13 ans. La répartition des différents âges figure dans le tableau suivant :

Age	Effectif	Pourcentage
[11-12[	15	17.44%
[12-13[	18	20.93%
[13-14[	14	16.28%
[14-15[	24	27.91%
[15-16[	12	13.95%
[16-17[	03	03.49%
Total	86	100%

Tableau 8: Répartition selon l'âge

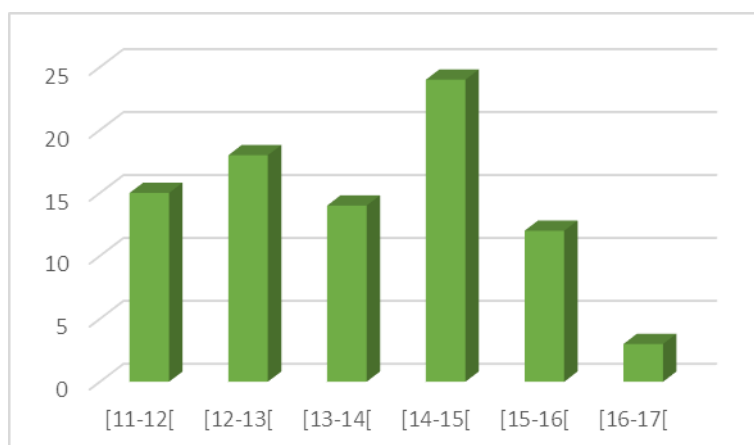


Figure 17 : Répartition selon l'âge.

**3. Indice de masse corporelle (IMC) :**

IMC	Effectif	Pourcentage
IMC < 17	23	26.74%
17-25	56	65.12%
25-30	7	08.14%
Total	86	100%

Tableau 9: Répartition selon l'IMC.

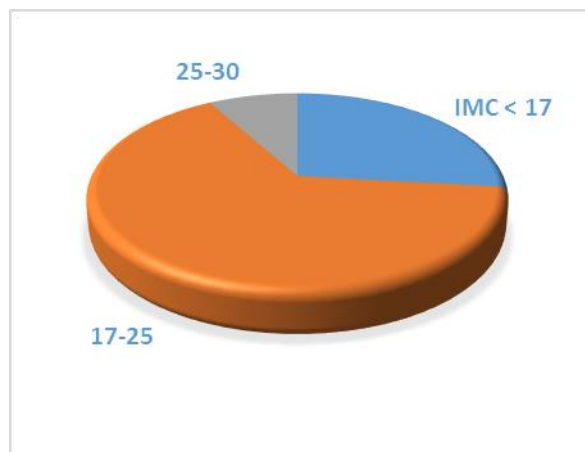


Figure 18 : Répartition selon l'IMC.

Selon le tableau , plus de la moitié des élèves (65.12%) de l'échantillon étudié se situent dans la catégorie Corpulence normale, 26.75 % d'eux sont classés en catégorie maigreur, et 08.14% sont en surpoids.

**III- Analyse du questionnaire :**

Questions	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	DDL	Signification
Ant-sifflements.	03	3.5%	74,419 <sup>a</sup>	1	,000
Ant- de sifflements dans les 12 derniers mois.	03	3.5%	74,419 <sup>a</sup>	1	,000
Ant- de sifflements nocturnes.	01	1.2%	82,047 <sup>a</sup>	1	,000
Ant- d'asthme personnel	03	3.5%	74,419 <sup>a</sup>	1	,000
Ant- d'asthmes familiaux	04	4.7%	70,744 <sup>a</sup>	1	,000
signes d'AIE	05	5.8%	67,163 <sup>a</sup>	1	,000
Ant- Rino-conj saison eczéma	21	24.4%	22,512 <sup>a</sup>	1	,000
Prise eventuelle de médicaments d'asthme	06	07%	63,674 <sup>a</sup>	1	,000

Tableau 10 : analyse du questionnaire.

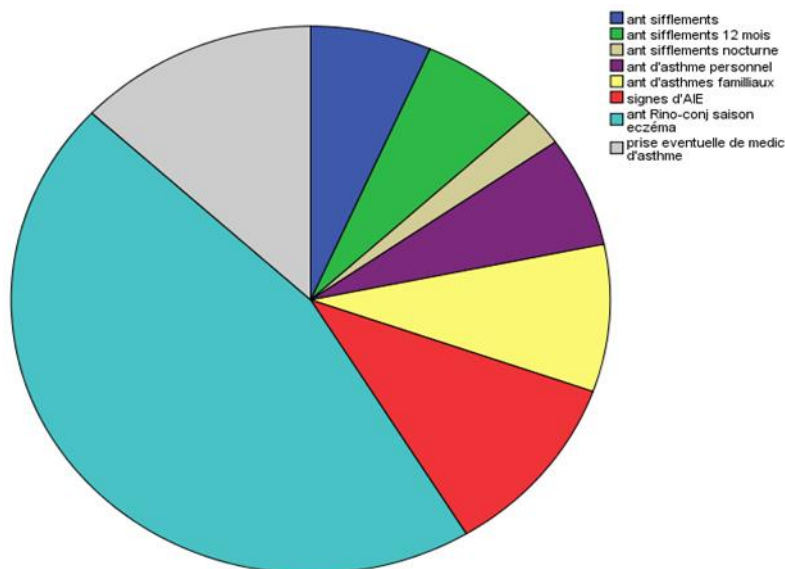


Figure 19 : Répartition des antécédents dans l'échantillon étudié.

Selon le tableau ;

- La prévalence des sifflements à un moment quelconque de la vie chez les élèves est de 3.5%.
- Parmi les élèves, 3.5% disent avoir eu des sifflements au cours des 12 derniers mois.
- Un asthme diagnostiqué par un médecin est retrouvé chez 03 élèves (3.5%).
- 5.8% d'élèves ayant présenté des symptômes évocateurs d'AIE.
- La rhino-conjonctivite saisonnière et l'eczéma sont notés parmi 24.4% d'élèves.
- La Prise éventuelle de médicaments d'asthme étaient notées chez 06 élèves soit 07% de l'échantillon.

Donc, La prévalence de l'asthme d'effort à partir du questionnaire ISAAC, chez les enfants et adolescents scolarisés est estimée à 5.8%.

#### IV- Analyse de l'épreuve d'effort :

Le DEP de base a montré que 12 élèves avaient un DEP inférieur à 80% de base ( théorique).

Ces élèves ont été exclus avant la course de 6 min. Donc, ils pourraient être asthmatiques.

Les 110 élèves restants ont participé à l'épreuve d'effort. Parmi eux, 22 sujets ont été exclus après la course car ils avaient un effort insuffisant ( FCM réel < FCM théorique).

#### 1-Prévalence de l'asthme induit par l'exercice (AIE) globale :

La prévalence de l'AIE est variable selon le seuil de chute du DEP (10%, 12%, 15%). Dans notre étude, on a pris le seuil de 15%. Si on tient compte des mesures de DEP réalisées à 5min après l'effort, la prévalence de l'AIE est (9.3%).

Si on tient compte des mesures de DEP réalisées à 5min et 10min après l'effort, la prévalence de l'AIE est (10.5%).

Diagnostic	Effectif	Pourcentage
AIE positif	09	10.5%
AIE négatif	77	89.5%
Total	86	100%

Tableau 11: Prévalence de l'AIE chez les élèves de l'échantillon étudié.

### 2- Prévalence de l'AIE dépistés chez les élèves asthmatiques :

	Asthme	Pourcentage
Test positif	01	33.33%
Test négatif	02	66.66%
Total	03	100%

Tableau 12: Prévalence de l'AIE dépistés chez les élèves asthmatiques.

Sur les 86 élèves constituant notre échantillon, 03 cas présentaient un asthme connu, soit un taux de prévalence de 3.5 % .Sur les 03 cas, 01 cas présentait un AIE, 02 cas ne présentaient pas un AIE.

### 3-La sévérité de l'asthme induit par l'exercice :

Chute du DEP%	Nombres d'élèves	Pourcentage
15-25	06	6.97%
26-35	02	2.32%
36-50	01	1.16%
Total	09	10.5%

Tableau 13: Répartition selon le degré de chute du DEP.

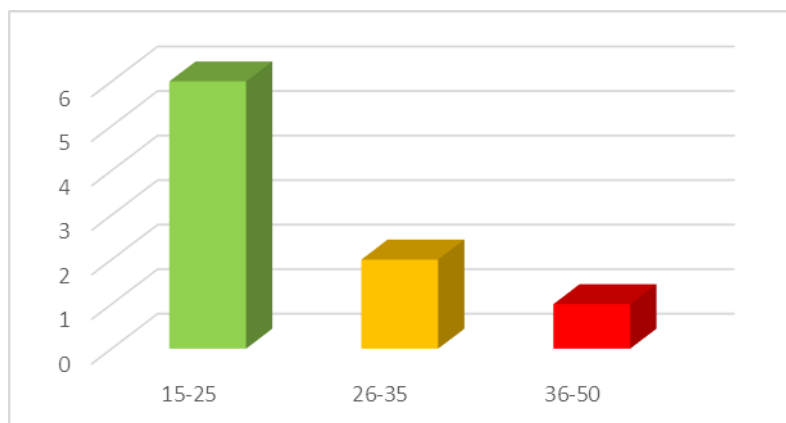


Figure 20 : Répartition selon le degré de chute du DEP.

Parmi les 09 cas d'AIE dépistés , 06 cas ont une diminution discrète du DEP entre 15 et 25. 02 cas ont une diminution modérée du DEP entre 26 et 35 et 01 cas une chute sévère du DEP entre 36-50%.

#### 4-Prévalence de l'AIE et symptômes respiratoires :

Symptômes	AIE (N=09)	Pas d'AIE (N=77)	Pourcentage total
Toux	08 (88.8%)	14 (18.1%)	25.58%
sifflements	01 (11.1%)	01 (1.2%)	02.32%
Gêne respiratoire ( dyspnée)	04 (44.4%)	03 (3.8%)	08.13%
Douleur thoracique	05 (55.5%)	12 (15.5%)	19.76%
Douleur abdominale	01 (11.1%)	09 (11.6%)	11.62%
Sibilants ( auscultation)	01 (11.1%)	00 (00%)	01.16%

Tableau 14 : Fréquence des symptômes respiratoires.

Les symptômes respiratoires les plus fréquents sont ; la toux (25.58%) , douleur thoracique(19.76%), douleur abdominale (11.62%) et la dyspnée (08.13%).

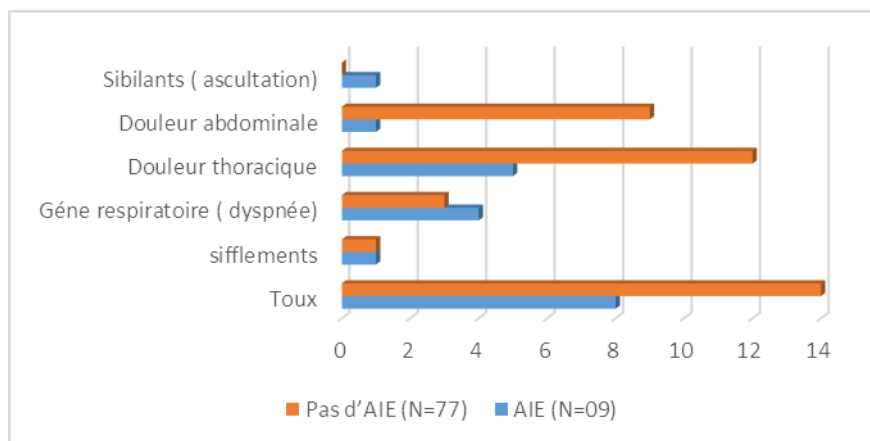


Figure 21 : Fréquence des symptômes respiratoires.

#### 5- Corrélation clinico-fonctionnelle selon les données du questionnaire :

Sur la base du questionnaire ; 5.8% des élèves avaient des signes cliniques plus ou moins typiques d'AIE, parmi eux 40% ont eu un asthme induit par l'exercice après le test d'effort. Tandis que, 8.6% de ceux qui n'avaient pas de symptômes d'AIE sur la base du questionnaire ont eu un asthme d'effort après le test de course.

#### 6- Prévalence de l'AIE selon les antécédents de rhino –conjonctivite :

Antécédents de rhino-conjonctivite	Effectif	Pourcentage
Positif	02	22.2%
Négatif	07	77.8%
Total	09	100%

Tableau 15: Fréquence de l'AIE selon les antécédents de rhino conjonctivite.

La fréquence de l'AIE selon les antécédents de rhino conjonctivite est de 22.2%.

Antécédents de rhino-conjunctivite	Test+	Test-	Total	Prévalence
Présents	02	19	21	9.52%
Absents	07	58	65	10.76%
Total	09	77	86	10.46%

Tableau 16: Prévalence de l'AIE selon les antécédents de Rhinoconjunctivite.

D'après ces résultats, la prévalence de l'aIE selon les antécédents de rhino-conjunctivite est de 9.52%.

### 7-Sensibilité, spécificité ,VPP et VPN des items du questionnaire :

Items du questionnaire	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive (VPP)	Valeur prédictive négative (VPN)
Ant-sifflements	22.22%	98.70%	66.66%	91.56%
Ant- de sifflements dans les 12 derniers mois.	11.11%	97.40%	33.33%	90.36%
Ant- de sifflements nocturnes.	11.11%	100%	100%	90.58%
Ant- d'asthme personnel	11.11%	97.40%	33.33%	90.36%
Ant- d'asthmes familiaux	11.11%	96.10%	25%	90.24%
signes d'AIE	33.33%	96.10%	50%	92.5%
Ant- Rino-conj saison eczéma	22.22%	75.32%	9.52%	89.23%
Prise eventuelle de medicaments d'asthme	11.11%	93.50%	16.66%	90%

Tableau 17: Sensibilité, spécificité ,VPP et VPN des items du questionnaire.

### 7- Prévalence de l'AIE selon l'IMC :

IMC	AIE positif	AIE négatif	Total	Prévalence
IMC < 17	00	23	23	00%
17-25	08	48	56	14.3%
25-30	01	06	07	14.3%
Total	09	77	86	10.5%

Tableau 18: Prévalence de l'AIE selon l'IMC.

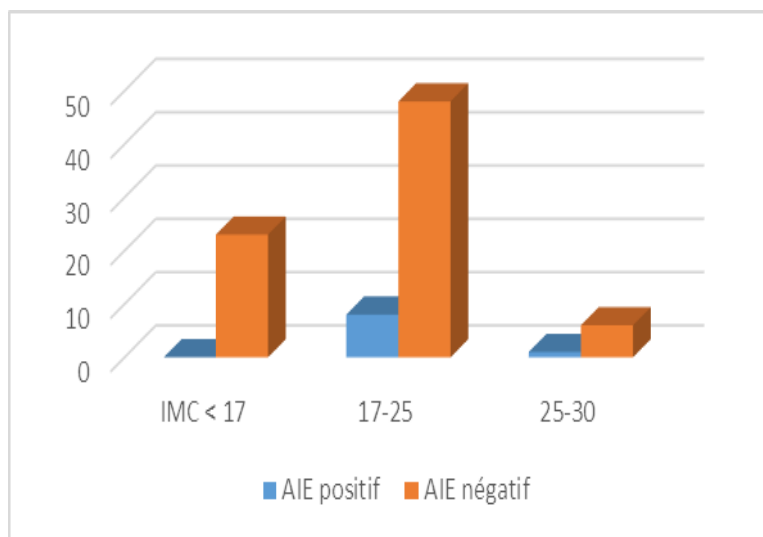


Figure 22 : Prévalence de l’AIE selon l’IMC.

**- Prévalence de l’AIE selon l’âge:**

Age	Effectif (AIE+)	Pourcentage
[12-13[	02	22.2%
[13-14[	01	11.1%
[14-15[	04	44.4%
[15-16[	02	22.2%
Total	09	100%

Tableau 19 : Prévalence de l’AIE selon l’âge.

La répartition de l’AIE selon l’âge montre une fréquence élevée chez les enfants âgés entre [14 -15[ avec un taux de 44.4 % .

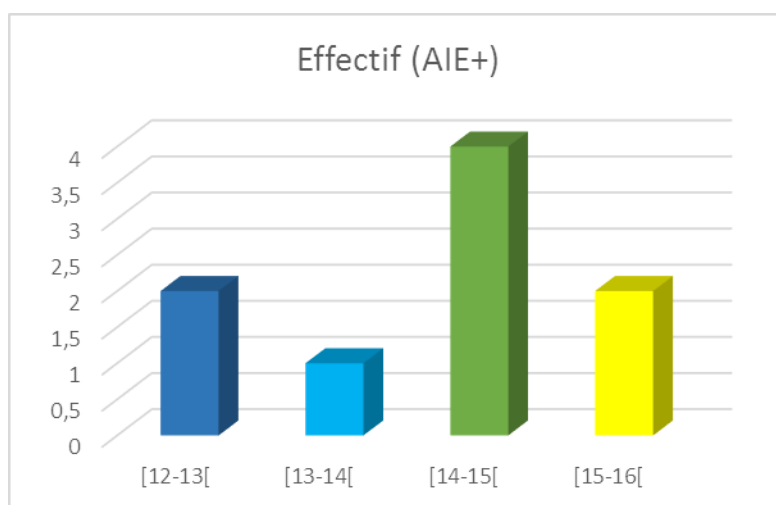


Figure 23 : Prévalence de l’AIE selon l’âge.

**9- Prévalence de l'AIE selon le sexe :**

Sexe	AIE+	AIE-	Total	Prévalence
Masculin	07	56	63	11.1%
Féminin	02	21	23	8.7%
Total	09	77	86	10.5%

Tableau 20 : Prévalence de l'AIE selon le sexe.

Dans notre étude, la prévalence de l'AIE est 11.1% pour les garçons et 8.7% pour les filles.

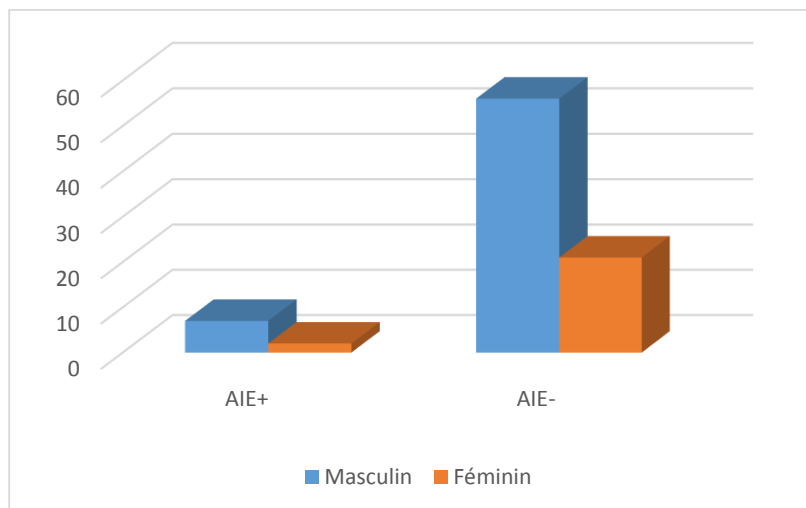


Figure 24 : Prévalence de l'AIE selon le sexe.

**V-L'analyse du questionnaire des enseignants d'EPS :****1- Identification de l'échantillon par rapport à l'âge :**

Le tableau qui suit présente l'âge de l'échantillon ( $39.20 \pm 7.51$  ans).

Age	[30-40]	[41-50]	[51-60]
Nombre	25	9	06

Tableau 21 : L'âge de l'échantillon des enseignants.

**2-Identification de l'échantillon par rapport au niveau d'instruction :**

Niveau d'instruction	Creps	Licence	Master	Réponses manquantes
Nombre	7(17.5)%	24(60%)	7(17.5)%	2 (5%)

Tableau 22 : Niveau d'instruction de l'échantillon.

La répartition des enseignants en fonction de leur diplôme est résumée dans le tableau ci-dessus.

Nous avons catégorisé notre échantillon en trois niveaux ; Creps, licence et master. Il apparaît que la majorité des enseignants ont un diplôme universitaire (licence, master) tandis que 17.5% ont un diplôme de Creps.

**3-Questions :**

- **Question 1 :** Quel est le nombre d'élèves asthmatiques connus dans votre établissement ?

Echantillon	Frequence	Cas d'asthme
6	12 (15%)	72
1	1(42.5%)	1
3	2 (7.5%)	6
2	3 (5%)	6
1	5 (2.5%)	5
2	6 (5%)	12
1	8 (2.5%)	8
17	0 (2.5%)	0
7	Réponses manquantes (17.5%)	0
Total	100 %	110

Tableau 23 :Nombre d'élèves asthmatiques.

Les enseignants d'EPS au CEM assurent en moyenne 11 classes, ce qui représente une population de 10752 d'élèves. Selon le tableau, le nombre d'asthmatiques est de 110 élèves.

La prévalence estimée par les enseignants d'EPS est de 1.02%.

- **Question2 :** Quel est le nombre d'élèves asthmatiques dispensés de cours d'EPS ?

Echantillon	Frequence	Cas dispensés
17	0 (42.5%)	0
3	1 (7.5%)	3
4	2 (10%)	8
3	3 (7.5%)	9
1	15 (2.5%)	15
12	Réponses manquantes (30%)	0
Total	100%	<b>35 cases</b>

Tableau 24: Nombre d'élèves asthmatiques dispensés.

D'après ces résultats, nous remarquons qu'un pourcentage significatif d'élèves asthmatiques (31.81%) sont dispensés du cours d'EPS.

- **Question3 :** Quelles sont les manifestations de l'asthme que vous connaissez ? :

-Quinte de toux

-Sifflements

-Oppression thoracique

-Autres.....

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
oppression thoracique	22	55,0%	132,000 <sup>a</sup>	,000
sifflement	1	2,5%		
oppression thoracique+pâleur du visage	1	2,5%		
oppression thoracique+difficulté respiratoire+sujet ne peut pas tenir debout	1	2,5%		
oppression thoracique+difficulté respiratoire	2	5,0%		
oppression thoracique+quinte de toux+sifflement	1	2,5%		
oppression thoracique+fatigue et une mauvaise capacité respiratoire	1	2,5%		
quinte de toux+sifflement	3	7,5%		
oppression thoracique+quinte de toux	2	5,0%		
oppression thoracique+sifflement	1	2,5%		
oppression thoracique+allergie et fatigue	1	2,5%		
sifflement+difficulté respiratoire	1	2,5%		
difficulté respiratoire	2	5,0%		
Réponses manquantes	1	2,5%		
Total	40	100%		

Tableau 25 : Symptômes de l'asthme.

Le tableau 5 nous indique que 55% des enseignants pensent que le symptôme principale de l'asthme est l'oppression thoracique, tandis que le reste des enseignants ont cité le quinte de toux, sifflement et une difficulté respiratoire.

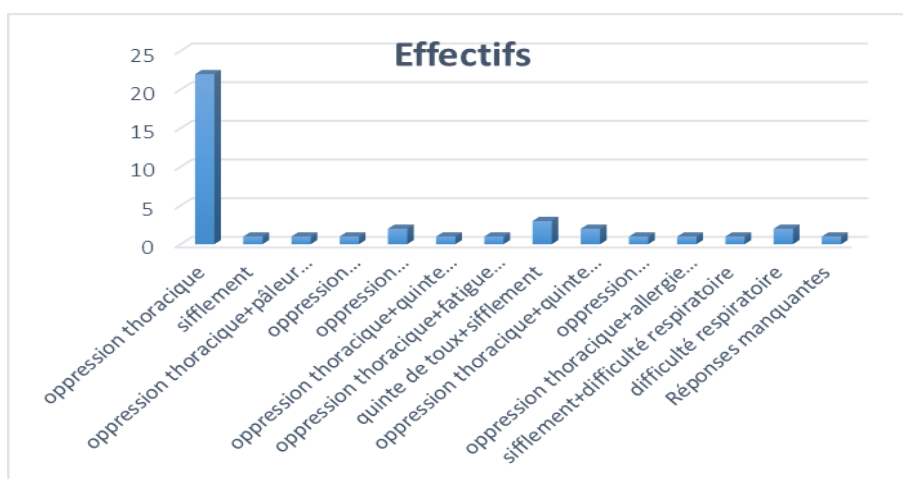


Figure 25 : Symptômes de l'asthme.

- **Question4** : Quel est le nombre de manifestations à type de sifflement ou de crise d'asthme survenus pendant les cours d'EPS pendant les deux derniers mois ?

A) En salle

B) A l'extérieur

Réponses ( en salle)	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
0	24	60%	37,556 <sup>b</sup>	,000
1	2	5%		
2	1	2,5%		
Missed reponses	13	32,5%		
Total	40	100%		

Tableau 26: le nombre de manifestations à type de sifflement ou de crise d'asthme survenus en salle.

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
0	2	5,0%	32,667 <sup>b</sup>	,000
1	23	57,5%		
2	2	5,0%		
Réponses manquantes	13	32,5%		
Total	40	100%		

Tableau 27: le nombre de manifestations à type de sifflement ou de crise d'asthme survenus à l'extérieur.

Les résultats dans le tableau and ; montrent que nombre de sifflements ou de crises d'asthme survenus à l'extérieur sont supérieure a aux manifestations respiratoires à l'intérieur de salle.

- **Question5** : Qui vous a informé de leur asthme ?

-L'élève lui-même.

-Les parents.

- un certificat médical.

-Vous l'avez découvert durant votre cours d'EPS

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
Je l'ai découvert durant les cours d'EPS	6	15,0%	39,00 0°	,000
L'élève lui même	13	32,5%		
L'élève lui même+parents+certificat médical	1	2,5%		
L'élève lui même+je l'ai découvert durant les cours EPS	4	10,0%		
Les parents	1	2,5%		
Les parents+l'élève lui même	1	2,5%		
Je l'ai découvert durant les cours d'EPS + certificat médical	1	2,5%		
L'élève lui même+certificat médical	2	5,0%		
L'élève lui même+parents+je l'ai découvert durant le cours EPS	1	2,5%		
Réponses manquantes	10	25%		
Total	40	100%		

Tableau 28 :Source d'information concernant l'asthme de l'élève.

32.5% des enseignants d'EPS ont été informés de l'asthme par l'élève lui-même, 15% découvert en cours d'EPS et 2.5% par les parents de l'élève. Les résultats étaient significatives ( $P < 0.05$ ).

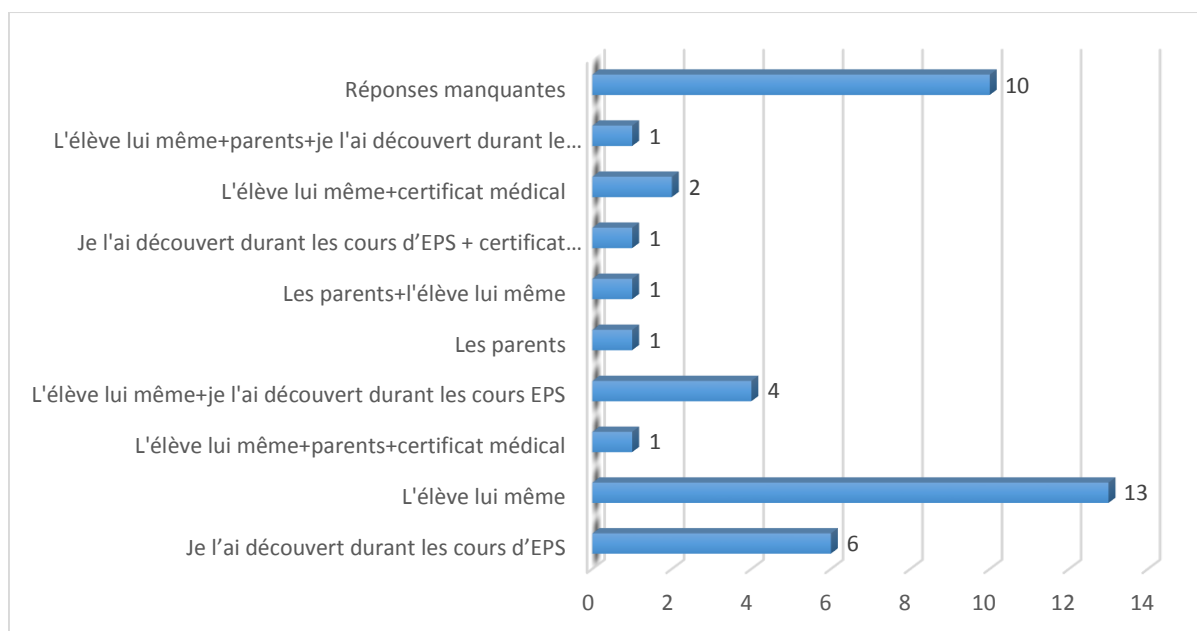


Figure 26: Source d'information concernant l'asthme de l'élève.

**Question6 :** Acceptez-vous les enfants asthmatiques dans vos cours d’EPS ?

-Oui -Non

-Pourquoi.....

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
non	13	32,5%	3,789 <sup>a</sup>	,052
oui	25	62,5%		
Réponses manquantes	2	5,0%		
Total	40	100%		

Tableau 29: intégration de l’élève asthmatique dans le cours d’EPS.

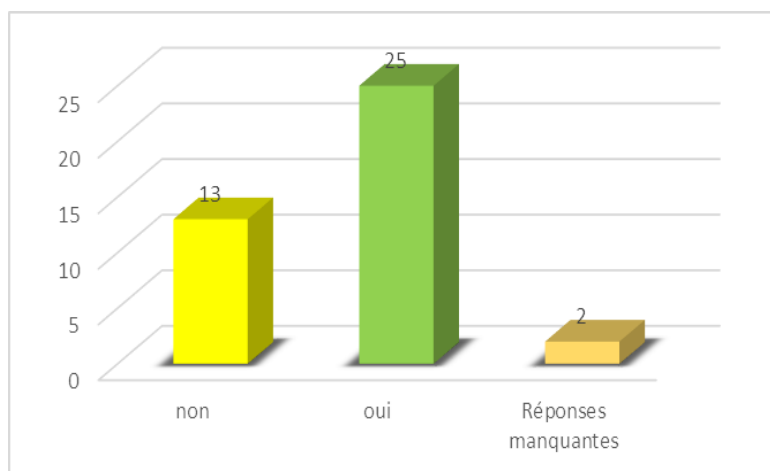


Figure 27: intégration de l’élève asthmatique dans le cours d’EPS.

**Question7 :** Selon vous, quels sont les facteurs déclenchant d’une crise d’asthme ?-

L’exposition à des allergènes

- L’infection respiratoire virale

- L’effort physique

- Autres.....

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
L'exposition à des allergènes	11	27,5%	42,053 <sup>a</sup>	,000
L'infection respiratoire virale	7	17,5%		
L'effort physique (asthme d'effort)	6	15,0%		
L'exposition à des allergènes, infection respiratoire virale et effort physique	2	5,0%		
Effort physique, humidité et fumée.	4	10,0%		
L'exposition à des allergènes et salle de sport (poussière).	1	2,5%		
L'exposition à des allergènes, infection respiratoire virale, et le déterminant génétique.	1	2,5%		
Pollution.	1	2,5%		
L'infection respiratoire virale et salle de sport (poussière).	1	2,5%		
L'exposition à des allergènes, L'infection respiratoire virale et contamination.	1	2,5%		
L'exposition à des allergènes, manque d'aération et habiter à proximité des zones industrielles.	1	2,5%		
Ne Sait pas	1	2,5%		
Vent, poussière et salle de sport	1	2,5%		
Réponses manquantes	2	5%		
Total	40	100%		

Tableau30 : les facteurs déclenchant d'une crise d'asthme.

27.5% des enseignants pensent que l'allergène est le seul facteur déclencheur d'une crise d'asthme, 17.5% disent que c'est l'infection virale et seulement 15% ont cité l'exercice physique malgré que toutes les réponses suggérées sont justes.

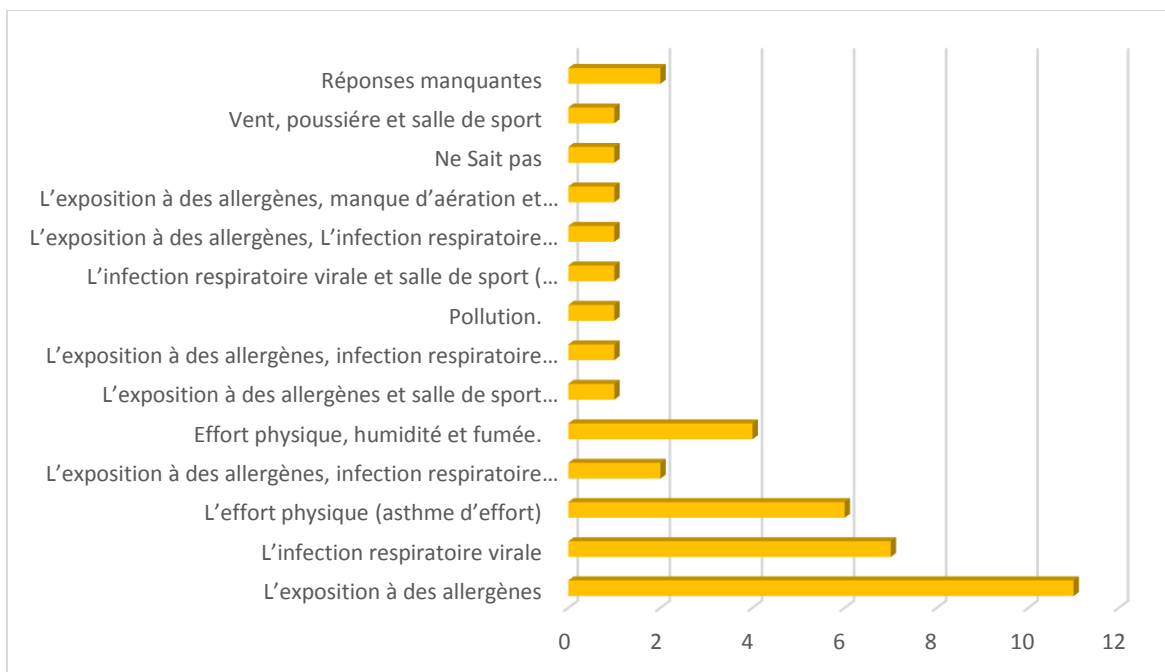


Figure 28: les facteurs déclenchant d'une crise d'asthme.

**Question8 :** Pensez vous que la maladie asthmatiques est une contre indication à la pratique de l'exercice physique ?

- Oui - Non

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
non	28	70,0%	24,800 <sup>b</sup>	,000
oui	4	10,0%		
Réponses manquantes	8	20%		
Total	40	100%		

Tableau 31: asthme et exercice physique

Au vu des résultats du tableau , nous constatons que 70% d'enseignants ont répondu par « Non » et 10%.

**Question9 :** Pensez vous que vous avez les compétences nécessaires afin d'enseigner les élèves asthmatiques et intervenir en cas d'urgence ?

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
non	35	87,5%	24,641 <sup>c</sup>	,000
oui	4	10,0%		
Réponses manquantes	1	2,5%		
Total	40	100%		

Tableau 33 : compétence nécessaires afin d'enseigner les asthmatiques.

Nous constatons à partir de ces résultats que 87.5% déclarent qu'ils ne possèdent pas les compétences nécessaires afin d'enseigner ou aménager leurs cours d'EPS pour les enfants asthmatiques.

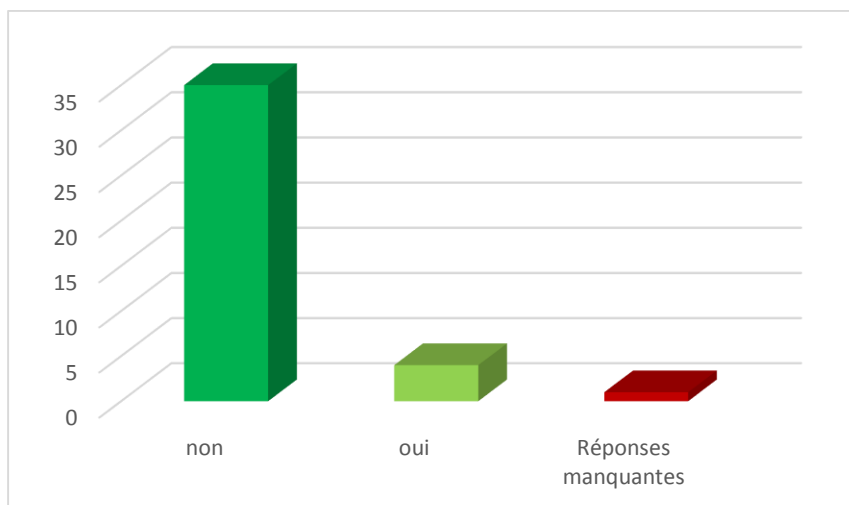


Figure 29: les compétences nécessaires afin d'enseigner les élèves asthmatiques.

**Question10: Avez-vous faite une formation aux premiers secours ?**

A) Oui

B) Non

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
non	32	80,0%	14,400 <sup>a</sup>	,000
oui	8	20,0%		
Total	40	100,0%		

Tableau 34: formation aux premiers secours.

On s'appuyant sur les résultats de ce tableau, nous remarquons que la plupart des enseignants (80%) n'ont pas fait une formations aux premiers secours.

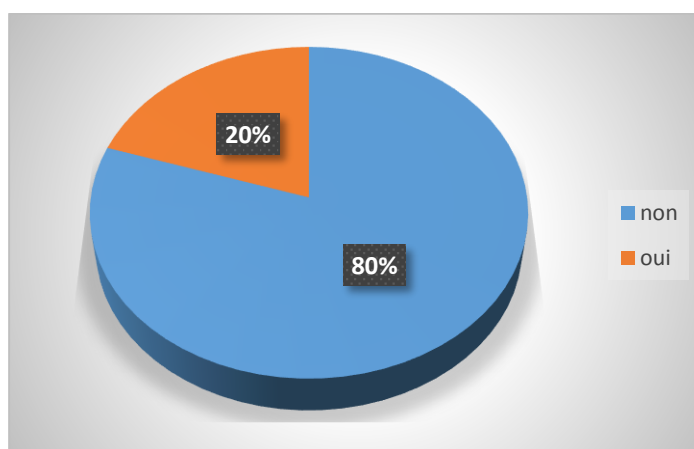


Figure 30: formation aux premiers secours.

**Question 11 :**Connaissez vous les traitements d'urgences d'une crise d'asthme a entreprendre avant l'arrivé du SAMU ?

A)Non

B) oui

C) lesquelles.....

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
Non	29	72,5%	158,769 <sup>b</sup>	,000
Mettre le patient en position confortable	3	7,5%		
Libérer les voies respiratoires	1	2,5%		
Massage cardiaque	1	2,5%		
Mettre le patient sur le sol et jetez-le avec de l'eau	1	2,5%		
Le patient doit reposer avant de recommencer à nouveau l'exercice	1	2,5%		
Libérer les voies respiratoires et desserrer les ceintures .	1	2,5%		
Arrêtez l'exercice, libérer les voies respiratoires et mettre le patient en position de récupération	1	2,5%		
Libérer les voies respiratoires et demander au patient d'utiliser son inhalateur	1	2,5%		
Réponses manquantes	1	2,5%		
Total	40	100%		

Tableau35 : les traitements d'urgences d'une crise d'asthme a entreprendre avant l'arrivé du SAMU.

Selon le tableau ,72.5% ne connaissent pas le traitements d'urgence. Par contre, un seul enseignant (2.5%) a cité l'utilisation du Beta2-mimétique (inhalateur). D'autres enseignant ont répondu par ; faire un massage cardiaque et cela est dangereux et reflète le déficit et l'incompétance en terme du premiers secours.

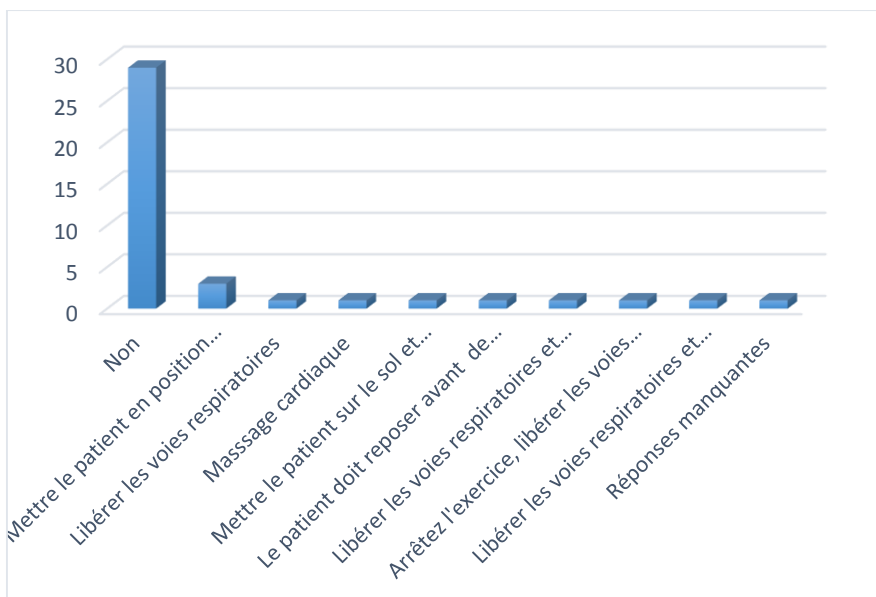


Figure 31 : les traitements d’urgences d’une crise d’asthme.

**Question12 :** Disposez-vous du matériel et/ou des médicaments du premier secours pour prendre en charge vos élèves asthmatiques ?

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
non	38	95,0%	35,103 <sup>b</sup>	,000
oui	1	2,5%		
Réponses manquantes	1	2.5%		
Total	40	100%		

Tableau 36: matériel et/ou des médicaments du premier secours

A partir des résultats obtenus on trouve que la majorité des enseignants ne disposent pas le matériel et/ou médicaments du premiers secours pour prendre en charge leurs élèves.

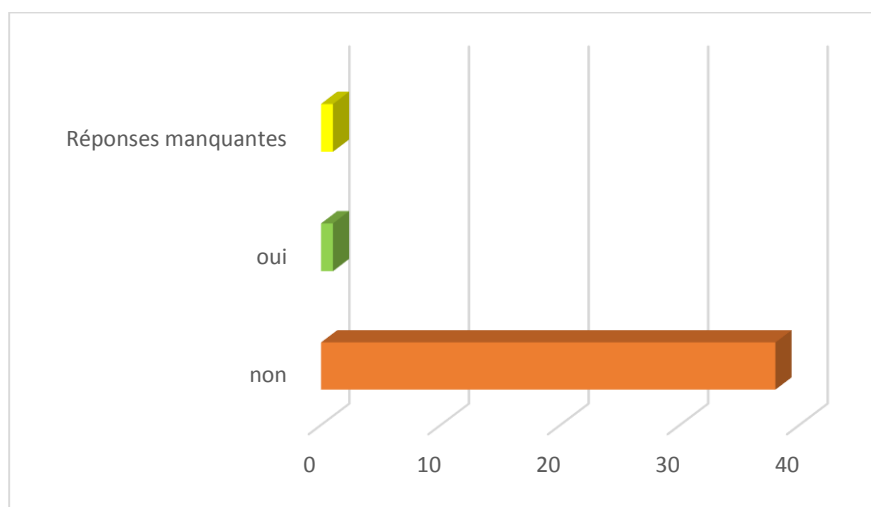


Figure 32 : matériel et/ou des médicaments du premier secours.

**Question 13 :** Les sports d'endurance sont –ils contre indiqués chez l'asthmatique ?

Réponses	Effectifs	Pourcentage	Khi-2	P
non	12	30,0%	5,769 <sup>a</sup>	,016
oui	27	67,5%		
Réponses manquantes	1	2,5%		
Total	40	100%		

Tableau 37: sport d'endurance et asthme

Nous constatons à partir de ces résultats que plus de la moitié des enseignants 67.5% disent que les sports d'endurance sont contre indiqués chez l'asthmatique.

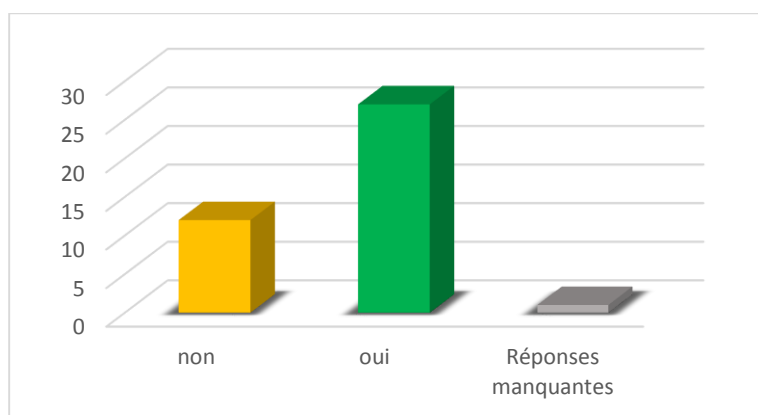


Figure 33 : sports d'endurance et asthme.

**Question 14 :** Connaissez-vous les traitements préventifs empêchant la survenue des crises d'asthme au cours de l'effort ?

Réponses	Effectifs	Pour cent	Khi-2	P
non	25	62,5%	133,053 <sup>a</sup>	,000
Eviter le climat sec et les sports de collision	1	2,5%		
Eviter le climat froid	1	2,5%		
Eviter le climat sec	1	2,5%		
respiration profonde	3	7,5%		
Eviter l'effort intense et le climat défavorable	1	2,5%		
entraînement par intervalle+natation	1	2,5%		
travaille a bas intensité	1	2,5%		
Médicaments+natation	3	7,5%		
Eviter l'effort intense et le maintien d'une bonne aptitude physique	1	2,5%		
Réponses manquantes	2	5%		
Total	40	100%		

Tableau 38: traitements préventifs.

Les résultats de ce tableau montrent que 62.5% des enseignants ne connaissent pas le traitement préventif de l'asthme d'effort. 7.5% d'entre eux pensent que pratiquer la respiration profonde avant l'exercice peut prévenir l'AIE et 7.5% des enseignants ont également citer l'utilisation des médicaments et de la natation. des différences significatives sont observées ci-dessus ( $p < 0,05$ ).

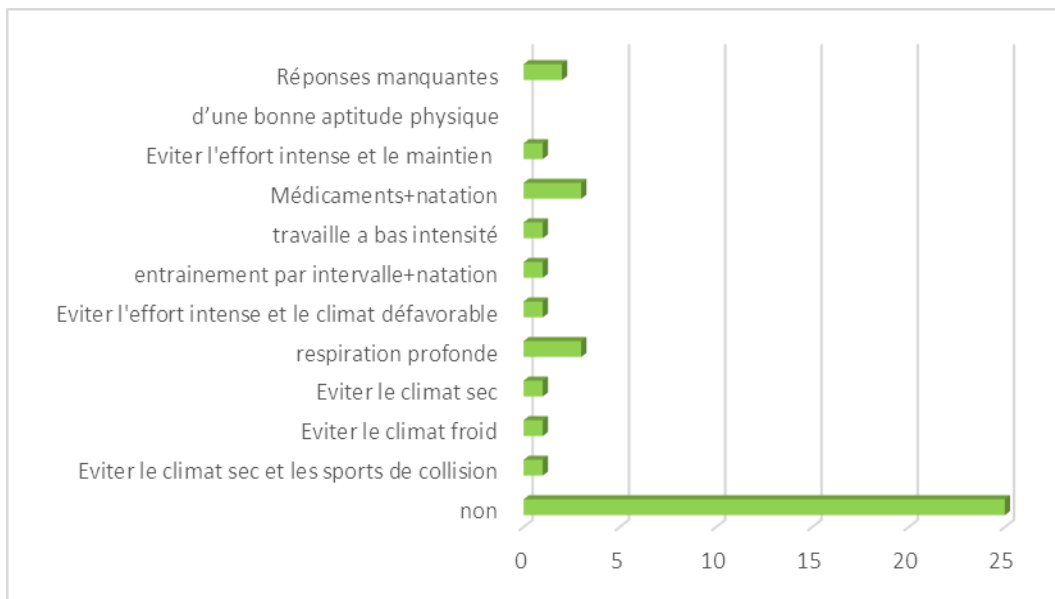


Figure 34 : traitements préventifs.

*Chapitre IV*  
*Discussion*

Les études réalisées sur l'asthme d'effort selon cette méthodologie, C'est-à-dire associant le test de course libre de 6min avec le questionnaire sont rares en Algérie.

La première étude épidémiologique a été réalisée par (Benarab-Boucherit et al., 2011) à Annaba et la deuxième par (Bioud et al., 2018) à Sétif.

Dans notre étude, L'effectif final de l'échantillon était constitué de 122 sujets avec un taux de participation de (67.77%), un chiffre inférieur au nombre minimum de sujets requis. De plus, l'échantillon n'a pas été déterminé par un tirage au sort. Par conséquent, l'échantillon n'est pas représentatif de la population âgée de 10 à 16 ans.

La réalisation de l'épreuve s'est faite en extérieur au niveau de la cour afin de mettre les élèves dans leur milieu habitué et aussi pour éviter les déplacements des élèves.

Du fait que les conditions climatiques influencent la survenue d'un asthme induit par l'exercice, car l'un des facteurs favorisant est l'inhalation d'air sec (faible degré d'hygrométrie) et froid (température basse). et afin d'éviter des variations de température et d'hygrométrie trop importantes entre les différents groupes, les tests d'effort et les mesures de DEP ont été effectuées aux mêmes horaires (entre 8H30 et 12H00).

Les valeurs du DEP obtenues ont été comparées ensuite à la valeur théorique dite prédite, valeur basée sur l'âge et la taille du sujet en référence à la courbe de GODFREY (Tableau. ) rapportées par l'étude de Boukari, sans prendre en considération l'âge réel, le sexe et le poids. C'est pourquoi des travaux de recherches seraient nécessaires afin d'établir des normes algériennes anthropométriques pour établir des valeurs du DEP spécifiques à la population pédiatrique algérienne (BENARAB-BOUCHERIT, 2010).

La spirométrie reste la méthode la plus fiable afin d'évaluer la fonction pulmonaire mais elle demande une complexité technique élevée et nécessite la coopération du patient. En plus, elle est coûteuse. Par contre, le DEP est une méthode non invasive, facile à appliquer et peu coûteuse, qui présente une forte corrélation à la fois avec le VEMS et avec les autres paramètres spirométriques (e Silva et al., 2011).

Le diagnostic positif de l'AIE est défini par une chute d'au moins 15% du DEP post-exercice par rapport à sa valeur de repos. La plupart des études prennent cette chute pour seuil de positivité de l'épreuve d'effort (Austin, Russell, Adam, & et al., 1994; Burr, Wat, Evans, Dunstan, & Doull, 2006; Busquets, Anto, Sunyer, Sancho, & Vall, 1996; Kuti et al., 2017), d'autres ont choisis le seuil de 12.5% (Addo Yobo, Custovic, Taggart, Asafo-Agyei, & Woodcock, 1997) pour admettre la positivité de l'épreuve d'effort. D'autres enfin ont choisi un seuil de 10% (Mtshali & Mokwena, 2009; Raherison et al., 2007).

Dans notre étude, nous avons choisi le seuil de 15% afin de calculer la prévalence de l'asthme induit par l'exercice.

Le test de course de 6min est largement utilisé par plusieurs chercheurs afin de calculer la prévalence de l'AIE au lieu du test d'exercice sur tapis roulant car ce dernier, ne convient pas au dépistage en milieu scolaire (Worrell, 2013). De plus, courir pendant 6 à 8 minutes provoque une diminution plus importante du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) que de courir pendant des périodes plus courtes ou plus longues (Godfrey, Silverman, & Anderson, 1975).

L'étude de Pitsios et al. Réalisée en Grèce auprès de 310 enfants, ont évalué l'utilité du test de course libre de 6min, en tant que méthode susceptible d'aider au diagnostic du bronchospasme induit par l'exercice (BEI) chez l'enfant. Ils ont montré que le test de course de 6min a une grande utilité pour le diagnostic de l'AIE dans les régions qui manquent d'outils appropriés et de personnel spécialisé (Pitsios, Del Giacco, & Grigoreas, 2010).

Dans notre étude, 22 élèves n'ont pas atteint leur fréquence cardiaque maximale, donc ont été exclus. D'ailleurs, le type, la durée et l'intensité de l'exercice et la température et hygrométrie sont des déterminants importants dans la réponse des voies respiratoires à l'exercice. En plus, il faut une charge suffisante pour élever le rythme cardiaque à 80–90% de la fréquence cardiaque maximale prédite ( $FCM=220-\text{age}$ ) selon la Société Thoracique Américaine (Parsons et al., 2013) afin de diagnostiquer l'AIE. En effet, le test de course de 6 min est une tâche qui est souvent difficile pour les enfants et les adolescents. De plus, la performance du test dépend énormément de la motivation de l'enfant et, étant donné que le test est souvent effectué à l'extérieur, les conditions environnementales peuvent également influencer sur les résultats (Welsh, 2006).

Le questionnaire d'étude a été rempli sans difficulté par les élèves et a permis de détecter les enfants déjà connus asthmatiques, suspects d'être asthmatiques, ceux présentant des signes d'AIE et ceux ayant des symptômes évocateurs de la rhino conjonctivite et de l'eczéma.

En Algérie, la première étude réalisée (1991), par (Belhocine & Ait-Khaled, 1991) a estimé la prévalence de l'asthme à 1.3%.

La phase I de l'étude ISAAC a montré d'importantes variations géographiques dans la prévalence et la sévérité de l'asthme et a permis de distinguer 3 groupes de pays selon le taux de prévalence : faible (< 5%), moyen (5-10%) et fort (>10%). L'Algérie se situe dans le groupe de moyenne prévalence. Au cours de la phase III, on note une stabilisation de la prévalence de l'asthme chez l'adolescent des pays industrialisés durant la dernière décennie, en revanche l'augmentation se poursuit dans les pays en voie de développement.

L'Algérie a participé à l'étude ISAAC phase I - phase III. Les chiffres de prévalence montrent une hausse de 5,9% à 8,7% entre les deux phases (Société Algérienne de Pédiatrie, 2010).

Dans notre étude, sur la base du questionnaire la prévalence de l'asthme diagnostiqué est à 3.5%. Le chiffre est relativement basse par rapport aux chiffre de l'étude ISAAC phase I - phase III. Nos résultats s'élèvent à un taux supérieur, si on tenait compte des symptômes ou antécédents de sifflements dans les 12 derniers mois et prise eventuelle de médicaments d'asthme. Tandis que, nos résultats se rapprochent de ceux de l'étude et l'étude de Bensaad à Annaba 3.12% (Bensaad D, 2003) et de (Bioud, Dehimi, Bioud, Belghazi, & Benarab, 2014), qui ont trouvé un taux de prévalence à 3.7% chez les adolescents. Mais inférieur aux chiffres de d'autres études, comme celle de (Khiati, 2003) avec un taux de 11% et l'étude de (Nafti et al., 2009) avec une prévalence à 4.1%.

Selon l'étude ISAAC III, qui a inclut (233) centres et (98) pays, la plus large étude qui a été réalisée à l'échelle mondiale, la prévalence de l'asthme chez les enfants âgés de 13-14 ans était 14.1% et chez les enfants de 6-7 ans était 11.7%. L'étude montre une grande variabilité dans les chiffres de prévalence et sévérité de l'asthme, de la rhino- conjonctivite et de l'eczéma qui ne surviennet non seulement entre les régions et les pays mais entre les centres du meme pays et les centres d'une même cité (Mallol et al., 2013).

Dans notre étude, la prévalence de l'asthme d'effort à partir du questionnaire était 5.8%. Ce chiffre étant inférieur aux résultats des enquêtes antérieures réalisés dans notre pays ; 27.62% pour l'étude (Benarab-Boucherit et al., 2011), 12% pour l'étude de (Bioud et al., 2018).

Dans d'autres études internationales, la prévalence de l'asthme induit par l'exercice ; 7.1% pour l'étude de (Droma et al., 2007), 20,9% l'étude de (Ammor, 2007) au maroc.

Même les symptômes observés par les cliniciens semblent être un faible predicateur de l'AIE ce qui conduit à un diagnostic à la fois faux positif et faux négatif ( un diagnostic erroné). Cependant, une étude réalisé sur un échantillon d'enfants asthmatiques âgés de 6 à 17 ans, en utilisant un questionnaire ( Asthma control test, ACT) n'a pas détecté l'AIE chez un pourcentage significatif de cette effectif (Rapino et al., 2011)

Dans notre étude, la prévalence de l'AIE, basée sur les données de l'épreuve d'effort avec une chute DEP post-exercice d'au moins 15 % de la valeur de repos était 10.5%.

Des études ayant utilisé le même protocole dans une population d'enfants et adolescents ont retrouvé des prévalences de l'AIE : l'étude de Annaba, 16.1% (Benarab-Boucherit et al., 2011), au Maroc, 20.8% pour l'étude de (Ammor, 2007) et 7.9% pour l'étude de (Lezreg, 2013).

Dans la littérature, la prévalence de l'asthme d'effort chez les enfants (age $\leq$ 16 ans) varie de 3 à 35% (Aggarwal, Mulgirigama, & Berend, 2018).

Au Canada, la prévalence de l'AIE était 13.2% (L. Vacek, 1997) et 12.3% (Ludmila Vacek, 1999). Aux États-Unis, 22% (Randolph, Fraser, & Matasavage, 1997). Au Royaume-Uni, 9% (Austin, Russell, Adam, Mackintosh, et al., 1994) et 5% (Jones, Qureshi, Rona, & Chinn, 1996). En France, 8.3% (Raheison et al., 2007). En Nigérie, 6 % (Onazi, Orogade, & Yakubu, 2012). En Afrique du sud, 7.26% (Mashalane, Stewart, Feldman, Becker, & De Charmoy, 2006) et 23% (Mtshali & Mokwena, 2009). En Espagne, 6.9% (Bardagi, Agudo, Gonzalez, & Romero, 1993) et 11% (Busquets et al., 1996). En Allemagne, 6.7% (Frischer et al., 1992). En New Zeland, 12.2% (Barry, Burr, & Limb, 1991).

Ces variations de prévalence peuvent évoquer une augmentation de cette pathologie au cours de ces 20 dernières années. Ceci pourrait être lié d'une part à des variations dans la définition de la maladie car le mécanisme physiopathologique de l'AIE demeure mal connu et controversé, d'autre part à une augmentation de la prévalence de certaines pathologies atopiques et à des facteurs polluants (BENARAB-BOUCHERIT, 2010).

La prévalence de l'BIE peut être influencée par l'âge, le sexe, origines ethniques et raciales, les conditions environnementales (température et humidité de l'air, teneur en allergènes et pollution) dans lesquelles l'exercice a été effectué. En plus, l'urbanisation et, le plus important encore, la méthode de diagnostic utilisée pour le détecter (Weiler et al., 2016).

Les chiffres de prévalence les plus élevés ont été observés dans les zones urbaines. Cette augmentation s'explique en partie ; par des antécédents familiaux de symptômes d'asthme ou une exposition accrue à des facteurs environnementaux, comme les émanations des véhicules, la surpopulation et les animaux domestiques (Ng'ang'a et al., 1998).

Prévalence de l'AIE et Asthme connu ;

Sur les 03 cas, 01 présente un AIE soit un taux de prévalence de 33,33 %, 02 cas ne présentent pas de bronchospasme soit un taux de prévalence de 66.66%. Ce chiffre (33.33%) est proche à ceux rapportés dans la littérature (40 à 90 %) (Martín-Muñoz et al., 2008; Tripodi et al., 2016). Les patients qui ont un asthme sévère ou mal contrôlé seraient plus susceptibles de développer un bronchospasme post effort que les patients asthmatiques avec un asthme léger ou bien contrôlé (Aggarwal et al., 2018).

Dans notre étude, l'AIE est plus fréquent chez le garçons adolescents (11.1 % pour le sexe masculin et 8.7 % pour le sexe féminin) avec un sexe ratio de 1,30 ce qui est retrouvé dans la littérature (Boner, Spezia, Piovesan, Chiocca, & Maiocchi, 1994) .En revanche d'autres chercheurs ont retrouvé que la fréquence de l'AIE est plus importante chez le sexe féminin (Johansson et al., 2016).

On a retrouvé un taux de prévalence d'AIE élevé (44.4%) dans les tranches d'âge 14-15 ans. En effet, l'AIE est un problème pour tous les groupes d'âge mais ses effets sont très marqués chez les enfants et les jeunes adultes en raison de la pratique régulière de l'exercice physique rigoureux (Milgrom & Taussig, 1999).

Sur la base du questionnaire ; 05.8% des élèves avaient des signes cliniques plus ou moins typiques d'AIE, parmi eux 40% ont eu un asthme induit par l'exercice après le test d'effort. Tandis que, 8.6% de ceux qui n'avaient pas de symptômes d'AIE sur la base du questionnaire ont eu un asthme d'effort après le test de course. Ceci peut être expliqué par le fait que les symptômes de l'AIE peuvent être interprétés par l'élève comme un épisode normal après un effort intense. De plus, le déni de la maladie ou le refus existe chez les enfants et les adolescents de cette tranche d'âge (Lezreg, 2013).

L'association du test d'effort au questionnaire a permis de dépister des cas d'AIE non connus comme asthmatiques. Également, parmi les élèves ayant présenté un AIE au cours de l'épreuve d'effort, s'est indiqué que seulement 11.1% d'entre eux sont asthmatiques connus contre 88.9% non asthmatiques connus.

le test d'effort a été plus spécifique que sensible avec de bons indicateurs pour le dépistage de l'AIE. L'item « Antécédents de sifflements nocturnes » semble être un bon indicateur dans le diagnostic de l'AIE. C'est le facteur prédictif majeur avec une spécificité de 100 % et une valeur prédictive positive la plus élevée 100 % dans la détection de l'AIE. Ces résultats sont concordants avec l'étude de Annaba (Benarab-Boucherit et al., 2011). Entre autre, d'après les données des tests de broncho- provocation, la chute moyenne du VEMS était significativement plus élevée chez les enfants dont les parents ont répondu positivement aux questions sur les antécédents de sifflements de leurs enfants, sifflements actuels, sifflements nocturnes, asthme d'effort ou l'asthme utilisées dans l'étude épidémiologique ISAAC. En plus, l' indice de Youden était supérieur pour les antécédents de sifflements nocturnes dans les tests de bronchoprovocation à l'exercice (Ponsonby, Couper, Dwyer, Carmichael, & Wood-Baker, 1996).

En plus, Chinellato et ses collègues ont observé que les questions directes sur l'AIE dans le questionnaire (ACT) sont associées à un nombre élevé de réponses faux positives et négatives, les meilleures associations sont trouvées dans les questions sur la présence de symptômes nocturnes (Chinellato et al., 2012).

Prévalence de l'AIE et Rhino conjonctivite saisonnière ;Les résultats de notre étude indiquent que 9.52% des élèves souffrent de rhinoconjunctivite ont un asthme induit par l'exercice, ce qui inférieure aux normes 35% à 40% (BENARAB-BOUCHERIT, 2010) .

Martín-Muñoz et al ont constaté que les enfants allergiques ou même seulement avec une sensibilisation sans réponse bronchique claire après l'exposition à des allergènes avaient une grande probabilité de développer l'AIE (Martín-Muñoz et al., 2008).

Le rôle des facteurs liés à l'environnement scolaire tels que les conditions atmosphériques et les allergènes a été étudié. Ainsi, Stelmach et al., dans une étude réunissant 1370 enfants scolarisés durant leurs cours d'EPS, ont déterminé les facteurs environnementaux (température, humidité, poussière et allergène) qui pourraient être un facteur prédictif de la bronchoconstriction induite par l'exercice et ils ont montré que les allergènes (poils de chat) et les conditions atmosphériques (température et humidité) jouent un rôle dans l'apparition de l'AIE (Stelmach et al., 2016).

Prévalence de l'AIE et symptômes respiratoires ; les symptômes et les signes cliniques les plus fréquents après l'effort sont ; la toux (88.8%), la dyspnée (44.4%), la douleur thoracique (55.5%) et sifflements (11.1%).

la toux paraît être le symptôme le plus prédictive de l'existence d'un asthme induit par l'exercice. Elle était présente chez 88,8% des enfants qui avaient un asthme induit par l'exercice, alors que seulement 18,1% des enfants qui n'avaient pas un d'AIE (Ammor, 2007; Demoulin-Alexikova et al., 2017; McKenzie, 1994).

Dans la commune de Chlef, la valeur moyenne de l'IMC de notre échantillon est de  $19.31 \text{ kg/m}^2 \pm 3.48$ , ce résultat est proche de normes optimales selon la définition de l'IOTF, soit un IMC médian se situant entre 17 et  $25 \text{ kg/m}^2$  pour la population pédiatrique.

La prévalence de l'AIE selon l'IMC montre que les enfants et adolescents souffrant d'AIE sont en surpoids avec un taux de 14.3%.

Dans notre étude, n'existe pas un lien entre l'asthme induit par l'exercice et l'obésité. Ce résultat est en désaccord avec ceux rapportés par un certains auteurs. En effet, les patients adultes obèses sont davantage touchés par l'asthme d'effort que les personnes en poids normal (Wright et al., 2010).

A l'opposé, une étude descriptive rapportée par (Lopes et al., 2009), l'obésité n'a pas contribué à augmenter la fréquence de l'asthme induit par l'exercice chez les asthmatiques et les non-asthmatiques. Cependant, l'obésité a contribué à l'augmentation de la gravité d'AIE et à la récupération chez les asthmatiques.

Aussi, Peu d'études ont été menées pour déterminer différemment la relation obésité-asthme, en supposant que si l'obésité a un impact négatif sur l'asthme, alors la réduction du poids doit entraîner une diminution de la prévalence de l'asthme ou au moins une diminution des

symptômes de l'asthme. Si cette hypothèse est correcte, cela fournirait une preuve de la relation de cause à effet entre le poids et l'asthme (Eneli et al., 2008).

Dans ce sens, (Van Leeuwen et al., 2014) ont établi, sur une population d'enfants asthmatiques en surpoids et obèses, que la perte de poids basée sur un régime alimentaire amaigrissant, entraîne une réduction significative de la sévérité de l'AIE et une amélioration de la qualité de la vie. En plus, La diminution du z-score de l'IMC est liée de manière significative à l'amélioration des symptômes de l'AIE.

Pour la fréquence cardiaque, deux mesures ont été faites, au repos ( $FC_r$ ) et après l'arrêt de la course de 6 minutes ( $FC_{max}$ ). Seuls les élèves dont la fréquence cardiaque après l'effort était supérieure de 80 % à la fréquence cardiaque maximale théorique étaient retenus.

la valeur moyenne de la ( $FC_r$ ) était  $90 \text{ bpm} \pm 11$ . En effet, la  $FC_r$  diminue avec l'âge au cours de la croissance, de 91 bpm à l'âge de 5 ans à 74 bpm à l'âge de 15 ans chez les garçons. La  $FC_r$  des filles est légèrement élevée que celle des garçons ( 6 battements de plus par minute). La fréquence cardiaque au repos, telle qu'elle est décrite dans plusieurs études contemporaines de physiologie d'effort devraient être plus élevés, étant influencée par l'anxiété avant l'épreuve d'effort (Armstrong & Van Mechelen, 2017).

la valeur moyenne de la  $FC_{max}$  était  $195 \text{ bpm} \pm 1.44$ . Selon la littérature, la valeur moyenne de la fréquence cardiaque maximale chez les enfants et adolescents est autour de 200 bpm. Il semble qu'il n'y a pas une équation de prédiction bien défini, ni de valeur limite acceptée pour la  $FC_{max}$  chez les enfants et les- adolescents (Gelbart et al., 2017).

### **Questionnaire des enseignants ;**

Les enfants passent jusqu'à la moitié de leur journée à l'école sous la supervision des enseignants. Ainsi, les enseignants peuvent être les premiers à aider un élève qui à une crise d'asthme à l'école (Jaramillo & Reznik, 2015).

Les enseignants d'EPS, en particulier, jouent un rôle important dans l'éducation et la motivation des élèves asthmatiques pour la pratique sportive, mais peu d'études ont été porté sur leurs rôle. Par conséquent, la connaissance de l'AIE est importante pour adapter leurs cours d'EPS aux enfants asthmatiques (Sandsund et al., 2011).

En plus, Il a été démontré qu'une connaissance adéquate de l'asthme chez les enseignants est essentielle pour l'innocuité de leurs élèves présentant une exacerbation d'asthme pendant la période scolaire (A Alshaikh et al., 2017).

Les résultats obtenus dans notre étude ont montré que la plupart des professeurs d'éducation physique (80%) avaient de l'expérience en matière d'enseignement d'enfants asthmatiques, le nombre des cas asthmatiques était 110 dont 35 ont été exclus des cours d'éducation physique et

sportive. Les réponses à la "question3" sont toutes correctes, mais Cinquante-cinq pour cent des enseignants ont indiqué que l'oppression thoracique était le seul symptôme d'asthme. Cependant, ce taux était de 7% et de 5% pour (sifflement, toux) et la dyspnée, respectivement. De plus, les enseignants n'avaient pas une compréhension satisfaisante des symptômes de l'asthme. Il a été démontré que les enseignants manquent de connaissances et de confiance pour soutenir les enfants présentant des symptômes d'asthme et qu'il n'y a pas un plan d'action afin d'affronter la maladie asthmatique dans les écoles (McWhirter et al., 2008). Un certain nombre d'études ont rapporté que les enseignants pourraient avoir de la difficulté à reconnaître et à gérer les crises d'asthme, qui peuvent survenir chez les enfants à l'école. L'asthme pourrait être considérablement compliqué par une telle ignorance (Faisal A Latif Alnasir, 2004).

Les facteurs environnementaux tels que la température de l'air inhalé, l'humidité et l'intensité de l'exercice sont considérés comme étant la cause principale des symptômes d'AIE. Dans une étude visant à comprendre si l'école pourrait également être un site important d'exposition aux allergènes pour les enfants en termes de facteurs environnementaux, tels que les conditions atmosphériques et la présence d'allergènes, qui représentent des facteurs potentiellement prédictifs des symptômes de l'AIE pendant les cours d'éducation physique, il a été constaté que les facteurs environnementaux, comme l'humidité et la pression barométrique, et les allergènes environnementaux, en particulier les allergènes (poils de chat), étaient présents chez les enfants en classe (Caggiano, Cutrera, Di Marco, & Turchetta, 2017).

Moins de la moitié des enseignants ayant un enfant asthmatique ont obtenu des informations sur l'asthme de l'enfant lui-même. Par contre, 15 % des enseignants n'étaient au courant de la maladie que lorsque la crise d'AIE est déclenchée au cours d'exercice physique. L'information sur l'asthme fournie par les parents était médiocre. Par conséquent, il y a un manque de communication entre les parents et les enseignants. On a constaté qu'un écart important a été observé dans la communication entre les médecins, les parents, le personnel scolaire et les organismes de santé communautaire (Getch & Neuharth-Pritchett, 2009). De plus, il a été démontré qu'une meilleure connaissance de la maladie par les parents améliore l'asthme chez leurs enfants (Bahari, Nur, & Rahman, 2003).

Vingt-cinq (62,5%) des enseignants ont convenu que les enfants asthmatiques participent aux leçons d'éducation physique sur un pied d'égalité avec les autres pairs en bonne santé, et aucune différence significative n'a été observée ( $P > 0,05$ ). En revanche, trente-cinq (31,81%) des 110 enfants ont été exclus des cours d'éducation physique et sportive. Par conséquent, les résultats étaient statistiquement insignifiants. Comme il a été noté que 80% des enseignants connaissant l'asthme induit par l'exercice. Par suite, les élèves asthmatiques sont exclus des activités

sportives, ce qui peut, à son tour, favoriser un mode de vie inactif et une gestion insatisfaisante de la maladie (Adeyeye, Kuyinu, & Ozoh, 2018).

Les déclencheurs de l'asthme peuvent être différents. Dans notre étude, la plupart des enseignants ont déclaré connaître au moins un déclencheur d'asthme ; (27,5%) pour "l'exposition aux allergènes", (17,5%) "les infections virales", (15%) pour l'asthme d'effort et autres déclencheurs comme la poussière, vivant près d'une zone industrielle, les émanations et fumé, la pollution...etc. De tels déclencheurs représentent un problème pour les enfants ayant une sensibilité précise, car ces déclencheurs sont susceptibles d'aggraver les symptômes de la maladie. Cependant, éviter les déclencheurs, si possible, peut aider à contrôler l'asthme et à réduire les symptômes (Getch & Neuharth-Pritchett, 2009).

Vingt-huit (70%) des enseignants pensent que les enfants asthmatiques peuvent participer au cours d'EPS. L'activité physique est importante pour les enfants et les jeunes, surtout les asthmatiques. Plusieurs études ont démontré que l'activité physique améliore l'aptitude physique et elle a d'autres avantages ; comme la réduction du nombre d'admissions à l'hôpital, de l'absentéisme scolaire, de consultation avec les professionnels de la santé, de l'administration de médicaments. De plus, il est évident que la possibilité de participer à une activité physique, particulièrement à l'école, est un facteur important de bien-être psychologique en réduisant, par exemple, l'insatisfaction corporelle qui peut être associée à l'asthme (Williams, Powell, Hoskins, & Neville, 2008).

Trente-cinq (87,5%) des enseignants n'avaient pas les compétences nécessaires pour faire face aux crises d'asthme et il y avait des différences significatives comme le montre le tableau 10 ci-dessus. Dans une étude menée par Fernández-Oliva CRR et ses collègues, (84%) des enseignants ont déclaré avoir au moins un enfant asthmatique en classe, mais (64%) ont répondu par qu'ils ne savent pas quoi faire si un élève avait une crise d'asthme. Cinquante-huit pour cent se considéraient capables d'aider à l'administration afin de donner des bronchodilatateurs (inhalateurs), bien que (95%) estimaient qu'ils avaient besoin de formation supplémentaire. En outre, Watson et al. ont souligné l'importance de protocoles de formation standardisés pour améliorer les connaissances et la confiance en soi des enseignants face aux urgences chez les enfants souffrant de maladies allergiques à l'école (Julia-Benito et al., 2017). De plus, il a été démontré que les enseignants qui ont été en contact avec une personne asthmatique ou qui ont reçu une formation préalable sur l'asthme ont une connaissance significativement supérieure par rapport aux autres enseignants (Faisal A Latif Alnasir, 2004).

Lorsque les enfants asthmatiques fréquentent l'école, leur sécurité et la prise en charge de l'asthme deviennent une responsabilité partagée de la famille, leurs médecins et du personnel

scolaire (American Lung Association, 2019). Plusieurs organismes nationaux ont élaboré des recommandations stratégiques pour aider les écoles à optimiser le bien-être des élèves asthmatiques. Ces recommandations mettent l'accent sur l'importance d'avoir des plans d'action écrits sur l'asthme et des médicaments de soulagement rapide (albutérol) facilement accessibles aux enfants asthmatiques (Gerald, Stroupe, McClure, Wheeler, & Gerald, 2012). Dans notre étude, 95% d'enseignants ont signalé l'indisponibilité des médicaments contre l'asthme dans les écoles. L'indisponibilité et l'accès limité aux médicaments contre l'asthme reflétaient l'absence d'un plan scolaire de prise en charge de l'asthme. Julia Naman et ses collègues ont mené une étude visant à mettre en lumière les expériences des élèves des minorités avec l'asthme à l'école et les perceptions des animateurs et des obstacles aux soins. Ils ont constaté que la stigmatisation liée à l'utilisation d'inhalateurs, le manque d'intérêt du personnel scolaire et l'accès limité aux médicaments demeurent des obstacles à la prise en charge de l'asthme dans les écoles (Naman et al., 2018).

l'activité physique quotidienne aide à garder les enfants heureux et en bonne santé. Cependant, chez les enfants asthmatiques, l'exercice peut rendre la respiration plus difficile et déclencher une crise d'asthme (Children's Health, 2019). Dans notre étude, nous avons constaté que la majorité des enseignants (67,5%) savaient que le sport d'endurance présente un risque plus élevé de développer l'asthme induit par l'exercice (AIE) et selon le tableau 14, il y avait des différences significatives ( $P < 0,05$ ). Il a été démontré que certains types d'exercice et l'environnement déclenchent l'asthme. Les sports d'endurance, par exemple, qui exigent une activité plus continue comme la natation, le soccer et la course de longue distance sont plus susceptibles de déclencher l'AIE. Par conséquent, la prévalence de l'asthme peut être plus élevée chez les sportifs d'endurance (Uchino et al., 2017). Mais cela ne veut pas dire que les enfants ne peuvent pas faire ces sports. De nombreux athlètes asthmatiques ont découvert qu'avec un entraînement approprié, la bonne dose et l'utilisation de médicaments appropriés, ils peuvent pratiquer tous les sports qu'ils veulent (Bonnie B. Hudak, 2017).

De plus, nos résultats concernant la connaissance des traitements préventifs de l'asthme induit par l'exercice chez les enseignants d'éducation physique montrent que 62,5% des enseignants ne connaissent pas les traitements préventifs de l'AIE, (7,5%) pensent qu'une respiration profonde avant l'exercice peut prévenir l'AIE et (7,5%) soulignent l'importance de la prévention par une utilisation correcte des médicaments et la natation. Le fait que la plupart des enseignants ne savent pas comment prévenir une attaque déclenchée par l'exercice indique la nécessité de les former aux premiers secours et comment intégrer un enfant asthmatique dans le cours d'EPS (Varela et al., 2016).

De même, dans une autre étude, peu d'enseignants savent que la méthode la plus courante pour minimiser ou prévenir les symptômes de l'AIE consiste en l'utilisation prophylactique de médicaments et, dans ces circonstances, les élèves asthmatiques n'ont pas besoin d'éviter l'exercice (Bruzzeze et al., 2010). De plus, certains enseignants ont également commenté les conditions climatiques (air froid et sec, poussière). Il est démontré que les facteurs environnementaux tels que la température de l'air inhalé, l'humidité et l'intensité de l'exercice ont un effet significatif sur l'AIE (Stelmach et al., 2016).

## *Conclusion*

L'asthme est la maladie chronique la plus fréquente chez l'enfant et l'adolescent et reste sousdiagnostiquée. L'asthme induit par l'exercice correspond à un rétrécissement transitoire des voies aériennes avec limitation des débits aériens et des sifflements expiratoires pendant ou dans les minutes qui suivent l'arrêt d'un exercice physique et si la prévalence de l'asthme est bien connue, celle de l'asthme induit par l'exercice est difficile à évaluer.

Dans notre étude, sur la base du questionnaire la prévalence de l'asthme diagnostiqué est à 3.5% Sans tenir en compte la prévalence des sifflements à un moment quelconque de la vie chez les élèves ou les sifflements au cours des 12 derniers mois.

L'épreuve d'effort a permis d'objectiver une prévalences de l'AIE de 10.5%. Dans notre étude, la toux est le sympômes les plus fréquents chez les enfants qui ont un asthme d'effort. De plus, 80% des enseignants d'EPS ont un enfants asthmatiques dans leurs classes, 87.5% n'ont pas les compétences nécessaires afin de faire face aux crises d'asthme et ne savent pas comment aménager leurs programmes d'EPS. Ainsi, l'absence totale d'un plan d'action afin de prendre en charge les enfants asthmatiques dans nos écoles comme dans les pays développés.

**Recommandations :**

- Utilisation d'un débit mètre de pointe auprès des UDS et un test de course libre de 6 minutes pour faire un dépistage systématique et un suivi particulièrement chez des enfants prédisposés (rôle de l'école de l'asthme et des maladies allergiques).
- Organiser des formations pour le personnel de l'école et les professeurs d'EPS pour la prise en charge de ces enfants pour une étroite coopération afin de préserver le capital respiratoire et un suivi psychologique permettant à l'enfant asthmatique une meilleure insertion sociale et dans le groupe.
- Encourager la pratique de l'activité physique pour améliorer la qualité de vie et contrôler l'AIE grâce à un protocole d'entraînement physique adapté.
- La prescription d'un traitement préventif ( par le médecin spécialiste en pneumo ou médecine du sport) de l'AIE. Le bêta 2 mimétiques de courte ou longue durée d'action en fonction de la durée d'exercice.

# *Bibliographie*

## Références :

1. A Alshaikh, A., K Alanazi, K., D Alanazi, M., & K Al-Momen, R. (2017). Knowledge About Asthma Among Primary School Teachers in Riyadh City, Saudi Arabia. *International Journal of Medical Research professionals*, 3(5), 1. doi: 10.21276/ijmrp.2017.3.5.035
2. Adeyeye, O., Kuyinu, Y., & Ozoh, O. (2018). Assessment of the knowledge of teachers about asthma and the availability of facilities for asthma care in public secondary schools in Lagos, Nigeria. *African Journal of Thoracic and Critical Care Medicine*, 24(2), 76-81.
3. Aggarwal, B., Mulgirigama, A., & Berend, N. (2018). Exercise-induced bronchoconstriction: prevalence, pathophysiology, patient impact, diagnosis and management. *npj Primary Care Respiratory Medicine*, 28(1), 31. doi: 10.1038/s41533-018-0098-2
4. Al-Hazzaa, H. M., Alahmadi, M. A., Al-Sobayel, H. I., Abahussain, N. A., Qahwaji, D. M., & Musaiger, A. O. (2014). Patterns and determinants of physical activity among Saudi adolescents. *J Phys Act Health*, 11(6), 1202-1211. doi: 10.1123/jpah.2012-0427
6. ALMQVIST, C., WICKMAN, M., PERFETTI, L., BERGLIND, N., RENSTRÖM, A., HEDRÉN, M., . . . MALMBERG, P. (2001). Worsening of Asthma in Children Allergic to Cats, after Indirect Exposure to Cat at School. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 163(3), 694-698. doi: 10.1164/ajrccm.163.3.2006114
7. Anderson, S. D. (2016). 'Indirect' challenges from science to clinical practice. *Eur Clin Respir J*, 3, 31096. doi: 10.3402/ecrj.v3.31096
8. Anderson, S. D., Argyros, G. J., Magnussen, H., & Holzer, K. (2001). Provocation by eucapnic voluntary hyperpnoea to identify exercise induced bronchoconstriction. *British Journal of Sports Medicine*, 35(5), 344-347. doi: 10.1136/bjism.35.5.344
9. Anderson, S. D., & Kippelen, P. (2012). Assessment and prevention of exercise-induced bronchoconstriction. *British Journal of Sports Medicine*, 46(6), 391-396. doi: 10.1136/bjsports-2011-090810
10. Armstrong, N., & Van Mechelen, W. (2017). *Oxford Textbook of Children's Sport and Exercise Medicine* (W. van M. Neil Armstrong (ed.)). Oxford University Press; 3 edition. <https://doi.org/10.1093/med/9780198757672.001.0001>
11. Asmussen, E., Secher, N. H., & Andersen, E. A. (1981). Heart rate and ventilatory frequency as dimension-dependent variables. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 46(4), 379-386. doi: 10.1007/bf00422125
12. Astrand, P.-O. (1952). Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age. *Dissertation*.
13. Audag, N., Caty, G., & Reychler, G. (2016). L'asthme induit à l'exercice chez l'enfant asthmatique. *Kinésithérapie, la Revue*, 16(171), 74-79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.kine.2015.11.006>
14. Bahari, M., Nur, N. M., & Rahman, A. (2003). A knowledge of asthma in school children: a survey among primary school teachers. *Singapore medical journal*, 44(3), 131-137.
15. Benarab-Boucherit, Y., Mehdioui, H., Nedjar, F., Delpierre, S., Bouchair, N., & Aberkane, A. (2011). Prevalence Rate of Exercise-Induced Bronchoconstriction in Annaba (Algeria) Schoolchildren. *Journal of Asthma*, 48(5), 511-516. doi: 10.3109/02770903.2011.578315
16. Bioud, B., Dehimi, A., Belghazi, M., Okka, K., Benarab, Z., & Mahnane, A. (2018). Asthme induit par l'exercice chez l'enfant à Sétif, Algérie. *Revue Française d'Allergologie*, 58(3), 279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.reval.2018.02.153>
17. Bruzzese, J. M., Unikel, L. H., Evans, D., Bornstein, L., Surrence, K., & Mellins, R. B. (2010). Asthma knowledge and asthma management behavior in urban elementary school teachers. *J Asthma*, 47(2), 185-191. doi: 10.3109/02770900903519908
18. Caggiano, S., Cutrera, R., Di Marco, A., & Turchetta, A. (2017). Exercise-induced bronchospasm and allergy. *Frontiers in pediatrics*, 5, 131.

19. Caillaud, D., Horo, K., Baiz, N., Banerjee, S., Charpin, D., Lavaud, F., . . . Annesi-Maesano, I. (2014). Exercise-induced bronchospasm related to different phenotypes of rhinitis without asthma in primary schoolchildren: the French Six Cities Study. *Clinical & Experimental Allergy*, *44*(6), 858-866. doi: doi:10.1111/cea.12310
20. Carver, T. W. (2009). Exercise-induced asthma: Critical analysis of the protective role of montelukast. *J. Asthma Allerg. Journal of Asthma and Allergy*, *2*, 93-103.
21. Cave, A. J., & Atkinson, L. L. (2014). Asthma in preschool children: a review of the diagnostic challenges. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, *27*(4), 538-548.
22. CHABOT, F. (2002). RGO, UN FACTEUR DÉCLENCHANT DE L'ASTHME ? *Revue des Maladies Respiratoires*, *19*(5), 4S91-94S95.
23. Chinellato, I., Piazza, M., Sandri, M., Cardinale, F., Peroni, D. G., Boner, A. L., & Piacentini, G.L. (2012). Evaluation of association between exercise-induced bronchoconstriction and childhood asthma control test questionnaire scores in children. *Pediatric Pulmonology*, *47*(3), 226–232. <https://doi.org/10.1002/ppul.21542>
24. Constantinou, D. (2004). Exercise-induced asthma. *Continuing Medical Education*, *22*(3).
25. Custovic, A., Arifhodzic, N., Robinson, A., & Woodcock, A. (1994). Exercise testing revisited. The response to exercise in normal and atopic children. *CHEST*, *105*(4), 1127-1132. doi: 10.1378/chest.105.4.1127
26. Dantas, F., Correia, M., Silva, A., Peixoto, D., Sarinho, E., & Rizzo, J. (2014). Mothers impose physical activity restrictions on their asthmatic children and adolescents: an analytical cross-sectional study. *BMC Public Health*, *14*. doi: 10.1186/1471-2458-14-287
27. de Prado, D. M. L., Dias, R. G., & Trombetta, I. C. (2006). Cardiovascular, ventilatory, and metabolic parameters during exercise: differences between children and adults. *Children*, *170*, 190.
28. Dickinson, J. W., Amirav, I., & Hostrup, M. (2018). Nonpharmacologic strategies to manage exercise-induced bronchoconstriction. *Immunology and allergy clinics of North America*, *38*(2), 245-258.
29. Dimitrakaki, V., Porpodis, K., Bebetsos, E., Zarogoulidis, P., Papaiwannou, A., Tsiouda, T., . . . Zarogoulidis, K. (2013). Attitudes of asthmatic and nonasthmatic children to physical exercise. *Patient Prefer Adherence*, *7*, 81-88. doi: 10.2147/ppa.s40577
30. Duché, P., & Van Praagh, E. (2009). *Activités physiques et développement de l'enfant: Ellipses*.
31. Dutau, G. (2002). *Actualités en pneumologie et en allergologie* (Elsevier ed.). Paris.
32. Ektah, K., Arun, R., & Elza, T. (2014). Oral findings in asthmatic children. *Amrita Journal of Medicine*, *10*(1), 1-44.
33. Eneli, I. U., Skybo, T., & Camargo, C. A. (2008). Weight loss and asthma: A systematic review. *Thorax*, *63*(8), 671–676. <https://doi.org/10.1136/thx.2007.086470>
34. Faisal A Latif Alnasir. (2004). BAHRAINI SCHOOL TEACHERS'KNOWLEDGE OF ASTHMA. *Middle East Journal of Family Medicine*, *2*(2).
35. Ferrante, G., & La Grutta, S. (2018). The Burden of Pediatric Asthma. *Frontiers in Pediatrics*, *6*, 186-186. doi: 10.3389/fped.2018.00186
36. Formosa, M. C. (2008). Asthma in childhood. *Malta Med. J. Malta Medical Journal*, *20*(1), 35-43.
37. Gaultier, C., Perret, L., Boule, M., Buvry, A., & Girard, F. (1981). Occlusion pressure and breathing pattern in healthy children. *Respir Physiol*, *46*(1), 71-80. doi: 10.1016/0034-5687(81)90069-4
38. GAUVREAU, G. M., RONNEN, G. M., WATSON, R. M., & O'BYRNE, P. M. (2000). Exercise-induced Bronchoconstriction Does Not Cause Eosinophilic Airway Inflammation or Airway Hyperresponsiveness in Subjects with Asthma. *American*

- journal of respiratory and critical care medicine*, 162(4), 1302-1307. doi: 10.1164/ajrccm.162.4.2001054
39. Gelbart, M., Ziv-Baran, T., Williams, C. A., Yarom, Y., & Dubnov-Raz, G. (2017). Prediction of maximal heart rate in children and adolescents. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(2), 139–144. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000315>
  40. Gerald, J. K., Stroupe, N., McClure, L. A., Wheeler, L., & Gerald, L. B. (2012). Availability of Asthma Quick Relief Medication in Five Alabama School Systems. *Pediatric allergy, immunology, and pulmonology*, 25(1), 11-16. doi: 10.1089/ped.2011.0118
  41. Getch, Y. Q., & Neuharth-Pritchett, S. (2009). Teacher Characteristics and Knowledge of Asthma. *Public Health Nursing*, 26(2), 124-133. doi: 10.1111/j.1525-1446.2009.00763.x
  42. Godard, P. (2006). Asthme et obésité. *Revue des Maladies Respiratoires*, 23(5), 151-155.
  43. Godfrey S, K. P., Naim JR. (1970). Spirometry Lung volumes and airway resistance in normal children aged 5 to 18 years. *Br J Dis Chest* 64, 15-24.
  44. Govender, D., & Gray, A. (2012). Knowledge of primary school teachers about asthma: a cross-sectional survey in the Umdoni sub-district, KwaZulu-Natal. *South African Family Practice*, 54(4), 347-351.
  45. Guarnieri, M., & Balmes, J. R. (2014). Outdoor air pollution and asthma. *The Lancet*, 383(9928), 1581-1592. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60617-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60617-6)
  46. Hauptman, M., & Phipatanakul, W. (2015). The school environment and asthma in childhood. *Asthma Research and Practice*, 1, 12. doi: 10.1186/s40733-015-0010-6
  47. Julia-Benito, J. C., Escarrer-Jaume, M., Guerra-Perez, M. T., Contreras-Porta, J., Tauler-Toro, E., Madronero-Tentor, A., & Cerda-Mir, J. C. (2017). Knowledge of asthma and anaphylaxis among teachers in Spanish schools. *Allergologia et Immunopathologia*, 45(4), 369-374. doi: 10.1016/j.aller.2016.10.019
  48. Karila, C. (2002). Asthme induit par l'exercice. *Actualités en pneumologie et en allergologie*, 38-43.
  49. Karila, C. (2007). Épreuve d'effort chez l'asthmatique. Pour qui ? Pour quoi ? *Archives de Pédiatrie*, 14(8), 1045-1049. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2007.03.010>
  50. Karila, C., Luc, C., & Dubus, J. C. (2004). L' enfant asthmatique en milieu scolaire : difficultés rencontrées, solutions envisagées... *ARCHIVES DE PEDIATRIE*, 11, S120-S123. doi: [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(04\)90012-7](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(04)90012-7)
  51. Kernen, P., Steveling-Klein, E. H., Saccilotto, R. T., Raatz, H., Briel, M., Koller, M. T., . . . Leuppi, J. D. (2019). The sensitivity and specificity of the mannitol bronchial challenge test to identify asthma in different populations: a systematic review. *Swiss Med Wkly*, 149, w20100. doi: 10.4414/smw.2019.20100
  52. Ketfi, A., Bougrida, M., & Gharnaout, M. (2018). Équations de référence des paramètres de la courbe débit volume de la population de la région d'Alger. *REVUE ALGERIENNE D'ALLERGOLOGIE*, 3(3), 40-47.
  53. Kim, S.-H., Sohn, K.-H., Kang, S.-Y., Kim, J.-H., Kwon, J.-W., Na, J.-I., . . . Cho, S.-H. (2018). School Absenteeism Associated with Asthma and Allergic Diseases in Korean School-Aged Children. *Pediatric Allergy, Immunology, and Pulmonology*, 31(3), 151-157.
  54. Kippelen, P., & Anderson, S. D. (2013). Pathogenesis of exercise-induced bronchoconstriction. *Immunology and Allergy Clinics*, 33(3), 299-312.
  55. Laaban, J., & Raheison, C. (2007). Pathologies respiratoires liées à l'obésité. *Revue des Maladies Respiratoires*, 24(7), 927-928.
  56. Lopes, W. A., Radominski, R. B., Rosário Filho, N. A., & Leite, N. (2009). Exercise-induced bronchospasm in obese adolescents. *Allergologia et Immunopathologia*, 37(4), 175–179. <https://doi.org/10.1016/j.aller.2009.03.001>

57. Lucas, S. R., & Platts-Mills, T. A. E. (2006). Paediatric asthma and obesity. *Paediatric respiratory reviews*, 7(4), 233-238. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2006.08.001>
58. Lupi-Pégurier. (2012). Valeur informationnelle d'un signe : Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives II. Paramètres mesurant la valeur informationnelle d'un test. 1-6.
59. Marieb, E. (1999). *Anatomie et physiologie humaine*: Do boeck.
60. Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2013). *Human Anatomy & Physiology*. United States of America: Pearson Education.
61. Mashalane, M., Stewart, A., Feldman, C., Becker, P., & De Charmoy, S. (2006). Prevalence of exercise-induced bronchospasm in Thokoza schoolchildren. *South African Medical Journal*, 96(1), 67-70.
62. Matecki, S., Paruit, C., Chaussain, M., Ramonatxo, M., & Denjean, A. (2001). Indications et réalisation pratique des épreuves d'exercice chez l'enfant. *Revue des maladies respiratoires*, 18(5), 491-498.
63. McClelland, Q. Y. L., Avalos, M. I., & Reznik, M. (2019). Asthma management in New York City schools: A physical education teacher perspective. *Journal of Asthma*, 56(4), 422-430.
64. Mercier, J., Varray, A., Ramonatxo, M., Mercier, B., & Prefaut, C. (1991). Influence of anthropometric characteristics on changes in maximal exercise ventilation and breathing pattern during growth in boys. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 63(3-4), 235-241. doi: 10.1007/bf00233854
65. Milgrom, H., & Taussig, L. M. (1999). Keeping Children With Exercise-induced Asthma Active. *Pediatrics*, 104(3), e38-e38. doi: 10.1542/peds.104.3.e38
66. Miller, M. R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgo, F., Casaburi, R., Coates, A., . . . Wanger, J. (2007). Standardisation de la spirométrie. *Revue des Maladies Respiratoires*, 24(3, Part 2), 27-49. doi: [https://doi.org/10.1016/S0761-8425\(07\)91117-1](https://doi.org/10.1016/S0761-8425(07)91117-1)
67. Millward, D. T., Tanner, L. G., & Brown, M. A. (2010). Treatment options for the management of exercise-induced asthma and bronchoconstriction. *Phys Sportsmed*, 38(4), 74-80. doi: 10.3810/psm.2010.12.1828
68. Morse, M., Schlutz, F. W., & Cassels, D. E. (1949). Relation of age to physiological responses of the older boy (10-17 years) to exercise. *Journal of applied physiology*, 1(10), 683-709.
69. Naman, J., Press, V. G., Vaughn, D., Hull, A., Erwin, K., & Volerman, A. (2018). Student perspectives on asthma management in schools: a mixed-methods study examining experiences, facilitators, and barriers to care. *Journal of Asthma*, 1-12. doi: 10.1080/02770903.2018.1534968
70. Narayanan, M., Owers-Bradley, J., Beardsmore, C. S., Mada, M., Ball, I., Garipov, R., . . . Silverman, M. (2012). Alveolarization continues during childhood and adolescence: new evidence from helium-3 magnetic resonance. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 185(2), 186-191. doi: 10.1164/rccm.201107-1348OC
71. Nendaz, M. R., & Perrier, A. (2004). Sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et valeur prédictive négative d'un test diagnostique. *Revue Des Maladies Respiratoires*, 21(2), 390-393. [https://doi.org/10.1016/s0761-8425\(04\)71300-5](https://doi.org/10.1016/s0761-8425(04)71300-5)
72. Onazi, S. O., Orogade, A. A., & Yakubu, A. M. (2012). Exercise-induced bronchospasm among school children in Gusau, Nigeria. *West Afr J Med*, 31(2), 76-80.
73. Pinet, C. (2004). Propriétés mécaniques et fonctionnelles de la cage thoracique. *Revue des Maladies Respiratoires*, 21(3, Part 1), 652-655. doi: [https://doi.org/10.1016/S0761-8425\(04\)71375-3](https://doi.org/10.1016/S0761-8425(04)71375-3)
74. Prioux, J., Matecki, S., Amsallern, F., Denjean, A., Ramonatxo, M., & Physiologie, E. F. R. p. G. o. t. S. d. (2003). Ventilatory response to maximal exercise in the normal child. *REVUE DES MALADIES RESPIRATOIRES*, 20, 904-911.

75. Quanjer, P. H., Borsboom, G. J. J. M., Brunekreef, B., Zach, M., Forche, G., Cotes, J. E., . . . Paoletti, P. (1995). Spirometric reference values for white European children and adolescents: Polgar revisited. *Pediatric Pulmonology*, *19*(2), 135-142. doi: 10.1002/ppul.1950190209
76. Randolph, C. (2008). Exercise-induced bronchospasm in children. *Clinical reviews in allergy & immunology*, *34*(2), 205-216.
77. Randolph, C. (2013). Pediatric exercise-induced bronchoconstriction: contemporary developments in epidemiology, pathogenesis, presentation, diagnosis, and therapy. *Curr Allergy Asthma Rep*, *13*(6), 662-671. doi: 10.1007/s11882-013-0380-x
78. Rapino, D., Pietroconsilvio, N., Scaparrotta, A., Cingolani, A., Attanasi, M., Pillo, S. Di, Verini, M., & Chiarelli, F. (2011). Relationship between exercise-induced bronchospasm (EIB) and asthma control test (ACT) in asthmatic children. *Journal of Asthma*, *48*(10), 1081–1084. <https://doi.org/10.3109/02770903.2011.631242>
79. Raux, M., Fiamma, M. N., Similowski, T., & Straus, C. (2007). Contrôle de la ventilation : physiologie et exploration en réanimation. *Réanimation*, *16*(6), 511-520. doi: <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2007.09.008>
80. Reinhard-Groebli, F., & Nicod, L. (2017). Bronchoconstriction induite par l'effort: épidémiologie, physiopathologie et prise en charge [Exercise-induced bronchoconstriction: epidemiology, physiopathology and management]. *Revue médicale suisse*, *13*(583), 1985-1989.
81. Réthoret-Lacatis, C., & Janssens, J.-P. (2008). Obésité et pathologie respiratoire. *Rev Med Suisse*, *4*, 2512-2517.
82. Ripabelli, G., Tamburro, M., Sammarco, M. L., de Laurentiis, G., & Bianco, A. (2013). Asthma prevalence and risk factors among children and adolescents living around an industrial area: a cross-sectional study. *BMC public health*, *13*(1), 1038.
83. Roncada, C., de Oliveira, S. G., Cidade, S. F., Rafael, J. G., Ojeda, B. S., dos Santos, B. R. L., . . . Pitrez, P. M. (2016). Asthma treatment in children and adolescents in an urban area in southern Brazil: Popular myths and features. *J. Bras. Pneumol. Jornal Brasileiro de Pneumologia*, *42*(2), 136-142.
84. Rowland, T. W., & Cunningham, L. N. (1997). Development of ventilatory responses to exercise in normal white children. A longitudinal study. *Chest*, *111*(2), 327-332. doi: 10.1378/chest.111.2.327
85. Rowland, T. W., Pradel, S., & Poortmans, J. R. (2010). *Physiologie de l'exercice chez l'enfant*: De Boeck Supérieur.
86. Salo, P. M., Sever, M. L., & Zeldin, D. C. (2009). Indoor allergens in school and day care environments. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *124*(2), 185-192.e189. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2009.05.012>
87. Sandsund, M., Thomassen, M., Reinertsen, R. E., & Steinshamn, S. (2011). Exercise-induced asthma in adolescents: Challenges for physical education teachers. *Chronic Respiratory Disease*, *8*(3), 171–179. <https://doi.org/10.1177/1479972310397676>.
88. Sanguinetti, C. M. (2011). When to perform a bronchial challenge with mannitol? *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, *6*(2), 76. doi: 10.1186/2049-6958-6-2-76
89. Saubade, M., Chiari, M., Guinchard, A., & Rochat, I. (2019). Exercise induced dyspnea in adolescents. *Revue médicale suisse*, *15*(657), 1310-1317.
90. Sood, A. (2011). Sex differences: implications for the obesity-asthma association. *Exerc Sport Sci Rev*, *39*(1), 48-56. doi: 10.1097/JES.0b013e318201f0c4
91. Stelmach, I., Cichalewski, Ł., Majak, P., Smejda, K., Podlecka, D., Jerzyńska, J., & Stelmach, W. (2016). School environmental factors are predictive for exercise-induced symptoms in children. *Respiratory Medicine*, *112*, 25-30.

92. Stensrud, T. (2010). Obtaining additional information by using exercise testing in the laboratory in the diagnosis of asthma. *Breathe*, 7(1), 44-51. doi: 10.1183/18106838.0701.044
93. Stickland, M. K., Rowe, B. H., Spooner, C. H., Vandermeer, B., & Dryden, D. M. (2012). Effect of warm-up exercise on exercise-induced bronchoconstriction. *Med Sci Sports Exerc*, 44(3), 383-391. doi: 10.1249/MSS.0b013e31822fb73a
94. Tan, R. A., & Spector, S. L. (2002). Exercise-induced asthma: diagnosis and management. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 89(3), 226-236.
95. Teng, Y. K., Huang, J. L., Yeh, K. W., Fu, L. S., Lin, C. H., Ma, W. F., . . . Chiang, L. C. (2014). Influential factors of insufficient physical activity among adolescents with asthma in Taiwan. *PLoS One*, 9(12), e116417. doi: 10.1371/journal.pone.0116417
96. Tranter, D. C. (2005). Indoor allergens in settled school dust: a review of findings and significant factors. *Clinical & Experimental Allergy*, 35(2), 126-136. doi: 10.1111/j.1365-2222.2005.02149.x
97. Uchino, A., Fujiya, H., Yui, N., Tateishi, K., Yatabe, K., Terawaki, F., . . . Musha, H. (2017). Prevalence of Exercise-induced Bronchoconstriction in Japanese Medical Students. *Journal of St. Marianna University*, 8(1), 1-8. doi: 10.17264/stmarieng.8.1
98. van Leeuwen, J. C., Driessen, J. M. M., Kersten, E. T. G., & Thio, B. J. (2013). Assessment of Exercise-Induced Bronchoconstriction in Adolescents and Young Children. *Immunology and Allergy Clinics*, 33(3), 381-394. doi: 10.1016/j.iac.2013.02.007
99. Vanderloo, L. M., Di Cristofaro, N. A., Proudfoot, N. A., Tucker, P., & Timmons, B. W. (2016). Comparing the Actical and ActiGraph Approach to Measuring Young Children's Physical Activity Levels and Sedentary Time. *Pediatr Exerc Sci*, 28(1), 133-142. doi: 10.1123/pes.2014-0218
100. Varela, A. L.-S., Esteban, S. R., Díaz, S. P., Murúa, J. K., Fernández-Oliva, C. R. R., Jiménez, J. S., . . . Group, o. b. o. t. E. I. (2016). Knowledge of asthma in school teachers in nine Spanish cities. *Pediatric Pulmonology*, 51(7), 678-687. doi: 10.1002/ppul.23363
101. Vaucelle, A., Lecoq, A., Friemel, F., & Courteix, D. (2003). Répercussion de l'asthme induit par l'exercice sur la performance aérobie de l'enfant. *Science & sports*, 18(3), 158-160.
102. Vilozni, D., Bentur, L., Efrati, O., Barak, A., Szeinberg, A., Shoseyov, D., . . . Augarten, A. (2007). Exercise Challenge Test in 3- to 6-Year-Old Asthmatic Children. *Chest*, 132(2), 497-503. doi: <https://doi.org/10.1378/chest.07-0052>
103. Vinet, A., Nottin, S., Lecoq, A., & Obert, P. (2002). Cardiovascular responses to progressive cycle exercise in healthy children and adults. *International journal of sports medicine*, 23(04), 242-246.
104. Voisin, C., Sardella, A., Marcucci, F., & Bernard, A. (2010). Infant swimming in chlorinated pools and the risks of bronchiolitis, asthma and allergy. *European Respiratory Journal*, 36(1), 41-47. doi: 10.1183/09031936.00118009
105. Wanger, J., Clausen, J. L., Coates, A., Pedersen, O. F., Brusasco, V., Burgos, F., . . . Viegi, G. (2007). Standardisation de la mesure des volumes pulmonaires. *Revue des Maladies Respiratoires*, 24(3, Part 2), 51-64. doi: [https://doi.org/10.1016/S0761-8425\(07\)91118-3](https://doi.org/10.1016/S0761-8425(07)91118-3)
104. Warner, J. O., Naspitz, C. K., & Cropp, G. J. A. (1998). Third International Pediatric Consensus statement on the management of childhood asthma. *Pediatric Pulmonology*, 25(1), 1-17. doi: 10.1002/(sici)1099-0496(199801)25:1<1::aid-ppul1>3.0.co;2-s
106. Weiler, J. M., Bonini, S., Coifman, R., Craig, T., Delgado, L., Capão-Filipe, M., . . . Storms, W. (2007). American Academy of Allergy, Asthma & Immunology Work Group Report: Exercise-induced asthma. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 119(6), 1349-1358. doi: 10.1016/j.jaci.2007.02.041

107. Weiler, J. M., Brannan, J. D., Randolph, C. C., Hallstrand, T. S., Parsons, J., Silvers, W., . . . Blessing-Moore, J. (2016). Exercise-induced bronchoconstriction update—2016. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 138(5), 1292-1295. e1236.
108. Weiss, P. (2011). Exercise-Induced Bronchoconstriction in Children and Adolescents. *Journal of Asthma & Allergy Educators*, 2(5), 246-252. doi: 10.1177/2150129711415406
109. Weiss, P., & Rundell, K. W. (2009). Imitators of exercise-induced bronchoconstriction. *Allergy, asthma, and clinical immunology : official journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology*, 5(1), 7-7. doi: 10.1186/1710-1492-5-7
110. Williams, B., Powell, A., Hoskins, G., & Neville, R. (2008). Exploring and explaining low participation in physical activity among children and young people with asthma: a review. *BMC Family Practice*, 9(1), 40. doi: 10.1186/1471-2296-9-40
111. Wright, A., Lavoie, K. L., Jacob, A., Rizk, A., & Bacon, S. L. (2010). Effect of body mass index on self-reported exercise-triggered asthma. *Physician and Sportsmedicine*, 38(4), 61–66. <https://doi.org/10.3810/psm.2010.12.1826>
112. Yu, C. C. W., McManus, A. M., Li, A. M., Sung, R. Y. T., & Armstrong, N. (2010). Cardiopulmonary exercise testing in children. *Hong Kong Journal of Paediatrics*(1), 35.

#### Thèses :

113. Ammor, H. (2007). L'asthme d'effort chez les écoliers de Fès. MD, CHU Hassen II, Maroc. Retrieved from [scolarite.fmp-usmba.ac.ma](http://scolarite.fmp-usmba.ac.ma) > cdim > mediatheque > memoires > e\_memoires (2590).
114. BENARAB-BOUCHERIT, Y. (2010). Apport du débit mètre de point et de l'épreuve d'effort dans le dépistage de l'asthme d'effort chez l'enfant scolarisé de la ville de Annaba. Doctorat, Université Badji-Moukhtar Annaba, Algeria.
115. BOREL, B. (2009). Etudes des réponses et stratégies ventilatoires en fonction de la modalité d'exercice chez des enfants prépubères sains et des enfants prépubères atteints de mucoviscidose. Phd Pdf, Université de Lille2 Droit - Santé, France. Retrieved from, [https://www.researchgate.net/publication/48908063\\_Etudes\\_de\\_s\\_reponses\\_et\\_strategies\\_ventilatoires\\_en\\_fonction\\_de\\_la\\_modalite\\_d%27exercice\\_chez\\_des\\_enfants\\_prepuberes\\_sains\\_et\\_des\\_enfants\\_prepuberes\\_atteints\\_de\\_mucoviscidose](https://www.researchgate.net/publication/48908063_Etudes_de_s_reponses_et_strategies_ventilatoires_en_fonction_de_la_modalite_d%27exercice_chez_des_enfants_prepuberes_sains_et_des_enfants_prepuberes_atteints_de_mucoviscidose)
116. EL HOUARI, A. (2012). Suivi évolutif d'une cohorte d'écoliers asthmatiques à l'effort de la ville de Fés. MD. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Maroc
117. IDIRI, Y. (2012). Epidémiologie de l'asthme et essai d'évaluation économique de sa prise en charge en milieu Hospitalier: Cas du CHU Frantz Fanon de Bejaia, Magister, Université Abderrahmane Mira de Béjaia, Algérie.
118. KETFI, A. (2016). Valeurs de références spirométriques dans la population de la région d'Alger, MD Pdf, Université d'Alger1, Algérie.
119. Lezreg, M. (2013). Prévalence de l'asthme et de l'asthme d'effort chez les écoliers de la ville d'Oujda ( A propos de 825 cas). Doctorat, Université Sidi Mohhamed Ben Abdellah, Maroc (05913)
120. OULIKINE, A. (2013). Prévalence de l'asthme et de l'asthme d'effort suivi d'une cohorte d'écoliers asthmatiques à l'effort de la ville de Fés. MD, Université Sidi Mohhamed Ben Abdellah, Maroc (054/13).

121. Schaffhauser, S. (2018). Prise en charge de l'asthme du nourrisson en épisode aigu par les medecins généralistes du Bas-Rhin.MD, strasbourg, France.

#### Sites internet :

122. American Lung Association. (2019). Asthma Medication in Schools Retrieved 24/08/2019, from <https://www.lung.org/lung-health-and-diseases/lung-disease-lookup/asthma/living-with-asthma/creating-asthma-friendly-environments/asthma-medication-in-schools.html>
123. Bonnie B. Hudak. (2017). Can Kids and Teens With Asthma Play Sports? Retrieved 25/08/2019, 2019, from <https://kidshealth.org/en/parents/asthma-sports.html>.
124. Chateaux, V. (2005). Perception de l'asthme par les enfants et leurs parents, impact sur la qualité de vie et l'adhérence d'enfants asthmatiques. MD, METZ\_PAUL VERLAINE, France. Retrieved from [https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01777347/document\(098561413\)](https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01777347/document(098561413))
125. Children's Health. (2019). Tips for managing your child's asthma during exercise Retrieved 25/08/2019, 2019, from <https://www.childrens.com/health-wellness/asthma-and-exercise-tips-for-managing-your-childs-asthma-during-physical-activity>
126. Jaramillo, Y., & Reznik, M. (2015) *Do United States' teachers know and adhere to the national guidelines on asthma management in the classroom? A systematic review - PubMed.* (n.d.).retrieved July 20, 2019, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25729770/>
127. GINA. (2019). Guide de poche destiné aux professionnels de santé Révisé en 2016. Global Initiative for Asthma Retrieved 23/04/2019, 2019, from <https://ginasthma.org/wpcontent/uploads/2016/09/WMS-French-Pocket-Guide-GINA-2016.pdf>
128. Hadchouel-duverge, A. (2012). Croissance pulmonaire normale et pathologique : ce qu'on sait aujourd'hui Retrieved 30/12/2019, 2019, from <https://www.realitescardiologiques.com/2012/01/20/croissance-pulmonaire-normale-et-pathologique%E2%80%89ce-quon-sait-aujourd'hui/>
129. Lemonnier, N. (2009). Asthme persistant après inhalation massive de fumée d'incendie: syndrome de Brooks ou RADS : à propos d'un cas. MD, Université Denis Diderot - Paris7, France. Retrieved from [http://www.bichatlarib.com/publications/publications.dmg.php?phase=affichage\\_documents&numero\\_publication=104](http://www.bichatlarib.com/publications/publications.dmg.php?phase=affichage_documents&numero_publication=104)
130. Magnan, A. (2015, 01.03.15). Asthme : Une inflammation chronique des bronches de mieux en mieux contrôlée Retrieved 06/11/2019, 2019, from <https://www.inserm.fr/information-ensante/dossiers-information/asthme>
131. Mihalache, A., & Fitting, J.-W. (2014). L'hyperréactivité bronchique et son importance pour le clinicien Retrieved 05/09/2019, 2019, from <https://www.revmed.ch/RMS/2014/RMS-N-451/L-hyperreactivite-bronchique-et-son-importance-pour-le-clinicien>
132. Nitiema Ignace, J. (2005). Aspects Epidemio-cliniques de l'asthme en milieu scolaire dans la ville de Ouagadougou. MD pdf, OUAGADOUGOU, BURKINA FASO. Retrieved from [www.beep.ird.fr/collect/uouaga/index/assoc/M12640.dir\(049\)](http://www.beep.ird.fr/collect/uouaga/index/assoc/M12640.dir(049))

133. Société Algérienne de Pédiatrie. (2010). Guide sur le diagnostic et la prise en charge de l'asthme de l'enfant Retrieved 24/04/2019, 2019, from [https://sapediatrie-dz.com/.../Guide\\_sur-leDiagnostic-et-la-Prise-en-Charge-de-l\\_Asthme](https://sapediatrie-dz.com/.../Guide_sur-leDiagnostic-et-la-Prise-en-Charge-de-l_Asthme)
134. Spirométrie. (2019). Tests de Spirométrie Retrieved 28/05/2019, 2019
135. Top santé. (2019). IMC enfants Adolescents Retrieved 21/09/2019, 2019, from <https://www.topsante.com/outils/imc-enfant-adolescent>

# Annexes

## Annexe 01

### Valeurs théoriques du DEP (l/min) chez l'enfant et l'adolescent de 6 à 15 ans

Enfants et adolescents non asthmatiques

Taille en cm	Valeur théorique
100	124
105	146
110	169
115	192
120	215
125	237
130	260
135	283
140	306
145	329
150	351
155	374
160	397
165	420
170	442
175	465
180	488

Tiré de : GODFREY et al. Brit J Dis Chest 1970 , 64 : 15-24

## Annexe 02

### QUESTIONNAIRE ISAAC

- 1) ATCD sifflements : OUI/NON
- 2) ATCD sifflements dans les 12 derniers mois : OUI / NON
- 3) ATCD sifflements nocturnes : OUI/NON
- 4) ATCD d'asthme personnel : OUI/NON
- 5) ATCD d'asthmes familiaux : OUI/NON
- 6) Signes d'AIE : OUI/NON
- 7) ATCD rhino conjonctivites : OUI/NON  
Saisonniers, eczéma
- 8) Prise éventuelle de médicaments pour l'asthme : OUI/NON

### Annexe 03

**Prévalence de l'asthme d'effort en milieu scolaire**  
**Questionnaire destiné aux enseignants d'éducation physique et sportive.**

Nous aimerions vous inviter à participer, en tant qu'experts dans le domaine de médecine du sport, dans le processus de validation du contenu de ce questionnaire destiné aux enseignants d'Education physique et sportive afin de les informer de différents symptômes de l'asthme induit par l'exercice, ses mécanismes dans le but de participer à la prévention et l'adaptation de leurs programme d'EPS.

Un très grand merci pour votre participation à ce projet de recherche.  
Je vous prie d'agréer, Madame/Monsieur, l'expression des mes salutations distinguées.

M. Adda oudjedi.

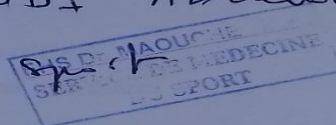
Enseignant – Chercheur en physiologie du sport.

Nom et prénom de l'expert : **GRANDI Abdelouahab**

Grade scientifique : **Rechercheur**

Spécialité : **Medecin du sport**

Remarques :



## Annexe 04

### Prévalence de l'asthme d'effort en milieu scolaire Questionnaire destiné aux enseignants d'éducation physique et sportive.

Nous aimerions vous inviter à participer, en tant qu'experts dans le domaine de médecine du sport, dans le processus de validation du contenu de ce questionnaire destiné aux enseignants d'Éducation physique et sportive afin de les informer de différents symptômes de l'asthme induit par l'exercice, ses mécanismes dans le but de participer à la prévention et l'adaptation de leurs programmes d'EPS.

Un très grand merci pour votre participation à ce projet de recherche.  
Je vous prie d'agréer, Madame/Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

M. Adda oudjedi.

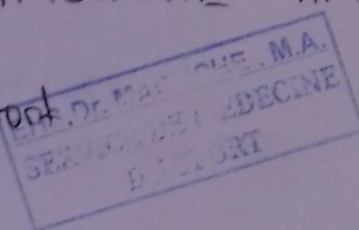
Enseignant – Chercheur en physiologie du sport.

Nom et prénom de l'expert : BENZANOUCHE AMINA

Grade scientifique : Résidente

Spécialité : Médecine Du Sport

Remarques :



## Annexe 05

### Questionnaire destiné aux enseignants d'éducation physique et sportive.

**Age :**

**Diplôme :**

**1- Nombre d'élèves asthmatiques connus dans votre établissement :**

**2- Nombre d'élèves asthmatiques dispensés de cours d'EPS :**

**3- Quelles sont les manifestations de l'asthme que vous connaissez ?**

-Quinte de toux

-Sifflements

-Oppression thoracique

-Autres.....

**4- Quel est le nombre de manifestations à type de sifflement ou de crise d'asthme survenus pendant les cours d'EPS pendant les deux derniers mois ?**

En salle A l'extérieur

**5- Qui vous a informé de leur asthme ?**

-L'élève lui-même.

-Les parents.

- un certificat médical.

-Vous l'avez découvert durant votre cours d'EPS

**6- Acceptez-vous les enfants asthmatiques dans vos cours d'EPS ?**

-Oui Non

-Pourquoi.....

**7- Selon vous, quels sont les facteurs déclenchant d'une crise d'asthme ?**

-L'exposition à des allergènes

- L'infection respiratoire virale

- L'effort physique

- Autres

**8- Pensez vous que la maladie asthmatiques est une contre indication à la pratique de l'exercice physique ?**

Oui

Non

Ne sais pas





## Annexe 07

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التربية الوطنية  
متوسطة خالدي بن علي الردار  
التاريخ: 2018/03/12  
الرقم: 189/م.ت. 2018/1

مديرية التربية لولاية الشلف  
مصلحة التمدريس و الامتحانات  
الرقم: 189/م.ت. 2018/1

مدير التربية  
إلى  
السيد عدة وجدي طالب دكتوراه  
بمعهد التربية البدنية و الرياضية  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

الموضوع: ف/ي طلب ترخيص من أجل إجراء بحث ميداني بالمؤسسات التربوية (طور التعليم المتوسط).

ردا على طلبكم المتضمن ترخيص بإجراء بحث ميداني بالمؤسسات التالية:  
- متوسطة الشهيد زيان دلفي ع/ق - متوسطة أول نوفمبر 1954 - متوسطة خالدي بن علي الردار  
- متوسطة بن سعدي صالح الشارة - متوسطة بشيري عبد القادر .  
يشرفني إعلامكم بموافقتي المبدئية و ذلك بالتنسيق مع مديري المؤسسات المذكورة من أجل تسطير  
رزمة بإشراف أساتذة مادة التربية البدنية مع إحترام التوقيت الرسمي للدراسة.

ملاحظة:  
يجب أن يكون محتوى البحث مسابرا لبرنامج التلاميذ.  
- نسخة موجهة إلى السيد عميد جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
معهد التربية البدنية و الرياضية

مدير التربية

عن مدير التربية لولاية الشلف  
مصلحة التمدريس و الامتحانات  
الرقم: 189/م.ت. 2018/1

مديرية التربية لولاية الشلف - مصلحة التمدريس و الامتحانات  
العنوان: الحي الإداري لولاية الشلف - الهاتف: 027.77.24.73 - الفاكس: 027.77.81.65  
البريد الإلكتروني: chlefde02bm@gmail.com

## Annexe 08

<i>age</i>		<i>poids</i>		<i>taille</i>	
Moyenne	13,10	Moyenne	47,06	Moyenne	1,56
Médiane	13,00	Médiane	44,00	Médiane	1,57
Mode	14,00	Mode	43,00	Mode	1,60
Écart-type	1,44	Écart-type	9,89	Écart-type	0,09
Variance de l'échantillon	2,07	Variance de l'échantillon	97,73	Variance de l'échantillon	0,01
Minimum	11,00	Minimum	30,00	Minimum	1,33
Maximum	16,00	Maximum	71,00	Maximum	1,75
Nombre d'échantillons	86,00	Nombre d'échantillons	86,00	Nombre d'échantillons	86,00

<i>IMC</i>	
Moyenne	19,31
Médiane	18,36
Mode	17,01
Écart-type	3,48
Variance de l'échantillon	12,12
Minimum	14,06
Maximum	29,43
Nombre d'échantillons	86,00

<i>DEPthéo</i>	
Moyenne	377,71
Médiane	383,00
Mode	397,00
Écart-type	42,73
Variance de l'échantillon	1825,76
Minimum	273,00
Maximum	465,00
Nombre d'échantillons	86,00

	<i>IMC</i>	<i>chute dep 5 min</i>
<i>IMC</i>	1	
<i>chute dep 5 min</i>	0,235616989	1

### Annexe 09

<i>DEPrepo</i>		<i>DEP(5min)</i>		<i>chute DEP (5 min)</i>	
Moyenne	361,40	Moyenne	357,21	Moyenne	0,83
Médiane	350,00	Médiane	350,00	Médiane	0,00
Mode	350,00	Mode	300,00	Mode	0,00
Écart-type	73,93	Écart-type	81,71	Écart-type	12,85
Variance de l'échantillon	5466,27	Variance de l'échantillon	6676,83	Variance de l'échantillon	165,11
Minimum	230,00	Minimum	210,00	Minimum	-57,14
Maximum	600,00	Maximum	630,00	Maximum	38,18
Nombre d'échantillons	86,00	Nombre d'échantillons	86,00	Nombre d'échantillons	86,00

<i>DEP(10min)</i>		<i>chute DEP (10 min)</i>	
Moyenne	365,47	Moyenne	-1,25
Médiane	350,00	Médiane	0,00
Mode	350,00	Mode	0,00
Écart-type	82,67	Écart-type	11,25
Variance de l'échantillon	6834,49	Variance de l'échantillon	126,52
Minimum	200,00	Minimum	-42,86
Maximum	650,00	Maximum	29,41
Nombre d'échantillons	86,00	Nombre d'échantillons	86,00

<i>FCrepos</i>		<i>FCmax</i>	
Moyenne	90,14	Moyenne	195,93
Médiane	91,00	Médiane	190,00
Mode	110,00	Mode	170,00
Écart-type	11,41	Écart-type	27,20
Variance de l'échantillon	130,26	Variance de l'échantillon	739,71
Minimum	64,00	Minimum	170,00
Maximum	110,00	Maximum	290,00
Nombre d'échantillons	86,00	Nombre d'échantillons	86,00

## Articles publiés:

### 1. Associations between obesity, asthma and physical activity in children and adolescents.



Apunts Sports Medicine  
Volume 55, Issue 205, January–March 2020, Pages 39–48



Review

## Associations between obesity, asthma and physical activity in children and adolescents

Adda Oudjedi <sup>a, b</sup> ✉, Khelifa Said Aissa <sup>a, b</sup>

[Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.02.003>

[Get rights and content](#)

### Abstract

Obesity and asthma have increased in prevalence dramatically among children and adolescents. There is strong epidemiological evidence of an association between these chronic **morbidities**, suggesting many pathophysiological pathways which may play a role in this association such as **adipokines**, **oxidative stress**, physical activity, **comorbidities** and diet.

### 2. Assessment of the Knowledge About Exercise Induced Asthma Among Middle school Physical Education Teachers in Chlef State, Algeria

**The journal « sports creativity »** Volume: (10) / N°: (02)-(2019), p 206–231

---

Assessment of the Knowledge About Exercise Induced Asthma Among Middle school  
Physical Education Teachers in Chlef State, Algeria.

تقييم معارف أساتذة التربية البدنية والرياضية بخصوص ربو الجهد البدني بالمدارس المتوسطة في ولاية  
الشلف الجزائر.

Adda Oudjedi<sup>1</sup>. Khelifa Said Aissa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abdel Hamid Ibn Badis University. E-mail : [adda.oudjedi.etu@univ-mosta.dz](mailto:adda.oudjedi.etu@univ-mosta.dz)

<sup>2</sup>Abdel Hamid Ibn Badis University. E-mail : [kh.saidaissa@gmail.com](mailto:kh.saidaissa@gmail.com)

**Résumé :**

L'asthme est la maladie chronique la plus fréquente chez l'enfant et l'adolescent et reste sous-diagnostiquée. L'asthme induit par l'exercice correspond à un rétrécissement transitoire des voies aériennes avec limitation des débits aériens et des sifflements expiratoires pendant ou dans les minutes qui suivent l'arrêt d'un exercice physique et si la prévalence de l'asthme est bien connue, celle de l'asthme induit par l'exercice est difficile à évaluer.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la prévalence de l'AIE chez les enfants et adolescents scolarisés de la ville de Chlef.

**Méthode :** Une étude transversale descriptive, 122 enfants et adolescents scolarisés âgés de 10-16 .un questionnaire ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood ), et une epreuve d'effort ( course libre de 6 minute) ont été utilisés avec une evaluation clinique et fonctionnelle avant et prés l'effort physique. En plus, on a utilisé un questionnaire pour evaluer les connaissances des enseignants d'EPS sur l'asthme et l'asthme d'effort.

**Résultats :** 36 élèves ont été exclus du protocole pour de différents raisons (Fonction pulmonaire de repos anormale,Tachycardie,Grippe ,Effort insuffisant..ect). L'épreuve d'effort a permis d'objectiver une prévalences de l'AIE de 10.5%. Dans notre étude, la toux est le sympômes les plus fréquents chez les enfants qui ont un asthme d'effort. De plus, 80% des enseignants d'EPS ont un enfants asthmatiques dans leurs classes, 87.5% n'ont pas les compétences nécessaires afin de faire face aux crises d'asthme et ne savent pas comment aménager leurs programmes d'EPS.

**Conclusion :** Cette étude à permet d'estimer la prévalence de l'asthme et de l'asthme induit par l'exercice chez les enfants et adolescents scolarisés et evaluer les connaissances et les compétences des enseignants d'EPS en face aux urgences et la disponibilité d'un plan d'action pour intégrer l'enfant asthmatiques dans les cours d'EPS.

**Abstract :**

Asthma is the most common chronic disease in children and adolescents and remains under-diagnosed. Exercise-induced asthma is a transient narrowing of the airways with limited airflow and exhalation whistling during or after exercising. In addition, if the prevalence of asthma is well known, the prevalence of exercise-induced asthma is difficult to assess.

The objective of this study is to assess the prevalence of EIA among schoolchildren and adolescents in the city of Chlef.

**Method:** A descriptive cross-sectional study, 122 school children and adolescents aged 10-16, an ISAAC questionnaire (International Study of Asthma and Allergies in Childhood), and field test (6-minute free running test) were used with a clinical and functional evaluation before and after the exercise test. In addition, a questionnaire was used to assess the level of knowledge regarding exercise induced asthma and its management among physical education teachers.

**Results:** 36 pupils were excluded from the protocol for various reasons (abnormal rest lung function, tachycardia, influenza, insufficient effort, ... etc.). The prevalence of EIA was 10.5%. In our study, the cough is the most common symptom in children with exercise-induced asthma. In addition, 80% of physical education teachers have asthmatic children in their classrooms, 87.5% do not have the skills to deal with asthma attacks and do not know how to design their physical education courses programmes.

**Conclusion:** This study estimated the prevalence of asthma and exercise-induced asthma among schoolchildren and adolescents. Moreover, we have assessed the knowledge and skills of Physical education teachers in dealing with emergencies and the availability of an action plan to integrate the asthmatic children in the physical education courses.

## الملخص :

الربو من أكثر الأمراض المزمنة شيوعاً عند الأطفال والمراهقين، بحيث هناك نقص في تشخيصه ويعرف الربو الناتج عن ممارسة التمارين الرياضية أو ربو الجهد البدني بتضييق عابر للمجاري التنفسية مع تدفق محدود للهواء و أزيز يحدث أثناء ممارسة النشاط البدني أو بعده بدقائق وإذا كان انتشار الربو معروفاً، فمن الصعب تقييم الربو الناتج عن ممارسة التمارين الرياضية.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم مدى انتشار ربو الجهد البدني بين الأطفال والمراهقين بولاية الشلف. **الطريقة** ؛ دراسة وصفية مستعرضة تمت على 122 طفل ومراهق متمردين بولاية الشلف ، السن من 10 إلى 16 سنة، بحيث تم تطبيق إستبيان دولي لدراسة إنتشار مرض الربو والمشتق من الدراسة العالمية لدراسة الربو والحساسية و المكيف على البيئة الجزائرية من طرف أخصائيين في الأمراض التنفسية وهذا بالإضافة الى إختبار الجهد البدني و الذي هو عبارة عن إختبار ميداني للجرى لمدة 6 دقائق مع تشخيص إكلينيكي قبل و بعد أداء الإختبار . وقمنا كذلك بتقييم معارف أساتذة التربية البدنية و الرياضية بخصوص ربو الجهد البدني وطرق إدارة ومواجهة نوبات المرض في المدارس المتوسطة. **النتائج**: تم استبعاد 36 طالباً من البروتوكول التجريبي لأسباب مختلفة (وظيفة تنفسية غير طبيعية، تسارع في ضربات القلب ، الإنفلونزا، الجهد البدني غير الكافي...إلخ). أظهرت نتائج إختبار الجهد البدني أن إنتشار مرض ربو الجهد البدني كان بنسبة 10,5% في دراستنا، وكان السعال هو أكثر الأعراض شيوعاً لدى الأطفال الذين يعانون من ربو الجهد البدني. فضلاً عن ذلك ، 80 % من المعلمين لديهم على الأقل طفل مصاب بالربو في حصص التربية البدنية والرياضية، و87,5% منهم لا يتمتعون بالمهارات اللازمة للتعامل مع هجمات الربو ولا يعرفون كيف يكتفون حصص التربية البدنية مع حالات الاطفال المصابين بالربو.

**الخلاصة**: تم تقدير نسبة إنتشار الربو وربو الجهد البدني عند الأطفال والمراهقين المتمردين ، كما تم تقييم معارف ومهارات معلمي التربية البدنية و الرياضية فيما يخص التعامل مع مرضى الربو والتدخل في الحالات الإستعجالية وكذا تكييف برامجهم لهاته الفئة الخاصة.