

UNIVERSITE DE LIMOGES  
FACULTE DE MEDECINE

ANNEE 1998

THESE N° 61

L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE :  
ENQUETE EPIDEMIOLOGIQUE EN MILIEU SCOLAIRE



THESE

Pour le diplôme d'Etat de

DOCTEUR EN MEDECINE

---

Présentée et soutenue publiquement le 20 novembre 1998

PAR

**Monique BONAVENT**

née le 20 octobre 1965 à Perpignan (Pyrénées Orientales)

---

EXAMINATEURS DE LA THESE

Monsieur le Professeur **BONNAUD**

Monsieur le Professeur **BOULESTEIX**

Monsieur le Professeur **VERGNENEGRE**

Monsieur le Docteur **PREUX**

Mademoiselle le Docteur **ANTONINI**

Madame le Docteur **DESBORDES**

Président

Juge

Juge

Juge

Membre invité

Membre invité

UNIVERSITE DE LIMOGES  
FACULTE DE MEDECINE

---

DOYEN DE LA FACULTE:

Monsieur le Professeur PIVA Claude

ASSESEURS:

Monsieur le Professeur VANDROUX Jean-Claude  
Monsieur le Professeur DENIS François

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS:

\* C.S = Chef de Service

ADENIS Jean-Paul * (C.S)	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Jean-Luc (C.S)	CHIRURGIE INFANTILE
ALDIGIER Jean-Claude	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise (C.S)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
BARTHE Dominique	HISTOLOGIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE
BAUDET Jean (C.S)	CLINIQUE OBSTETRICALE ET GYNECOLOGIE
BENSAID Julien (C.S)	CLINIQUE MEDICALE CARDIOLOGIQUE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BONNAUD François (C.S)	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie (C.S)	DERMATOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S)	HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION
BOULESTEIX Jean (C.S)	PEDIATRIE
BOUTROS-TONI Fernand	BIOSTATISTIQUE ET INFORMATIQUE MEDICALE
BRETON Jean-Christian	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
CATANZANO Gilbert	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CHRISTIDES Constantin	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre (C.S)	UROLOGIE
CUBERTAFOND Pierre (C.S)	CLINIQUE DE CHIRURGIE DIGESTIVE
DARDE Marie-Laure (C.S)	PARASITOLOGIE
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel (C.S)	PEDIATRIE
DENIS François (C.S)	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DESCOTTES Bernard (C.S)	ANATOMIE
DUDOGNON Pierre (C.S)	REEDUCATION FONCTIONNELLE
DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DUMAS Michel (C.S)	NEUROLOGIE
DUMONT Daniel	MEDECINE DU TRAVAIL
DUPIUY Jean-Paul (C.S)	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
FEISS Pierre (C.S)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
GAINANT Alain	CHIRURGIE DIGESTIVE
GAROUX Roger (C.S)	PEDOPSYCHIATRIE
GASTINNE Hervé (C.S)	REANIMATION MEDICALE
GAY Roger	REANIMATION MEDICALE
HUGON Jacques (C.S)	HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE-CYTOGENETIQUE
LABROUSSE Claude	REEDUCATION FONCTIONNELLE
LABROUSSE François (C.S)	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
LASKAR Marc (C.S)	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
LAUBIE Bernard (C.S)	ENDOCRINOLOGIE ET MALADIES METABOLIQUES
LEGER Jean-Marie (C.S)	PSYCHIATRIE D'ADULTES
LEROUX-ROBERT Claude (C.S)	NEPHROLOGIE
MABIT Christian	ANATOMIE-CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MENIER Robert (C.S)	PHYSIOLOGIE
MERLE Louis	PHARMACOLOGIE
MOREAU Jean-Jacques (C.S)	NEUROCHIRURGIE
MOULIES Dominique	CHIRURGIE INFANTILE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
PECOUT Claude (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
PERDRISOT Rémy	BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE
PILLEGAND Bernard (C.S)	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE

PIVA Claude (C.S)  
PRALORAN Vincent (C.S)  
RAVON Robert (C.S)  
RIGAUD Michel (C.S)  
ROUSSEAU Jacques (C.S)  
SALLE Jean-Yves  
SAUTEREAU Denis  
SAUVAGE Jean-Pierre (C.S)  
TABASTE Jean-Louis  
TREVES Richard (C.S)  
TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S)  
VALLAT Jean-Michel  
VALLEIX Denis  
VANDROUX Jean-Claude (C.S)  
VERGNENEGRE Alain  
VIDAL Elisabeth (C.S)  
VIGNON Philippe  
WEINBRECK Pierre (C.S)

MEDECINE LEGALE  
HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION  
NEUROCHIRURGIE  
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE  
RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE  
MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION  
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE  
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE  
GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE  
RHUMATOLOGIE  
CANCEROLOGIE  
NEUROLOGIE  
ANATOMIE  
BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE  
EPIDEMIOLOGIE-ECONOMIE DE LA SANTE-PREVENTION  
MEDECINE INTERNE  
REANIMATION MEDICALE  
MALADIES INFECTIEUSES

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS

BUCHON Daniel

3ème CYCLE DE MEDECINE GENERALE

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

**A Salomé,**

Ma fille, mon rayon de soleil.

**A Bruno,**

Qu'il trouve ici le gage de tout mon amour.

**A mes parents,**

Pour l'amour et le soutien que je trouve toujours auprès d'eux.

Pour les sacrifices qu'ils se sont imposés et les encouragements qu'ils m'ont prodigués.

Trouvez ici, le témoignage de ma gratitude et de mon affection.

**A mon grand-père Henri,**

Pour son sens du bonheur.

**A mes soeurs,**

Pour l'amour et la complicité qui nous unis, même à distance.

**A Danette et Jean-Claude,**

Pour leur affection.

**A toute ma famille,**

**A mes amis.**

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur **BONNAUD**

Professeur des Universités de Pneumologie

Médecin des Hôpitaux

Chef de Service

Doyen Honoraire

L'étendue de vos connaissances, votre rigueur intellectuelle, vos qualités pédagogiques et votre humanité ont suscité notre admiration et notre respect.

Nous vous remercions de l'honneur et de la confiance que vous avez bien voulu nous témoigner en acceptant de présider notre jury.

A nos juges,

Monsieur le Professeur **BOULESTEIX**,

Professeur des Universités de Pédiatrie

Médecin des Hôpitaux

Chef de Service

Nous sommes honorés que vous acceptiez de juger ce travail.

Nous rendons hommage à la valeur de votre enseignement.

Veillez trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

Monsieur le Professeur **VERGNENEGRE**,

Professeur des Universités d'Epidémiologie, Economie de la Santé, Prévention

Médecin des Hôpitaux

Chef de Service

Vous avez bien voulu nous confier ce travail et nous conseiller tout au long de sa réalisation.

Votre dynamisme et votre soutien nous ont beaucoup touché.

Avec toute ma gratitude et mon amitié respectueuse.

Monsieur le Docteur **PREUX**,

Maître de Conférences

Praticien Hospitalier dans le service de Biostatistiques et Informatique Médicale

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Vous nous avez permis d'élargir nos connaissances.

Nous vous remercions de la gentillesse et de la bienveillance que vous nous avez témoigné.

Mademoiselle le Docteur **ANTONINI**,

Maître de Conférences

Praticien Hospitalier du service d'Exploration Fonctionnelle Respiratoire

Tu m'as apporté ton aide avec une grande disponibilité.

Ton enthousiasme et tes conseils ont été déterminants dans la réalisation de ce travail.

Trouve ici l'expression de ma reconnaissance et de mon amitié sincère.

Madame le Docteur **DESBORDES**,

Médecin Conseiller Technique à l'Inspection d'Académie de la Haute-Vienne

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de siéger dans notre jury.

Votre rôle a été déterminant dans la mise en place de ce travail.

Veillez trouver ici le témoignage de notre reconnaissance.

A Madame **GOURAUD**,

Infirmière Responsable Départementale  
Conseillère Technique à l'Inspection Académique de la Haute-Vienne

Votre aide nous a été précieuse.  
Soyez-en remercier.

A l'équipe de l'enquête :

Mademoiselle **Caroline DEBROCK**, DES de Santé Publique

Tu as précieusement contribué à ce travail en réalisant l'étude  
statistique.  
Sois assurée de mon amitié.

Monsieur **Franck FAGES**, Docteur en Pharmacie  
Mademoiselle **Céline MENETREY**, DES de Pédiatrie

Je vous remercie pour votre bonne humeur, votre disponibilité et la  
confiance que vous m'avez accordée.

A Monsieur **Dominique PEJOUAN**,

Kinésithérapeute au Service de Pathologie Respiratoire

Pour l'aide que tu m'as apporté et ton sens de l'humour.  
Tes qualités humaines resteront pour moi un exemple.

A Monsieur le Docteur **Michel DRUET CABANAC**,

Médecin Epidémiologiste

Pour tes judicieux conseils.  
Trouve ici le témoignage de mon amitié.

Aux docteurs **Bernadette DAVID**,

**Michel FAURE**,

**Thierry BOELY**,

**François TOURRAINE**,

Vous avez su partager vos connaissances et votre expérience.  
Trouvez dans cette ouvrage le témoignage de notre reconnaissance.

Je dédie également ce travail :

Au personnel du service de Pathologie Respiratoire, pour le plaisir d'avoir travailler ensemble.

Aux secrétaires de l'Unité Fonctionnelle d'Information Médicale, pour leur aide efficace.

Aux laboratoire ASTRA France, et en particulier à Stanilas Julien-Dumonthier.

# **PLAN**

## **INTRODUCTION**

## **PREMIERE PARTIE : ETAT DE LA QUESTION**

### **A - ASPECTS FONDAMENTAUX DE L'ASTHME**

#### **I - DEFINITIONS**

#### **II - CARACTERES ANATOMOPATHOLOGIQUES**

#### **III - PHYSIOPATHOLOGIE**

III - 1 - LE SYSTEME PARASYMPATIQUE

III - 2 - LE SYSTEME SYMPATIQUE

III - 3 - LE SYSTEME NANC

III - 4 - CELLULES REACTIVES ET MEDIATEURS CHIMIQUES

III - 4 - a - Les médiateurs préformés

III - 4 - b - Les médiateurs secondaires

III - 4 - c - Les cytokines ou interleukines

III - 4 - d - Au total

#### **IV - ASPECTS CLINIQUES**

#### **V - ETIOLOGIES**

### **B - L'ASTHME ET LA VIE SCOLAIRE**

#### **I - L'ENVIRONNEMENT SCOLAIRE**

#### **II - PRISE EN CHARGE DE L'ASTHME EN MILIEU SCOLAIRE**

#### **III - REPERCUSSIONS DE L'ASTHME SUR LA VIE SCOLAIRE**

III - 1 - ABSENTEISME SCOLAIRE

III - 2 - RETARD SCOLAIRE

## **C - L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE**

### **I - DEFINITIONS**

### **II - HISTORIQUE**

### **III - PHYSIOPATHOLOGIE**

### **IV - VARIATION DE LA FONCTION PULMONAIRE**

### **V - DIAGNOSTIC**

V - 1 - L'INTERROGATOIRE

V - 2 - LA CLINIQUE

V - 3 - LE DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL

V - 4 - LES FACTEURS INFLUENCANTS

V - 5 - LES TEST DE PROVOCATION

V - 5 - a - Généralités

V - 5 - b - Les épreuves d'effort

α - Indications

β - Contre-indications

γ - Conditions de réalisation

δ - Méthodes

V - 5 - c - L'évaluation de la fonction respiratoire

α - Les méthodes

β - Les résultats

### **VI - TRAITEMENT**

VI - 1 - CHOIX DE L'ACTIVITE SPORTIVE

VI - 2 - LES MESURES NON PHARMACOLOGIQUES

VI - 3 - LE TRAITEMENT PHARMACOLOGIQUE

VI - 3 - a - Fonction pulmonaire de repos normale

VI - 3 - b - Fonction pulmonaire de repos anormale

VI - 3 - c - L'observance chez l'adolescent

VI - 3 - d - L'utilisation des spray

### **VII - EPIDEMIOLOGIE**

## **DEUXIEME PARTIE : L'ENQUETE**

### **A - MATERIEL ET METHODE**

#### **I - LES OBJESTIFS DE L'ENQUETE**

#### **II - LE LIEU DE L'ETUDE**

#### **III - LA PERIODE DE L'ETUDE**

#### **IV - LE TYPE D'ETUDE ET L'ECHANTILLON**

#### **V - LA METHODE UTILISEE**

V - 1 - QUESTIONNAIRE DES ENFANTS

V - 2 - EPREUVE D'EFFORT

V - 3 - INTERROGATOIRE ET EXAMEN CLINIQUE

V - 4 - QUESTIONNAIRE DES PROFESSEURS

V - 5 - QUESTIONNAIRE DES INFIRMIERES SCOLAIRES

#### **VI - POPULATION D'ETUDE**

VI - 1 - CRITERES D'INCLUSION

VI - 2 - CRITERES D'EXCLUSION

#### **VII - DEFINITION DES CAS**

VII - 1 - L'ASTHME

VII - 2 - L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERICE

#### **VIII - DEROULEMENT PRATIQUE DE L'ETUDE**

VIII - 1 - AUTORISATIONS ET PRESENTATION DE L'ETUDE

VIII - 2 - REALISATION PRATIQUE

VIII - 2 - a - Sur le terrain

VIII - 2 - b - Au retour de l'épreuve

#### **IX - ANALYSE STATISTIQUE**

### **B - LES RESULTATS**

#### **I - L'ANALYSE DESCRIPTIVE**

I - 1 - LA DESCRIPTION DE LA POPULATION ETUDIEE

I - 1 - a - Le taux de couverture de l'étude

I - 1 - b - Les caractéristiques individuelles de la population

$\alpha$  - L'âge, le sexe et la taille

$\beta$  - Les antécédents personnels et la prévalence de l'asthme

$\gamma$  - Les traitement de l'asthme

#### I - 2 - L'ANALYSE DE L'EPREUVE D'EFFORT

I - 2 - a - La prévalence de l'asthme induit par l'exercice

I - 2 - b - La sévérité du bronchospasme induit par l'exercice

I - 2 - c - La symptomatologie

I - 2 - d - L'asthme induit par l'exercice et antécédents respiratoires

I - 2 - e - La valeur du questionnaire

I - 2 - f - Les traitements pris avant l'épreuve

I - 2 - g - Les conditions climatiques lors de la course

$\alpha$  - La température

$\beta$  - L'humidité relative ou hygrométrie

I - 2 - h - La prévalence de l'asthme induit par l'exercice par classe

### II - ANALYSE COMPARATIVE

#### II - 1 - ANTECEDENTS ET AIE

II - 1 - a - L'asthme

II - 1 - b - Les sifflements nocturnes

II - 1 - c - Les rhinoconjonctivites saisonnières

II - 1 - d - Les sifflements récents

II - 1 - e - Les symptômes évocateurs d'AIE

II - 1 - f - L'absentéisme

II - 1 - g - Les autre symptômes

#### II - 2 - CONDITIONS ATMOSPHERIQUES

II - 2 - a - La température

II - 2 - b - L'hygrométrie

#### III - 3 - REPARTITION PAR LE SEXE

### III - ANALYSE DU QUESTIONNAIRE INFIRMIER

#### III - 1 - LE VECU DE L'ASTHME

#### III - 2 - LA CONNAISSANCE DE L'ASTHME

### IV - ANALYSE DU QUESTIONNAIRE DES PROFESSEURS

IV - 1 - LE VECU DE L'ASTHME

IV - 2 - LA CONNAISSANCE DE L'ASTHME

## **C - DISCUSSION**

### **I - DISCUSSION DE LA METHODE**

I - 1 - L'ECHANTILLON

I - 2 - L'EPREUVE D'EFFORT

I - 3 - LA MESURE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE

I - 4 - LE QUESTIONNAIRE

### **II - DISCUSSION DES RESULTATS**

II - 1 - PREVALENCE DE L'ASTHME

II - 2 - PREVALENCE DE L'AIE

II - 3 - QUESTIONNAIRES INFIRMIERS ET DES PROFESSEURS

### **III - CONSEQUENCES ET IMPLICATIONS**

III - 1 - LE DEPISTAGE DE L'ASHTME

III - 2 - IMPLICATIONS EN TERME DE SANTE PUBLIQUE

## **CONCLUSION**

## **ANNEXES**

## **BIBLIOGRAPHIE**

## **INTRODUCTION**

\*\*\*\*\*

L'asthme est la pathologie chronique la plus fréquente chez l'enfant, en France. Sa prévalence, dans la population pédiatrique, varie de 1,5 à 23%. De plus, sa morbidité et sa mortalité ne cessent de croître, et cette augmentation atteint essentiellement les sujets de moins de 15 ans.

Il est inévitable que cette pathologie se manifeste en milieu scolaire, où l'enfant passe un tiers de son temps.

Il existe une sous-estimation de l'asthme induit par l'exercice, liée à une mauvaise évaluation, à une méconnaissance des symptômes, de la physiopathologie et des traitements. De plus, la recherche de l'asthme induit par l'exercice, chez les enfants, permet une détection précoce de la maladie asthmatique, pour une meilleure prise en charge ultérieure.

Une enquête épidémiologique a été réalisée en milieu scolaire, auprès des enfants de sixième de la Haute-Vienne.

L'objectif principal de ce travail a été d'estimer la prévalence réelle en population générale, de l'asthme induit par l'exercice.

Les objectifs secondaires, du domaine de la santé publique, ont été la sensibilisation et l'information des professions de santé en milieu scolaire et des enseignants, dans la but d'un meilleur dépistage, d'une meilleure prévention et d'une amélioration de la prise en charge de l'enfant asthmatique.

## **PREMIERE PARTIE**

\*\*\*\*\*

## **ETAT DE LA QUESTION**

## **A - ASPECTS FONDAMENTAUX DE L'ASTHME**

Nous évoquerons la définition de l'asthme, sa traduction anatomopathologique, ses mécanismes physiopathologiques, sa clinique ainsi que ses diverses étiologies.

### **I - DEFINITIONS**

- L'asthme est un syndrome défini par un rétrécissement intermittent des voies aériennes qui se manifeste par une certaine diminution du débit expiratoire que le patient ressent comme une respiration sifflante, une oppression thoracique, une toux, une dyspnée, accompagné d'une inflammation pulmonaire (1).

- On le définit aussi comme une « maladie » inflammatoire des voies aériennes à prédominance distale, se traduisant par une hyperréactivité bronchique (2).

- L'hyperréactivité bronchique (HRB) non spécifique se définit par le fait que certains sujets réagissent par une obstruction bronchique quand ils sont exposés à divers stimuli non allergiques, qui ne causent pas pareille réponse chez les sujets normaux (3). C'est donc une réaction exagérée de type bronchospastique de certains individus lors de l'exposition à des stimuli naturels tels que le froid, l'exercice ou à des agents comme la méthacholine et l'histamine. L'HRB, bien que caractéristique de l'asthmatique, se rencontre dans d'autres situations cliniques telles que les rhinites allergiques, les troubles obstructifs (bronchite chronique), les atteintes pulmonaires interstitielles et après transplantation pulmonaire. La réponse bronchique est modifiée par les facteurs suivants : infections virales respiratoires (éventuellement bactériennes), les polluants, le tabac, le soufre et l'exposition aux allergènes (4).

### **II - CARACTERES ANATOMOPATHOLOGIQUES**

La cible des divers mécanismes physiopathologiques de l'asthme est la bronche qui présente alors les anomalies morphologiques suivantes :

- un spasme des muscles lisses péribronchiques : muscles de Reissesen,
- un oedème du chorion et de la sous-muqueuse,
- une hypersécrétion des cellules à mucus du revêtement épithélial bronchique et des glandes séro-muqueuses du chorion.

### **III - PHYSIOPATHOLOGIE**

Les mécanismes aboutissant au rétrécissement du calibre bronchique sont multiples et leurs intrications font, encore aujourd'hui, l'objet de discussions. Les systèmes suivants interviennent sur le calibre des bronches (5, 6) :

#### **III - 1 - LE SYSTEME PARASYMPATHIQUE**

Il est dit système cholinergique car son médiateur chimique est l'acétylcholine qui au contact des récepteurs cholinergiques membranaires des muscles lisses et des glandes séro-muqueuses, induit une violente contraction. La stimulation du système parasympathique peut être centrale ou locale, par le biais des récepteurs d'irritation (entre les cellules de l'épithélium), d'étirement (au contact des muscles lisses) et des récepteurs J (au niveau de l'interstitium pulmonaire). Ces récepteurs sont stimulés par l'inflammation bactérienne ou virale, les médiateurs chimiques tel que l'histamine ou des toxiques divers ; le parasympathique répond alors par la libération d'acétylcholine : c'est la voie de Nadel. Chez l'asthmatique, on retrouve :

- 1- une hypertonie du parasympathique,
- 2- une hypersensibilité du muscle lisse à l'acétylcholine,
- 3- une réactivité excessive des trois types de récepteurs.

#### **III - 2 - LE SYSTEME SYMPATHIQUE**

Il est dit système adrénergique car son médiateur chimique est la noradrénaline qui au contact des cellules cibles a des effets différents selon les récepteurs stimulés : la stimulation des récepteurs alpha entraîne une bronchoconstriction, celle des bêta 1, une cardio-

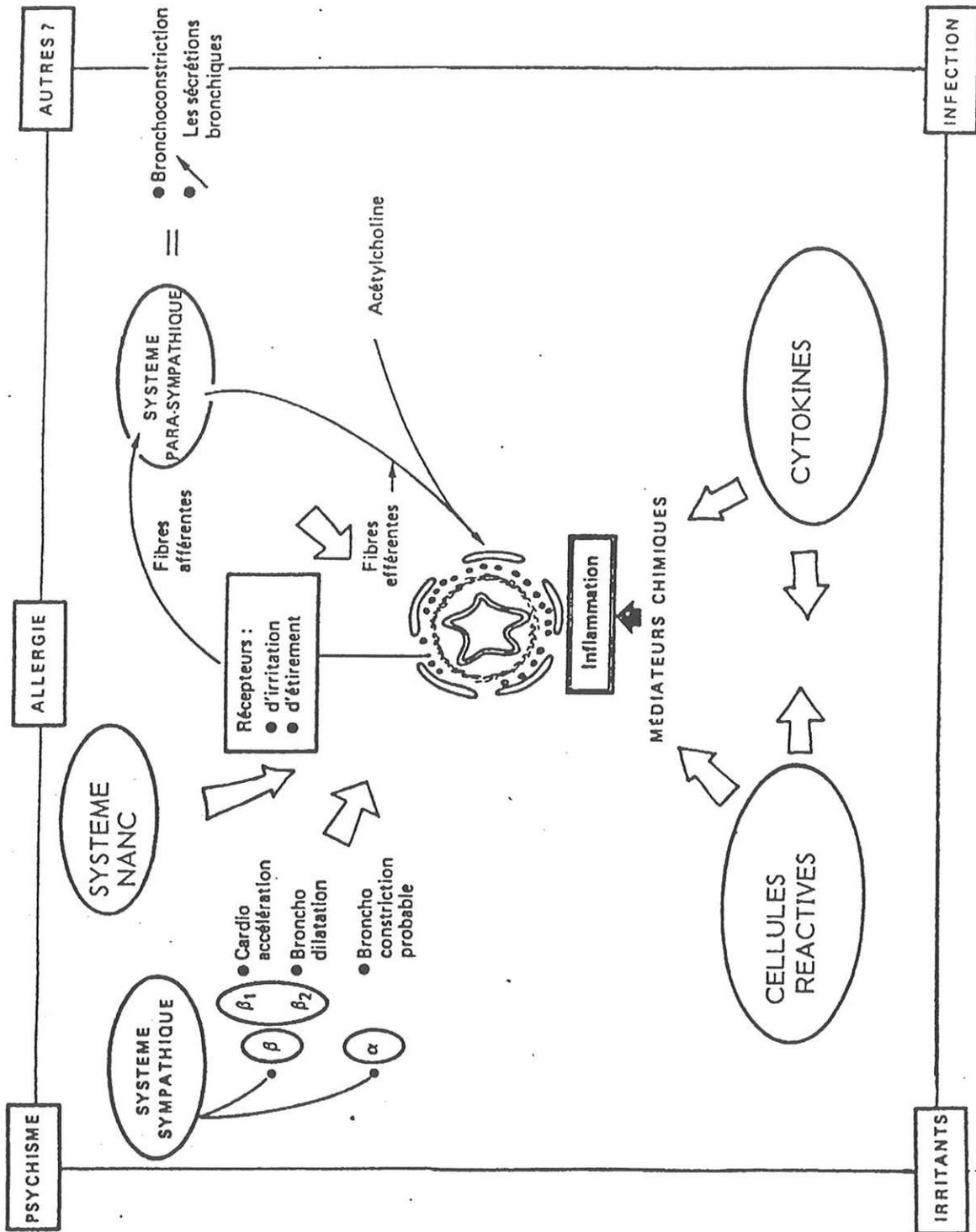


Fig. n° 1 -MECANISME PHYSIOPATHOLOGIQUES DE L'ASTHME  
 (Révision accélérée en Pneumologie, Pr. F. Bonnaud)

accélération et celle des bêta 2, une bronchodilatation qui est dominante chez le sujet normal. Chez l'asthmatique, on note :

1- Une anomalie de fonctionnement des récepteurs bêta adrénergiques : par déséquilibre alpha-bêta (normalement, le fonctionnement bêta est prédominant ; on suppose donc qu'il pourrait exister une perte d'efficacité de ces récepteurs ou un hyperfonctionnement des récepteurs alpha), par une réduction du nombre des récepteurs bêta ou par l'hypothétique transmutation de bêta en alpha.

2- Une défaillance dans la transmission cholinergique synaptique parasympathique de la noradrénaline (il y aurait donc une diminution de modulation du parasympathique par le sympathique).

### III - 3 - LE SYSTEME NANC

C'est le système non adrénergique et non cholinergique. Il est de découverte récente et comprend une composante bronchodilatatrice et une composante bronchoconstrictrice.

- **Le système inhibiteur non adrénergique** : des réflexes d'origine laryngée peuvent entraîner sa mise en fonction. Ce système interviendrait dans la régulation de la sécrétion de mucus. Le vasoactif intestinal peptide ou VIP entraînerait une relaxation des muscles lisses bronchiques. Il a été retrouvé dans le poumon humain sur les terminaisons nerveuses adjacentes aux muscles lisses bronchiques, autour des glandes sous-muqueuses et sur les vaisseaux pulmonaires. Le VIP et autres neuropeptides peuvent être détruits par les enzymes libérées par les cellules de l'inflammation dans l'asthme et cette dégradation favoriserait l'action cholinergique dans le sens d'une réponse bronchospastique exagérée. Au cours d'une attaque d'asthme, la concentration plasmatique du VIP est significativement inférieure à celle des sujets sains. Le système NANC inhibiteur exercerait une modulation de l'effet cholinergique plutôt qu'un effet bronchodilatateur direct.

**Le système bronchoconstricteur non cholinergique** : la substance P, in vitro, est bronchoconstrictrice par effet direct sur les muscles lisses bronchiques. Elle subit, in vivo, une dégradation rapide par les enképhalinases et est incapable de traverser l'épithélium bronchique intact. L'utilisation de la capsaïne, qui vide les terminaisons nerveuses en SP,

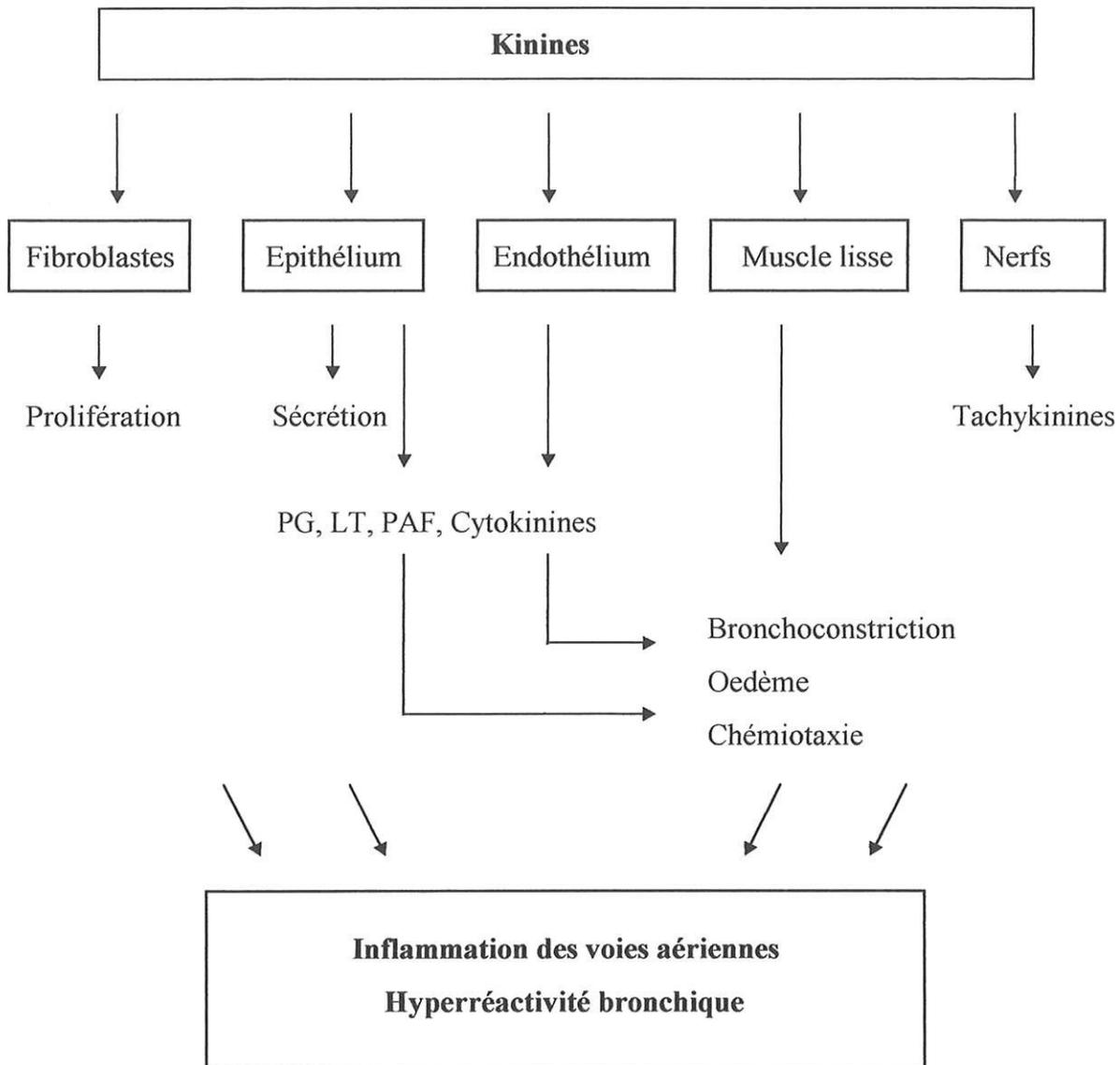


Fig. n° 2 - ROLE DES KININES

PG : prostaglandines

LT : leucotriènes

PAF : Platelet Activating Factor

- induit chez l'homme sain et chez l'asthmatique, une toux et une bronchoconstriction d'intensité équivalente. D'autres tachykinines semblent être importantes pour la régulation du tonus bronchique, en particulier les neurokinines A et B, et leur inhalation in vivo, chez l'asthmatique induit une bronchoconstriction (Fig. n° 2 ). Il faut également citer le neuropeptide Y, le peptide histidine isoleucine et le plus puissant agent bronchoconstricteur qu'est le Calcitonin Gene-Related Peptide : CGRP.

Ces neuropeptides sont libérés aux extrémités des fines fibres nerveuses C dans les suites d'un réflexe d'axone de fonctionnement antidromique.

- **Le concept de réflexe d'axone** : lors de l'activation des cellules inflammatoires, l'histamine et d'autres médiateurs vasoactifs, induisent une augmentation de la perméabilité des cellules épithéliales. L'action des protéines et des radicaux libres de l'oxygène ainsi que l'oedème contribuent à la desquamation épithéliale caractéristique de la bronche asthmatique. Ces lésions permettent une « dénudation » des terminaisons nerveuses sous-jacentes directement exposées aux stimulations des médiateurs libérés dans la lumière bronchique. Sur cet épithélium altéré, les récepteurs locaux sont donc l'objet d'une forte stimulation qui emprunte les fibres C (qui répondent par une bronchoconstriction cholinergique réflexe), puis cette information suit, sans destination centrale, un arc réflexe empruntant une voie antidromique pour une action immédiate locale au niveau vasculaire (perméabilité, oedème), glandulaire (hypersécrétion) et musculaire lisse (contraction) (Fig. n° 3 )

Les anomalies potentielles du système NANC chez l'asthmatique sont :

- 1- Une déficience du NANC inhibiteur.
- 2- Une diminution d'affinité des récepteurs du VIP.
- 3- Une mise en œuvre de réflexes d'axones peptidergiques en réponse à la stimulation inflammatoire.
- 4- Une augmentation de sensibilité des muscles lisses bronchiques aux neuropeptides bronchoconstricteurs.

Ces différents systèmes sont réunis dans la Fig. n° 1.

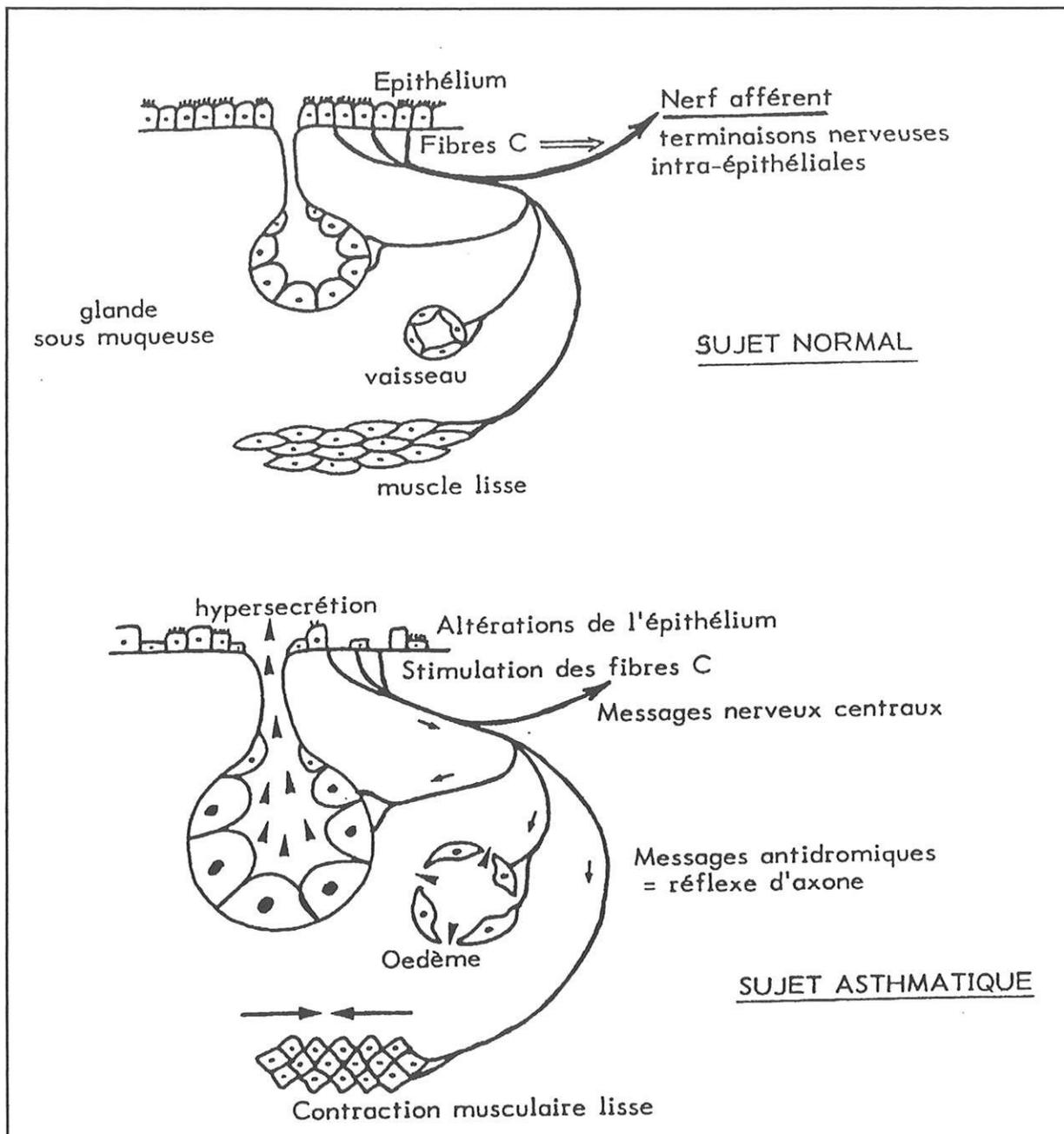


Fig. n° 3 - LE REFLEXE D'AXONE : MESSAGES ANTIDROMIQUES  
 (Révisions accélérées de Pneumologie, Pr. F. Bonnaud)

### III - 4 - CELLULES REACTIVES ET MEDIATEURS CHIMIQUES

Le « phénomène inflammatoire » est considéré comme un élément majeur de l'asthme, contribuant au rétrécissement des voies aériennes. Il est lié à la synthèse et la libération de médiateurs chimiques principalement par le mastocyte et le basophile qui sont les cellules « majeures » de l'hypersensibilité immédiate.

Cependant, d'autres cellules sont aussi à l'origine de ce phénomène, telles que le macrophage alvéolaire, les monocytes, le polynucléaire neutrophile, l'éosinophile, le lymphocyte et les plaquettes.

La synthèse des médiateurs chimiques de l'inflammation est soit permanente pour les médiateurs « préformés », soit déclenchée par l'activation membranaire cellulaire pour les médiateurs « secondaires ».

Cette activation membranaire résulte

- soit d'un processus IgE dépendant : les mastocytes et les basophiles possèdent à leur surface des récepteurs pour les IgE à haute affinité alors que les autres cellules (monocytes, macrophages, plaquettes, polynucléaires neutrophiles et éosinophiles), ont à leur surface des récepteurs à basse affinité,
- soit d'un processus direct comme l'action de substances histaminolibératrices.

Le polynucléaire éosinophile joue un rôle dominant dans le déclenchement du phénomène inflammatoire. L'asthme est parfois défini comme une « bronchite chronique desquamative à éosinophiles ». Les éosinophiles infiltrent de façon quasi constante la muqueuse bronchique, qu'il y ait une composante allergique ou non. Il est attiré sur le site de l'inflammation par le facteur de chimiotactisme des éosinophiles et subit une activation le transformant de normodense en hypodense sous l'action des interleukines 3 et 5 et du GM-CSF (granulocyte macrophage Colony Stimulating Factor). Ce dernier a la propriété d'attirer, d'activer et de prolonger la survie des éosinophiles ; il est davantage synthétisé dans la muqueuse des sujets asthmatiques. Ainsi activé, l'éosinophile libère des protéines cytotoxiques : ECP (Eosinophil Cationic Protein), EPO (peroxydase de l'éosinophile) et MBP (Major Basic Protein) dont le rôle principal est de désorganiser l'épithélium bronchique ; et des médiateurs lipidiques bronchoconstricteurs (LTC<sub>4</sub>, PAF).

### III - 4 - a - Les médiateurs préformés

- L'histamine : sa libération entraîne une augmentation de la perméabilité vasculaire des voies aériennes et donc de l'œdème, une stimulation des glandes séromuqueuses d'où une hypersécrétion de mucus et une contraction des muscles lisses bronchiques. Elle stimule aussi les récepteurs d'irritation d'où la mise en jeu du parasymphatique par la voie de Nadel ce qui accentue le bronchospasme.

- La sérotonine : elle est surtout retrouvée dans les plaquettes sanguine et son rôle est mal connu.

- Le facteur de chimiotactisme des éosinophiles : ECFA. Le taux d'éosinophiles au sein des sécrétions bronchiques de l'asthmatique est fonction du degré de bronchoconstriction et les protéines granulaires qu'ils contiennent, accentuent les lésions inflammatoires, mais faciliteraient la destruction de neuromédiateurs tel que l'histamine.

- Le facteur de chimiotactisme des neutrophiles : NCF. Sa présence serait due à des phénomènes immunologiques ou à des facteurs physiques tels que le froid ou l'exercice. Il appelle les polynucléaires sur le site des lésions où ils sont détruits, libérant ainsi leurs contenus lysosomiaux (enzymes toxiques, ions superoxydes) ce qui aggrave l'inflammation.

Citons également la kallikreine qui intervient dans le métabolisme des kinines, l'héparine, mais de nombreuses enzymes font partie des médiateurs préformés.

### III - 4 - b- Les neuromédiateurs secondaires

- Les dérivés de l'acide arachidonique : les prostaglandines sont les produits de la cyclo-oxygénase et les leucotriènes, de la lipoxygénase (Fig. n° 4 ). Ils agissent au niveau cellulaire. Ils peuvent être bronchodilatateurs ou bronchoconstricteurs, réguler la libération des médiateurs préformés et activer la réponse inflammatoire.

- Le facteur d'activation des plaquettes : PAF est un produit de la phospholipase A2. Outre son action sur l'agrégation plaquettaire, il est considéré comme un puissant bronchoconstricteur.

Leurs propriétés sont regroupées sur le tableau I.

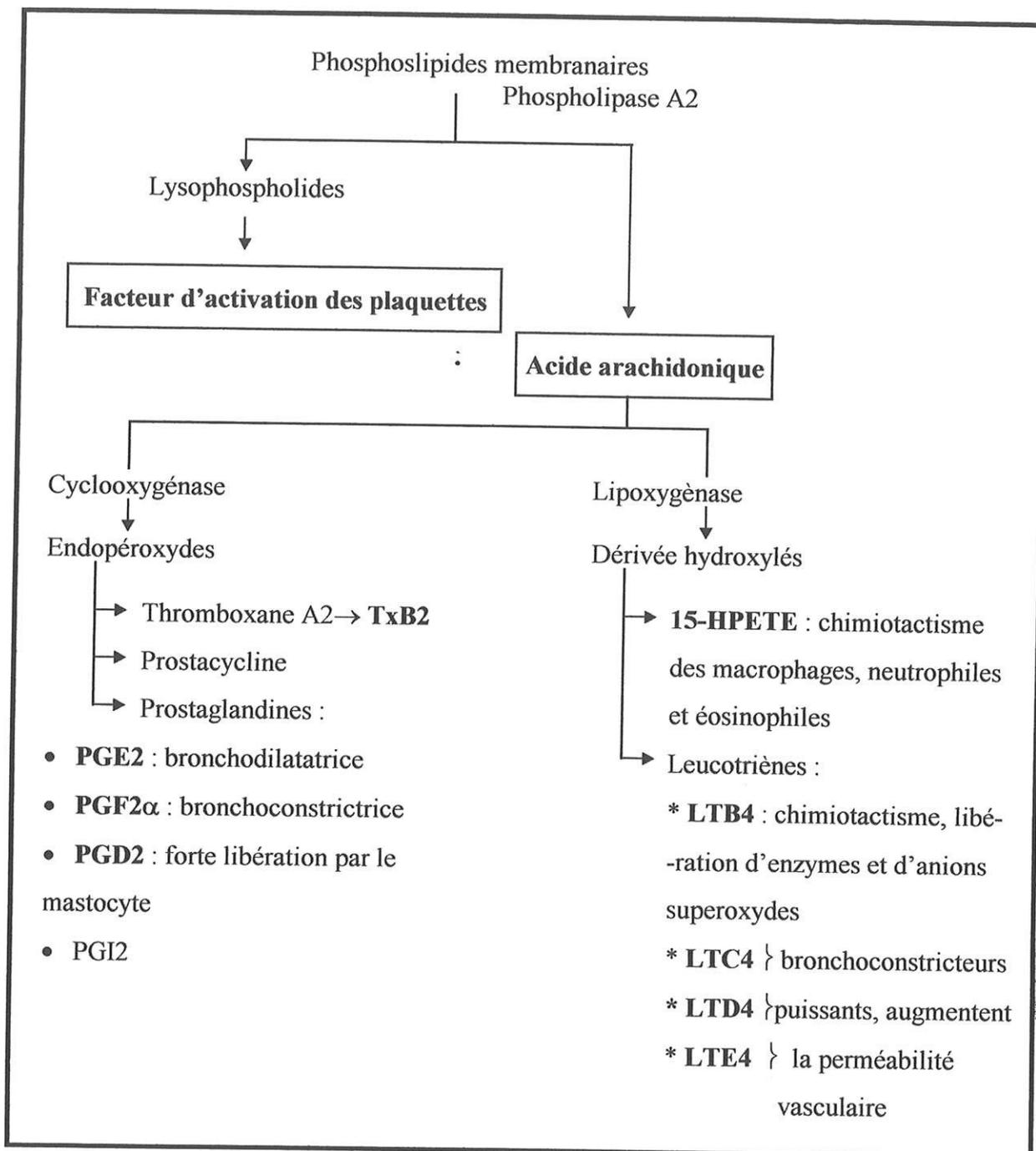


Fig. n° 4 - LES MEDIATEURS NEOFORMES OU SECONDAIRES.

<b>BRONCHOCONSTRICTION</b>	<b>SECRETION BRONCHIQUE</b>
PAF Leucotriènes C4, D4, E4 Prostaglandines D2, F2 $\alpha$ Thromboxane Neurokinine A Histamine Bradykinines Adénosine Substance P Eléments du complément Sérotonine Radicaux libres de l'oxygène	Leucotriènes C4, D4, E4 Substance P Protéases mastocytaires (tryptase) Histamine Prostaglandines D2, F2 $\alpha$ , E2 PAF Bradykinines Neurokinine A Eléments du complément
<b>PERMEABILITE VASCULAIRE</b>	<b>CHIMIOTACTISME</b>
Leucotriènes C4, D4, E4 PAF Bradykinine Substance P Neurokinine A Histamine Eléments du complément Sérotonine Radicaux libres de l'oxygène	Leucotriènes B4 PAF Eléments du complément Histamine Prostaglandines E2
<b>HYPERREACTIVITE BRONCHIQUE</b>	
PAF Prostaglandines D2, F2 $\alpha$ Tromboxane Leucotriènes C4, D4, E4	

Tableau I - EFFETS DES PRINCIPAUX MEDIATEURS CHIMIQUES DANS  
 L'APPARITION DES PHENOMENES INFLAMMATOIRES BRONCHIQUES  
 (Révisions accélérées de Pneumologie, Pr. F. Bonnaud)

### III - 4 - c - Les cytokines ou interleukines

Elles sont définies comme des substances hormones like d'action intercellulaire. Elles sont sécrétées par diverses variétés cellulaires à des taux variables dans le temps et en intensité. Elles assurent un « réseau fonctionnel intercellulaire » d'une grande complexité.

Nous ne citerons que les actions dominantes des cytokines dans la coopération entre les cellules :

- Le lymphocyte T synthétise l'IL3, l'IL5 et le GM-CSF permettant la maturation de l'éosinophile et donc la production de l'IL4 qui assure la production des IgE par le lymphocyte B (l'IL4 permettant la maturation des lymphocytes B), l'activation des neutrophiles et la prolifération des macrophages, basophiles et des fibroblastes.
- Le macrophage alvéolaire exprime les gènes de l'IL3, l'IL4, l'IL5 et du GM-CSF. Chez l'asthmatique, il y a une libération accrue du TNF $\alpha$  (Tumor Necrosis Factor  $\alpha$ ) et de l'IL6.
- Les mastocytes participent aussi à l'inflammation bronchique par la synthèse de nombreuses cytokines : IL3-4-5 et le TNF $\alpha$ .
- La cellule épithéliale bronchique : CEB produit l'IL8 ainsi que le GM-CSF permettant d'activer les neutrophiles.

### III - 4 - d - Au total

La muqueuse bronchique de l'asthmatique subit d'importantes modifications. Ces anomalies sont de type inflammatoire, à la fois lésionnelles : oedème, infiltration de la muqueuses par les diverses variétés cellulaires, desquamation épithéliale, et « reconstructrices » par phénomènes de réparation : pseudo-épaississement de la membrane basale, hypertrophie-hyperplasie glandulaire, des cellules caliciformes et des cellules musculaires lisses avec contraction de ces dernières.

La multiplicité des cellules et des médiateurs chimiques intervenant dans ces réactions explique que les manifestations inflammatoires sont de survenue brutale et d'extinction lente. Les médiateurs assimilés aux préformés ont une action rapide mais relativement brève, alors que les médiateurs synthétisés dans un deuxième temps ou secondaires, induisent des réactions prolongées.

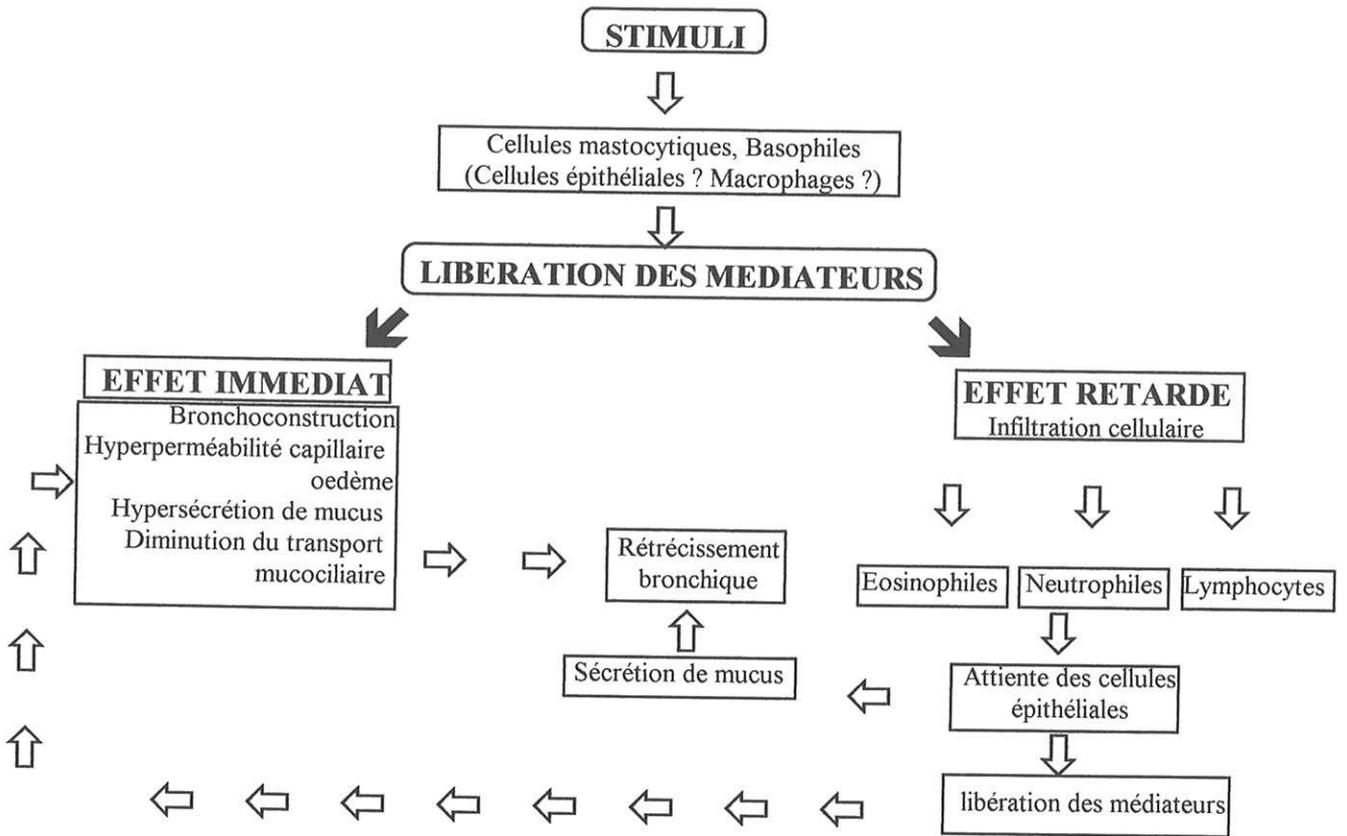


Fig n° 5 : Séquences des phénomènes dont on pense qu'ils produisent l'obstruction bronchique.  
(Réf. : Mac Fadden F.R., « Managing Asthma in the « 80s ». Excerpta Medica 1986)

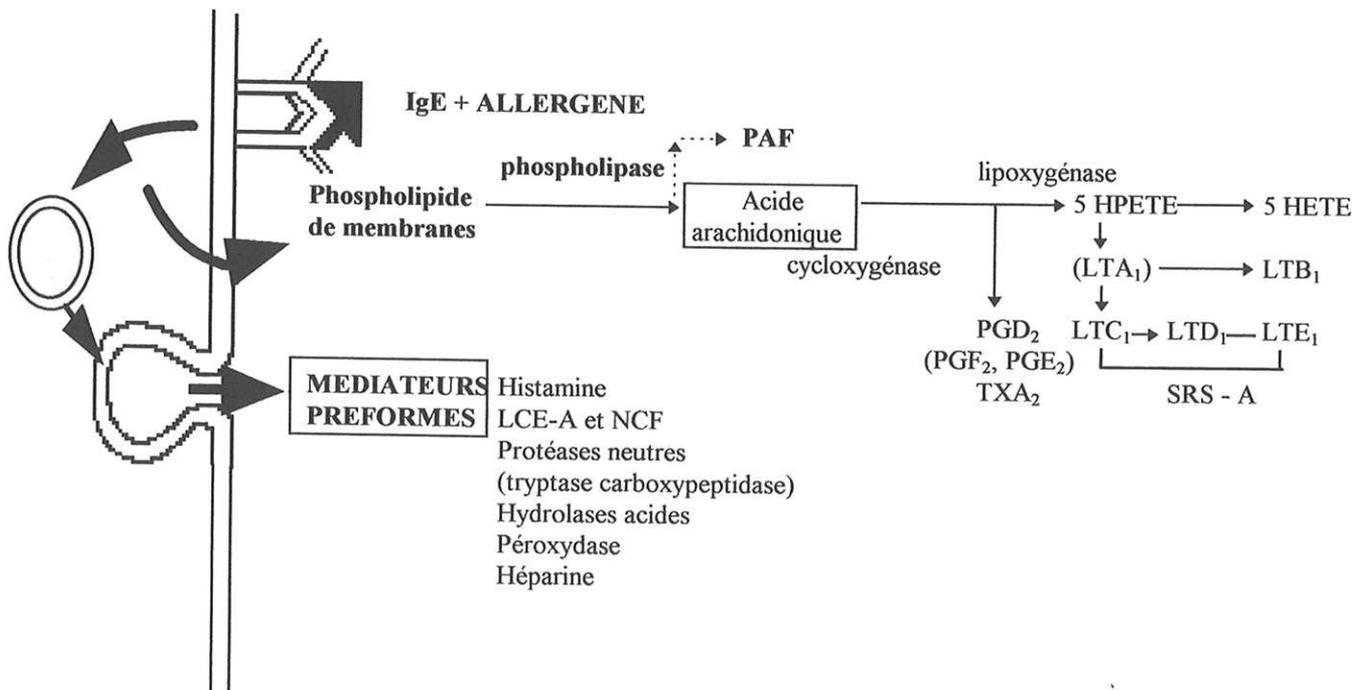


Fig n° 6 : Libération des médiateurs par les cellules mastocytaires après interaction entre Allergène et IgE  
(d'après Kay A.B., European Journal of Respiratory Diseases, 122:9,1982)

C'est ainsi que l'exposition à un allergène d'un sujet sensibilisé, entraîne une réaction immédiate avec apparition d'un bronchospasme « primitif » de survenue rapide, qui peut être partiellement levé, et se prolonge, 4 à 8 heures après, par une réaction tardive ou secondaire directement en relation avec la constitution du mécanisme inflammatoire (Fig. n° 5 et 6).

#### **IV - ASPECTS CLINIQUES**

La crise d'asthme se définit par une bradypnée expiratoire sibilante paroxystique à prédominance vespéro-nocturne, entremêlée de quintes de toux inefficace. Elle peut être précédée de prodromes mais le plus souvent débute d'emblée. Elle s'accompagne d'une pâleur, de sueurs, d'une agitation et d'une tachycardie. L'auscultation met en évidence des sibilants diffus, mais lorsque le spasme s'accroît, les sibilants diminuent d'intensité et une hypoventilation s'installe jusqu'au silence auscultatoire qui signe le passage à l'état de mal asthmatique : insuffisance respiratoire aiguë, grave, parfois mortelle. La fin de la crise est annoncée par la reprise de l'expectoration qui soulage le malade (elle est collante, d'exonération difficile et constitue les crachats perlés de Laënnec) et l'extinction de la sibilance. La fréquence de survenue des crises détermine la gravité de l'asthme, c'est la classification de VIALATE :

- Type I : une crise par trimestre.
- Type II : une crise par mois.
- Type III : une crise par semaine.
- Type IV : une crise quasiment quotidienne.

#### **V - ETIOLOGIES**

Les étiologies de l'asthme sont multiples. Les principales sont regroupées dans la Fig. n° 7. Nous ne ferons que les citer :

- L'asthme allergique : il représente approximativement 30% de toutes les étiologies. Son mécanisme relève essentiellement d'un processus d'hypersensibilité immédiate de type I de la classification de Gell Coombs. Selon l'allergène en cause, on distingue : l'asthme aux acariens, à la poussière, aux poils et aux squames d'animaux, aux moisissures, au pollen, aux graminés, aux allergènes alimentaires, aux médicaments.

- L'asthme professionnel : les divers mécanismes en cause sont allergiques, toxiques ou irritatifs.

- L'asthme infectieux : il existe surtout chez l'enfant où il est plus volontiers appelé bronchite asthmatiforme. Il débute par un épisode infectieux ORL ou bronchique et se poursuit par un bronchospasme. Un asthme allergique sous-jacent est à rechercher.

- L'asthme psychique : un contexte psycho-affectif pathologique est parfois rencontré mais il serait aberrant de prétendre que tout asthme comporte une composante psychique. Les désordres psychiques constatés dans certains cas ne seraient-ils pas la conséquence de l'asthme plutôt que son étiologie ?

- L'asthme d'effort : il est déclenché par un effort violent et soutenu. On ne lui reconnaît aucune composante allergique.

- L'asthme cardiaque : il se voit chez le sujet de plus de 60 ans et est témoin d'une insuffisance ventriculaire gauche.

- L'asthme des vascularites : il s'agit de maladies inflammatoires dégénératives du groupe des connectivites telles que la périarthrite noueuse ou la maladie de Churg et Strauss (angéite granulomateuse).

- L'asthme par reflux gastro-oesophagien : il se manifeste par des crises nocturnes favorisées par le décubitus.

- L'asthme intrinsèque : il est d'apparition tardive, volontiers entre 40 et 60 ans, d'étiologie souvent imprécise, et témoigne d'une forte susceptibilité aux infections bactériennes et virales.

Nombreux sont les asthmes échappants à cette classification et ceux de nature polyétiologique.

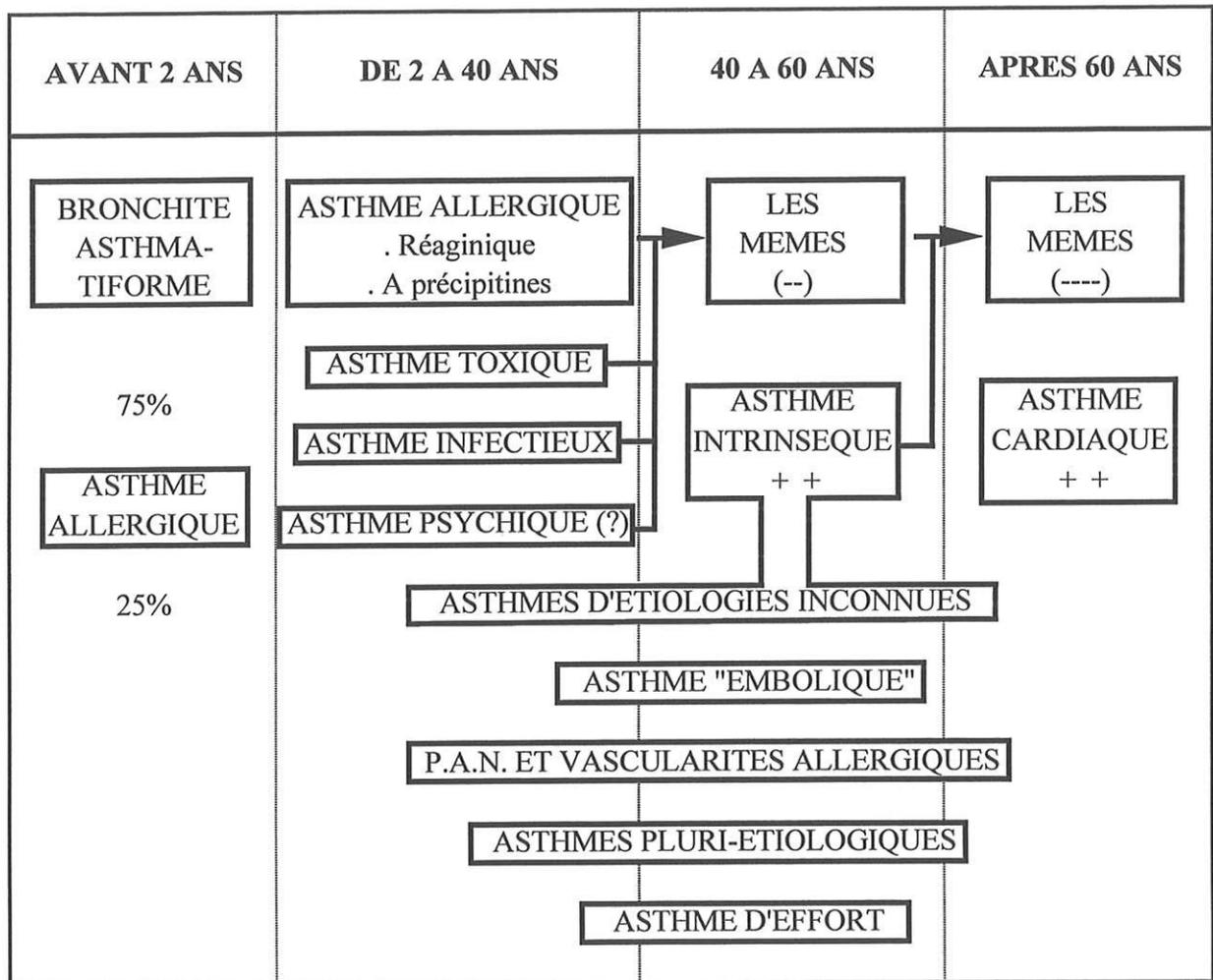


Fig. n° 7 - PRINCIPALES ETIOLOGIES DE LA MALADIE ASTHMATIQUE EN FONCTION DE L'AGE. (Révision accélérée en Pneumologie, Pr. F. Bonnaud)

## **B - L'ASTHME ET LA VIE SCOLAIRE**

L'asthme est la maladie chronique la plus fréquente en pédiatrie (7). Sa prévalence chez l'enfant est en effet relativement élevée, entre 6 à 12%, et en augmentation constante (8). Certains estiment que la fréquence de l'asthme « non diagnostiqué » dans la population d'enfants d'âge scolaire est de 14,3% (8). Il paraît donc inévitable que cette pathologie se manifeste là où l'enfant passe un tiers de son temps, c'est à dire à l'école.

### **I - L'ENVIRONNEMENT SCOLAIRE**

Il est potentiellement asthmogène. En effet, la transmission des infections virales est favorisée par la vie en collectivité. Les allergènes y sont nombreux : certains élèves en contact avec des animaux amènent des poils de chats, de chiens ; la poussière de préau et des gymnases est en général pauvre en acariens mais agit surtout en tant qu'irritant minéral, comme la craie ; les cours de récréation ou l'environnement proche des établissements sont la plupart du temps arborés, les pollens peuvent ainsi majorer une symptomatologie préexistante. A cela, peut s'ajouter la pollution urbaine : l'effet irritant des polluants est un facteur déclenchant, augmentant la fréquence des crises chez l'enfant asthmatique (9, 10). Il est important de souligner que les activités physiques et sportives sont génératrices d'asthme d'effort.

### **II - PRISE EN CHARGE DE L'ASTHME EN MILIEU SCOLAIRE**

Le milieu scolaire est parfois le théâtre de crises graves et dans les années 1988-89, près d'une intervention sur dix du SAMU de Paris pour ce motif, a été effectuée dans les écoles ou les collèges (11). Dans l'étude de J.P. Gachie (12), la moitié des enfants asthmatiques présente une symptomatologie en milieu scolaire (principalement, pendant les cours d'Education Physique et Sportive et ceux de Physique-Chimie), contre 70% dans l'étude de Dubus (7).

De nombreuses études témoignent du manque de connaissance de cette pathologie et de sa prise en charge globale insuffisante (13, 7, 9, 12).

Pourtant la loi d'orientation du 10 juillet 1989 précise « qu'il est essentiel que l'école remplisse au mieux sa mission d'accueil et d'éducation des élèves en difficulté et en particulier des enfants et adolescents atteints de troubles de la santé ».

Les parents et les enseignants (11) ne semblent pas connaître les critères qui doivent déclencher une aide médicale urgente, ce qui engendre un retard regrettable dans la mise en route d'un traitement efficace. De manière générale, l'enseignant se sent démuni devant une crise d'asthme, comme le rapporte l'enquête de Ménardo (13).

L'administration des traitements de l'asthme en milieu scolaire reste problématique, mais la circulaire n° 92-194 du 29 juin 1992 autorise l'enseignant, à la demande de la famille et sur prescription médicale, à distribuer lui même les médicaments des enfants en cours de traitement. Cette circulaire rappelle les termes de l'article 2 de la loi du 5 avril 1937 concernant la responsabilité des enseignants. Elle stipule que « dans tous les cas où la responsabilité des membres de l'enseignement est engagée à la suite ou à l'occasion d'un fait dommageable commis, soit par les enfants ou jeunes gens qui leurs sont confiés en raison de leurs fonctions, soit à ces enfants ou jeunes gens dans les mêmes conditions, la responsabilité de l'état sera substituée à celle des dits membres de l'enseignement qui ne pourront être mis en cause devant les tribunaux civils par la victime ou ses représentants ». Cependant, l'asthme relève généralement d'une auto-prise en charge, ce qui implique la détention par l'enfant asthmatique de son traitement, lequel devrait être normalement entreposé à la pharmacie de l'école ou du collège sous la responsabilité de l'infirmière scolaire. Mais devant le manque évident de ces dernières (16 infirmières scolaires pour le département de la Haute-Vienne), de telles procédures ne peuvent être respectées. La prise de médicaments à l'école est donc souvent source de conflits entre les enfants, les enseignants et les parents. De ce fait, les médecins traitants privilégient les traitements pris à domicile le matin et le soir.

Dans le sens d'une amélioration de la prise en charge, la circulaire n° 93-186 du 26 mars 1993, concernant les enfants atteints de maladies chroniques dont l'asthme fait partie, prévoit un « projet d'accueil personnalisé » qui peut être mis au point dans les cas les plus graves à la demande des parents, par le chef d'établissement, en concertation avec le médecin scolaire, à partir des prescriptions du médecin traitant. Elle prévoit aussi la possibilité de soins d'urgence et des aménagements pédagogiques parfois nécessaires. Un « protocole d'intervention » devrait être signé par le médecin traitant précisant les signes d'appel et les mesures à prendre. Ceci implique une étroite coopération entre enseignants, parents et médecins, en particulier médecins scolaires (ce qui paraît difficilement réalisable vu leur

effectif : 5 médecins scolaires titulaires et 6 médecins vacataires à mi-temps pour 54 300 enfants scolarisés en Haute-Vienne).

Par ailleurs, le personnel enseignant ou paramédical scolaire est rarement prévenu de l'asthme de l'élève par le biais d'un certificat médical (7). Le rôle du médecin traitant est ici délicat du fait que le secret médical appartient au patient et qu'ainsi, la rédaction d'un tel certificat ne s'effectue qu'à la demande des parents. Néanmoins, un certificat d'inaptitude partielle pour le professeur d'éducation physique devrait être systématiquement rédigé, de même que le certificat informant le corps enseignant du traitement (en cas de crise ou préventif) que l'enfant asthmatique est susceptible de prendre dans l'enceinte scolaire.

Mais une prise en charge efficace ne peut exister sans une connaissance satisfaisante sur l'asthme. Menardo (13) relate que 79% des professeurs d'EPS dans son étude, souhaitent une information sur l'asthme. Ceci laisse supposer que l'enseignement qui leur est prodigué comporte des lacunes (du moins pour les plus anciens d'entre eux) et devrait être complété par le biais d'une formation continue.

### **III - REPERCUSSIONS DE L'ASTHME SUR LA VIE SCOLAIRE**

Elle est réelle avec un absentéisme notable et un retard scolaire fréquent (29).

#### **III -1 - ABSENTEISME SCOLAIRE**

Il est la conséquence la plus directe du retentissement de l'asthme sur la fréquentation scolaire. Une étude réalisée à Bordeaux de 1970 à 1973 sur 1.700 élèves de primaire (14) met en évidence que les absences pour trouble respiratoire représentent un quart d'entre elles ; que l'asthme n'est responsable que de 6% des absences d'origine respiratoire sur ces trois années.

L'asthme ne paraît donc pas être une des grandes causes d'absentéisme chez les enfants scolarisés.

Cependant, une enquête concernant les enfants atteints de formes graves (188 enfants asthmatiques hospitalisés dans le service de clinique de Pneumo-Phtisiologie de Bordeaux sur dix ans) (15), montre que 40% d'entre eux ont eu des absences scolaires répétées et que plus

de la moitié des cas les plus graves (les asthmes graves sont définis comme les types III et IV) se caractérisent par l'aspect répété de leur absentéisme.

L'absentéisme en tant que répercussion de la maladie asthmatique est lié à la gravité de cette dernière.

Tessier et al. (16) rapportent que l'absentéisme ne frappe que 10% des asthmatiques et une enquête réalisée à Marseille en 1993, relate un absentéisme scolaire cinq fois plus important dans la population asthmatique (7).

### **III -2- RETARD SCOLAIRE**

Il correspond à une évaluation plus qualitative de l'adaptation de l'enfant asthmatique au milieu scolaire. Les enquêtes citées ci-dessus rapportent qu'indiscutablement l'asthme apparaît comme générateur de retard scolaire pour les enfants hospitalisés ou envoyés en établissements spécialisés (63% de retard scolaire).

Cependant, on reconnaît l'incidence primordiale des facteurs socio-économiques sur la gravité de l'asthme (17). En effet, au sein des familles défavorisées que cette affection chronique éprouve encore, on retrouve fréquemment une mauvaise coopération, un manque de régularité des consultations et le retard scolaire lié à l'absentéisme pour maladie est aggravé, dans ce cas, par les difficultés rencontrées par ces familles pour apporter une aide efficace à l'enfant.

Mais, à classe sociale égale, le retard scolaire est bien fonction de la gravité de l'asthme.

Au total, le retard scolaire ne touche que 6% des asthmatiques (16) et de façon générale, il s'estompe dans les grandes classes (17). Ceci pouvant s'expliquer par le rôle stimulant que joue l'asthme chez certains enfants, de recherche d'adaptation, de compréhension intellectuelle et de réussite. En effet, tous les asthmes sont loin d'avoir des répercussions néfastes sur la vie scolaire. L'enquête bordelaise montre chez les asthmatiques modérément atteints, des résultats scolaires supérieurs à la moyenne, avec en particulier une avance sur le niveau normal dans 6% des cas. Certains parlent même d'un QI exceptionnellement élevé chez 4% des asthmatiques. On ne peut conclure pour autant que l'asthmatique est un « enfant surdoué ».

Nous retiendrons donc que l'asthme grave va conduire, dès le plus jeune âge, un certain nombre d'enfants à démarrer dans la vie avec des chances inégales à celle de la majorité des

enfants de leur âge ; d'où la nécessité d'un dépistage et d'une prise en charge adaptée précoces.

## C - L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE

### I - DEFINITIONS

- L'asthme d'effort ou asthme induit par l'exercice : AIE (exercise-induced asthma : EIA) est défini par un rétrécissement transitoire des voies aériennes, se manifestant par une diminution suffisante du débit expiratoire que le patient ressent de façon inconstante comme une respiration sifflante, une oppression thoracique, une toux, une dyspnée, provoqué par un effort intense. La composante inflammatoire reste discutée (18).

- Le bronchospasme d'effort ou induit par l'exercice : BIE (exercise-induced bronchospasm : EIB) est défini comme le rétrécissement intermittent des voies aériennes, se manifestant par une diminution du débit expiratoire, provoqué par l'exercice (18).

- L'asthme d'effort est aussi défini par l'augmentation transitoire des résistances aériennes à la suite d'un exercice physique intense (2), particulièrement lors de l'exposition à l'air froid et sec.

L'exercice physique est un stimulus indirect de l'HRB, c'est à dire qu'il agit sur les effecteurs post-jonctionnels (muscle lisse bronchique et microcirculation des voies aériennes) par l'intermédiaire de la stimulation locale de cellules libérant des neuromédiateurs (19).

Chez les asthmatiques, l'exercice physique est un stimulus non chimique et non immunologique capable d'induire des épisodes de bronchoconstriction, c'est le facteur déclenchant le plus commun avec les infections virales, trois fois plus que les allergènes (20).

L'asthme d'effort est rencontré chez 90% des asthmatiques mais par opposition, certains patients souffrant d'asthme d'effort ne sont pas porteurs d'asthme chronique. En effet, l'asthme d'effort peut être la seule manifestation d'une hyperréactivité bronchique.

L'asthme induit par l'exercice a des caractéristiques physiologiques différentes de celui induit par les allergènes ou par les infections. De ce fait, le terme d'asthme d'effort paraît inadéquat et certains auteurs lui préfère celui de bronchospasme d'effort ou d'« obstruction des voies aériennes induite par l'exercice ». Cependant l'asthme induit par l'exercice ou AIE reste le terme le plus souvent utilisé dans la littérature.

L'asthme induit par l'exercice étant souvent le premier symptôme d'un asthme, les autres facteurs déclenchants survenant ultérieurement, il est licite devant la présence de ce

symptôme de suspecter un asthme chronique sous-jacent qui devrait être systématiquement recherché.

## II - HISTORIQUE (2, 20)

L'asthme induit par l'exercice fut rapporté très tôt dès le premier siècle avant J-C mais on ne retrouve aucune référence supplémentaire à l'AIE jusqu'au 17<sup>ème</sup> siècle ,avec les travaux de Sir John Floyer dont le raisonnement sur cette affection ne fut pas reconnu durant trois siècles. Ce n'est que dans la deuxième partie de notre siècle que l'hyperventilation et les phénomènes thermodynamiques ont été objectivés comme facteurs étiologiques ,que les diverses altérations de la fonction pulmonaire au cours de l'exercice ont été décrites avec précision et que les premières épreuves de provocation de l'AIE sont apparues.

- 1 siècle après J-C : Arétée met en relation le bronchospasme et l'exercice physique, il observe : « si, lors de la course, de l'exercice de gymnastique ou d'autres travaux la respiration devient difficile, il s'agit d'asthme »

- En 1698, Sir John Floyer, souffrant d'asthme lui même, écrit le « Treatise on Asthma » où il rapporte que « tout exercice violent donne à l'asthmatique le souffle court », il y observe également que l'équitation était moins susceptible de déclencher un asthme d'effort que la marche et cette dernière moins que la danse ; il met en évidence la relation entre l'hyperventilation induite par l'exercice et l'AIE.

- En 1864, Salter reconnaît l'exacerbation de l'AIE par temps froid.

- En 1946, Herxheimer montre que l'hyperventilation est capable d'induire une obstruction bronchique et conclue incorrectement que l'AIE est déclenché par une alcalose respiratoire et une hypocapnie.

- En 1962, Jones réalise un test de provocation de l'AIE par course libre et démontre l'existence d'une bronchodilatation après 1 à 2 minutes de course suivie d'une bronchoconstriction survenant après 6 à 12 minutes d'un effort intense ; il décrit son caractère transitoire et la relie à la libération de catécholamines.

- En 1976, Heimlich introduit le premier le tapis roulant comme test de provocation de l'AIE.

■ En 1985, Lee et Anderson évoquent les phénomènes thermodynamiques et objectivent l'augmentation de la Raw lors de l'exposition au froid.

■ Les décisions du comité olympique : en 1972, un adolescent médaillé d'or de natation est disqualifié pour utilisation de traitement antiasthmatique. De 1984 à 1988, on assiste à un dépistage de masse des athlètes participant aux J.O. ; les résultats sont stupéfiants : 10% des athlètes ont une épreuve d'effort positive dont la moitié en a déjà connaissance. En 1990, le comité international olympique publie la liste des substances autorisées pour le traitement de l'asthme.

### III - PHYSIOPATHOLOGIE

Elle fait l'objet de nombreuses controverses. Son mécanisme n'est pas univoque, et fait intervenir plusieurs facteurs dans la survenue de l'obstruction bronchique.

Cependant, l'hypothèse thermodynamique est généralement retenue et reconnue. Elle s'appuie sur le fait que l'hyperventilation induite par l'exercice, ne pouvant plus être assurée par voie nasale au delà d'une certaine fréquence respiratoire, va entraîner un échange thermique au niveau des voies aériennes pour amener l'air ambiant à des conditions corporelles de température et d'humidité. En effet, l'hyperventilation induite par l'effort intense, accroît les résistances nasales, rendant impossible le passage de l'air inspiré par cette filière. Le nez a un double rôle, d'une part dans la filtration des particules atmosphériques et d'autre part, dans le réchauffement et l'humidification de l'air inspiré. L'hyperventilation lors de l'exercice est donc assurée exclusivement par voie buccale, forçant les voies aériennes inférieures, en l'absence de réchauffement et d'humidification de l'air inspiré par les muqueuses nasales, à fournir eau et chaleur pour « conditionner » l'air ambiant (2, 21).

A l'inspiration, l'air est réchauffé et humidifié jusqu'aux alvéoles, induisant un refroidissement et un assèchement progressif des muqueuses aériennes (20).

A l'expiration, la température et l'humidité de l'air expiré, sont restituées le long de l'arbre bronchique. Ce réchauffement rapide des muqueuses aériennes induit une augmentation de la circulation vasculaire bronchique (20, 22).

Ces échanges thermiques rapides entraînent une évaporation de liquide et une hyperosmolarité au sein des muqueuses respiratoires, provoquant une contraction des muscles

lisses bronchiques par activation du réflexe vagal, ainsi que par dégranulation des mastocytes et libération de leur médiateurs (20).

Certains parlent d'une vasodilatation bronchique qui aurait pour but de lutter contre cette hyperosmolarité, induisant une hyperémie ainsi qu'un oedème des muqueuses et sous-muqueuses, lequel serait directement responsable de l'obstruction bronchique (23).

- **Théorie de la perte de chaleur** : le refroidissement initial de la muqueuse bronchique entraîne une vasoconstriction réflexe, pendant l'effort. A l'arrêt de l'effort, le réchauffement rapide des voies aériennes entraîne une hyperémie réactive et une augmentation de la perméabilité vasculaire produisant un oedème directement responsable du bronchospasme (24, 25).

Plus grande est la différence de température des voies aériennes pendant et après l'effort, plus sévère est l'obstruction. Il a été observé que l'inhalation d'air chaud après l'exercice aggravait le bronchospasme alors que celle d'air froid le diminuait, ce qui confirme cette théorie (26).

Ces effets vasculaires, qui débutent lentement, ont une action plus durable (27).

Cette hyperémie compensatrice et l'oedème pariétal après l'effort, sont supposés être plus importants chez l'asthmatique, du fait de l'existence d'un lit capillaire sous-muqueux hypertrophié et « hyperplastique », le mettant donc dans une situation d'un risque plus élevé de bronchospasme (2, 28). Un autre facteur influençant ce phénomène d'hyperémie chez l'asthmatique, serait le réchauffement des voies aériennes plus rapide chez ce dernier (23).

Mac Fadden (25, 30) réalisa une expérience utilisant une sonde rétro-trachéale, de façon à montrer que le degré de bronchoconstriction, reflété par le VEMS, était directement proportionnel au degré de refroidissement suivi par un réchauffement compensatoire. Deal (31) démontre que la température rétro-trachéale est directement proportionnelle à la chute de VEMS, ceci étant aggravé par l'hyperventilation nécessaire à des efforts importants.

- **Théorie de la perte d'eau** : l'équipe d'Anderson (2, 32) ne put reproduire ce gradient de chaleur établi par Mac Fadden ; cependant, il démontre que l'inhalation d'air saturé d'eau diminue les effets du bronchospasme induit par l'hyperventilation alors que l'inhalation d'un air sec, à une température quelconque, provoque l'augmentation du bronchospasme induit par l'exercice. Dans une étude ultérieure, il met en évidence que l'inhalation d'air chaud (37°) mais SEC était plus bronchospastique que celle d'air froid : il est démontré qu'il n'existe

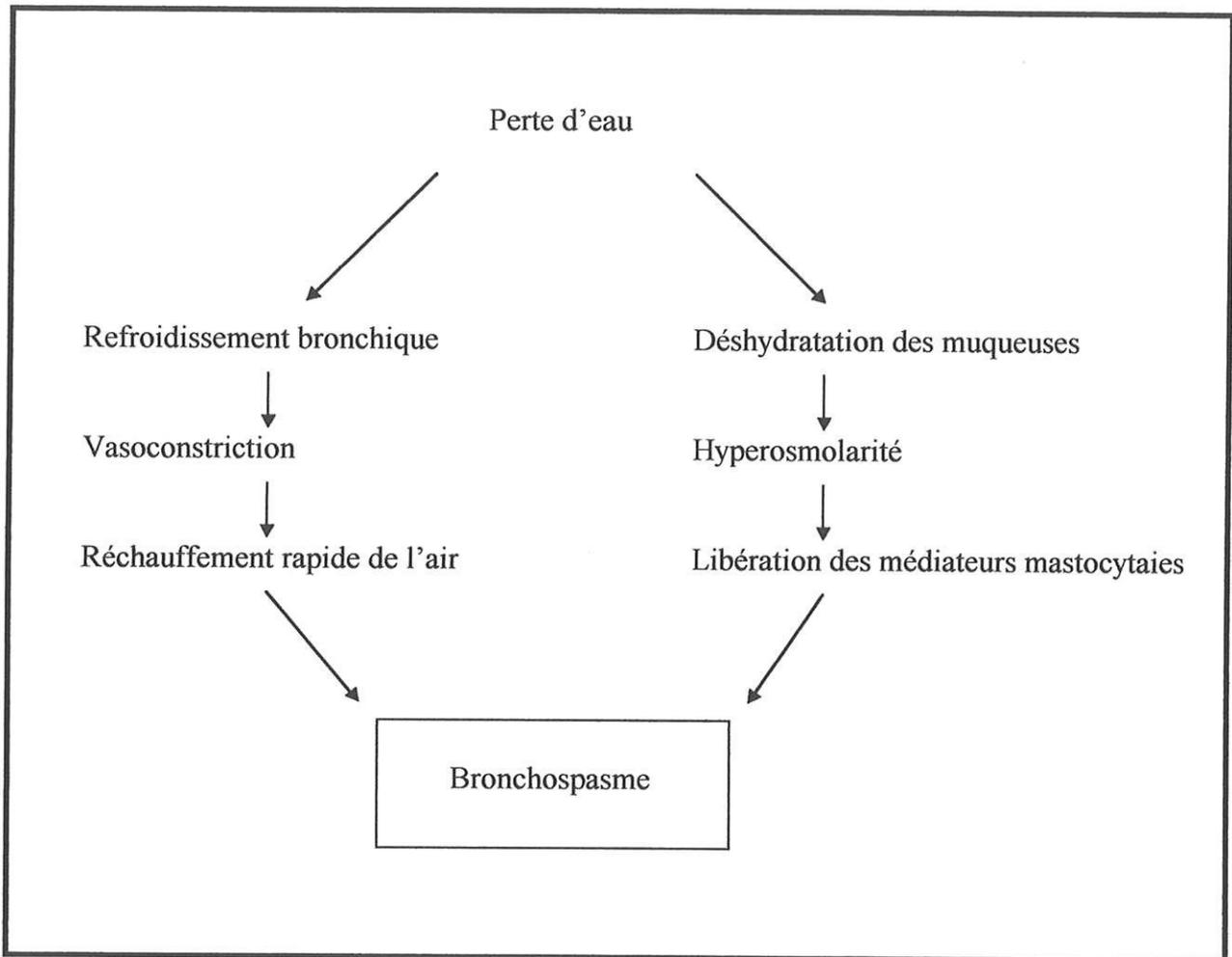


Fig. n° 8 - THEORIE DE LA PERTE D'EAU ET DU RECHAUFFEMENT RAPIDE.

aucune relation significative entre le gradient de température, la perte de chaleur et la réponse bronchique ; mais une relation significative entre la « perte d'eau par évaporation » et la réponse bronchique a été observée.

La déshydratation des voies aériennes, plutôt que leur refroidissement, semble déclencher des réactions en cascade conduisant au bronchospasme (33).

- **Théorie hyperosmolaire** : il a été démontré que l'inhalation de solutés hyperosmolaires induisait une réponse identique à celle de l'AIE (32,18). Une autre approche visait à comparer une épreuve d'hyperosmolarité saline avec une épreuve d'hyperventilation isocapnique (qui a la même valeur qu'une épreuve d'effort chez l'adulte) et montrait qu'elle conduisait au même résultat (2).

Bianco et al. (34) démontrent que l'inhalation de furosemide, diurétique altérant les échanges ioniques et aqueux au sein de la muqueuse bronchique, a un effet dose-dépendant sur l'AIE (35).

- **Dégranulation des mastocytes** : Eggleston et al. ont montré que l'hyperosmolarité environnant les mastocytes stimule la libération de neuromédiateurs tels que l'histamine et autres métabolites de l'acide arachidonique qui provoquent un bronchospasme (36).

Des biopsies bronchiques faites 3 heures après l'effort chez l'asthmatique, ont montré la présence d'un infiltrat mastocytaire (20).

L'histamine a été mise en évidence dans le lavage bronchioalvéolaire et dans la circulation sanguine, mais de façon inconstante (33). Par contre, il n'a pas été mis en évidence d'autres marqueurs de l'inflammation dans le LBA (29, 37).

On a rapporté l'efficacité du MK-571, antagoniste des récepteurs de la leucotriène LTD4 (38) et du Flurbiprofène, puissant inhibiteur de la cyclooxygénase (20), sur le BIE. Mais l'Indométhacine, inhibiteur de la synthèse des prostaglandines, est inefficace sur le bronchospasme après un test d'hyperpnée (39). Mais une enquête plus récente démontre que l'inhalation d'indométhacine 15 min. avant une épreuve d'effort atténue significativement le bronchospasme induit par l'effort (40).

Quelque soit la théorie, il apparaît évident que les médiateurs de l'inflammation jouent un rôle dans la physiopathologie de l'AIE. Les mastocytes et leurs produits paraissent concernés et l'efficacité des stabilisateurs des mastocytes (les cromones) et des antileucotriènes dans la prévention de l'AIE corroborent cette hypothèse.

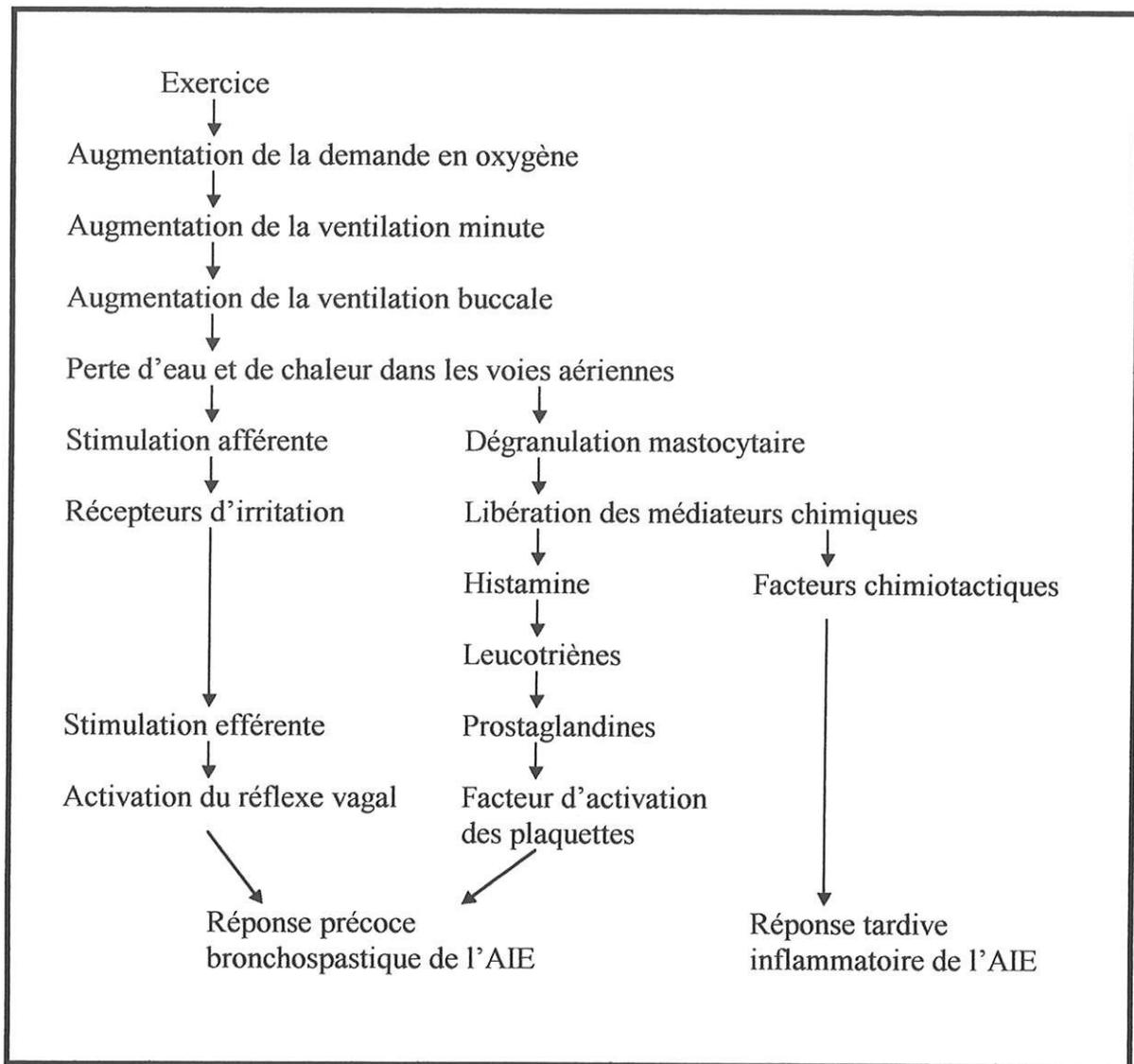


Fig. n° 9 - POSSIBLE PHYSIOPATHOLOGIE DE L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE

### **En résumé :**

La « Perte d'eau » au sein des voies aériennes pendant le processus de « conditionnement » rapide de l'air inspiré, entraînerait une hyperosmolarité au sein des muqueuses bronchiques qui induirait :

- une activation du réflexe vagal bronchoconstricteur,
- une dégranulation mastocytaire libérant les médiateurs de l'obstruction et de l'inflammation.

Le réchauffement rapide des voies aériennes à l'arrêt de l'effort entraînerait :

- une vasodilatation bronchique produisant une hyperémie et un oedème directement responsable de l'obstruction bronchique.

La physiopathologie de l'AIE est schématisée sur les figures n° 8 et 9.

## **IV - VARIATION DE LA FONCTION PULMONAIRE**

Classiquement, l'asthme induit par l'exercice débute après un effort intense de 3 à 8mn (27).

- **La bronchodilatation induite par l'exercice** : lors de l'exercice, est observée de façon préférentielle chez l'asthmatique par rapport au sujet normal, une bronchodilatation. Elle est d'autant plus importante que l'obstruction bronchique de base est importante: les sujets présentant un bronchospasme de repos modéré ont une amélioration de débit jusqu'à 25% de leur valeur de repos, alors que les sujets sains ou asthmatiques équilibrés présentant une fonction respiratoire de base normale ont une amélioration de débit de moins de 5% de leur valeur de repos (33).

Elle est généralement expliquée par la stimulation du système sympathique au cours de l'effort ; l'augmentation de l'AMPc et des catécholamines a été mise en évidence et expliquerait le retard de la bronchoconstriction (2). Certains sujets peuvent se plaindre de symptômes respiratoires pendant l'effort mais de nombreuses études montrent qu'ils sont souvent dus à une bronchoconstriction sévère préexistante ou à une condition physique médiocre, plutôt qu'à un vrai bronchospasme (41).

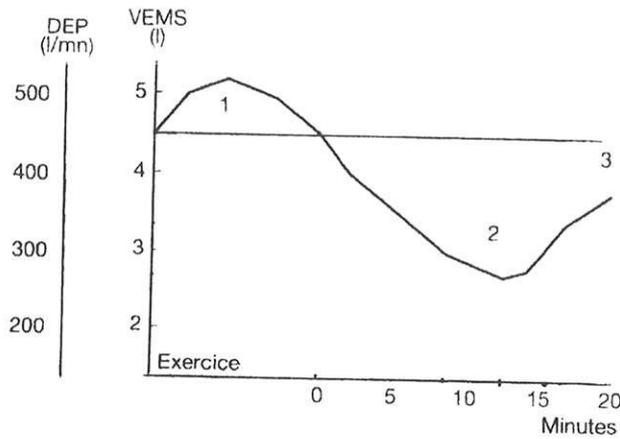


Fig. n° 10 - Variation de la fonction pulmonaire avec l'exercice (2).

1) Brochodilatation : observée de façon préférentielle chez l'asthmatique par rapport au sujet normal. Expliquée par une stimulation du système orthosympathique au cours de l'exercice, et ce, d'autant plus que l'obstruction bronchique de base est importante.

2) Bronchoconstriction : progressivement croissante en post exercice, maximale entre 5 et 10 minutes après l'arrêt de l'exercice.

3) Normalisation de la fonction respiratoire : totale en 60 minutes.

WILLIAM E. PIERSON

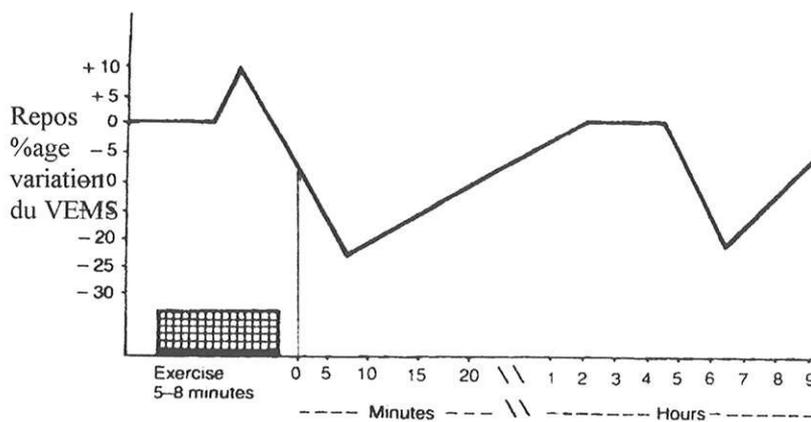


Fig. n° 11 - La phase précoce survenant après un effort de 5 à 8 minutes, est suivie, chez certains patients, par une réponse tardive.

- **La bronchoconstriction** survient après la fin de l'effort, est maximale entre 5 et 10 minutes ou 8 et 15 minutes (1, 2, 20, 24, 27) après l'arrêt de l'exercice, et cède spontanément en 20 à 60mn.

La bronchodilatation et la bronchoconstriction induites par l'exercice sont matérialisées sur la Fig. n° 10.

L'asthme d'effort se différencie des autres formes d'asthme par deux caractéristiques: une phase tardive et une période réfractaire.

- **La phase tardive:** elle est très controversée et pour certains ne serait qu'un épiphénomène (42, 43) et serait due à des fluctuations d'un asthme sous-jacent (Fig. n° 11).

Elle surviendrait 3 à 8 heures (33) ou 4 à 6 heures après l'effort (27).

Cette phase inflammatoire inconstamment rencontrée, serait due à la libération de médiateurs de poids moléculaire plus élevé comme le NCF : facteur de chimiotactisme des neutrophiles et les métabolites de l'acide arachidonique. Elle serait donc comparable à la réponse tardive après exposition aux allergènes chez l'asthmatique.

Lee (44) démontre l'augmentation du taux sérique du facteur de chimiotactisme des neutrophiles lors de cette phase tardive, mais l'absence d'une hyperréactivité bronchique typique à la méthacholine. De même, il a été décrit qu'une augmentation significative de basophiles circulants, du NCF, ainsi que de la concentration en histamine et leucotriènes, se produisait lors de la phase tardive (2).

Elle dépend de la sévérité de la phase précoce bronchospastique : plus le bronchospasme initial est sévère, plus le risque de développer une phase tardive est grand (27).

Les traitements actifs sur cette phase sont les cromones et les corticoïdes.

- **La période réfractaire :** elle est définie comme le temps pendant lequel un exercice semblable provoque une obstruction bronchique moins intense et moins longue (18, 45) ou le temps pendant lequel un nouvel exercice provoque moins de la moitié de la réponse initiale (2), (Fig. n° 12).

Elle est indépendante de la sévérité du bronchospasme induit par l'effort initial .

Pour définir un véritable état « réfractaire », il est nécessaire de retourner à son état de base avant de réaliser un nouvel effort, car on ne peut comparer des pourcentages de chute de VEMS, qu'à partir d'une fonction pulmonaire de départ identique (2).

Selon ces critères, 50% des individus présentant un EIA sont « réfractaires » lors d'une deuxième épreuve survenant 60 minutes après le premier exercice (33). Sa durée est de 1 à 4 heures (20). La période réfractaire peut survenir après un effort initial modérément intense, insuffisant pour provoquer une crise d'asthme. Certains athlètes tirent avantage de cette particularité en réalisant un échauffement constitué de multiples « sprints » de 30 secondes séparés de 2 minutes pendant 30 minutes (46). Cet échauffement devrait être poursuivi à 80% de la VO<sub>2</sub>max. Il est important de noter que ces sujets sont réfractaires après des efforts répétés mais non à d'autres stimuli (1).

Les mécanismes responsables de cette période réfractaire sont mal connus. Un récent rapport suggère cependant que la libération de LTD<sub>4</sub> peut stimuler l'inhibition de la libération des prostaglandines causant la période réfractaire (38). D'autres études chez les lapins, mettraient en évidence le rôle des récepteurs H<sub>2</sub> et des prostanoides bronchodilatateurs dans cette période (1).

Mais le mécanisme de la période réfractaire se rapporte conventionnellement à la libération et la déplétion de substances bronchodilatatrices mastocytaires pulmonaires en réponse à l'exercice (2, 47). L'AIE s'accompagne de la libération du NCF et d'histamine, mais aucune réduction de libération de ces neuromédiateurs ne se produit lors d'un effort répété. Il est possible que l'augmentation des ions chlorés en réponse à la perte d'eau puisse agir comme une pompe, augmentant les échanges aqueux au sein de l'épithélium bronchique. De façon à maintenir un équilibre osmotique, les cellules épithéliales ont besoin d'eau issue de la sous-muqueuse et une vasodilatation bronchique répond à l'hyperosmolarité environnante. Les neuromédiateurs mastocytaires ont été reconnus comme stimulateurs de la sécrétion d'ions chlorés par l'intermédiaire d'un mécanisme prostaglandines-dépendant. Ceci expliquant la sensibilité de la période réfractaire à l'indométhacine. Quand l'exercice est répété, l'hyperosmolarité diminue du fait que l'eau est plus facilement mobilisable pour « conditionner » l'air inspiré (33).

L'effet protecteur des prostaglandines libérées pendant l'effort est reconnu dans de multiples publications. La déplétion des catécholamines a également été proposée comme mécanisme de ce phénomène (24).

Le fait que certains individus puissent être réfractaires à un moment mais pas à un autre, suggère que plus d'un mécanisme pourraient participer à l'élaboration de l'AIE et de ses périodes réfractaires.

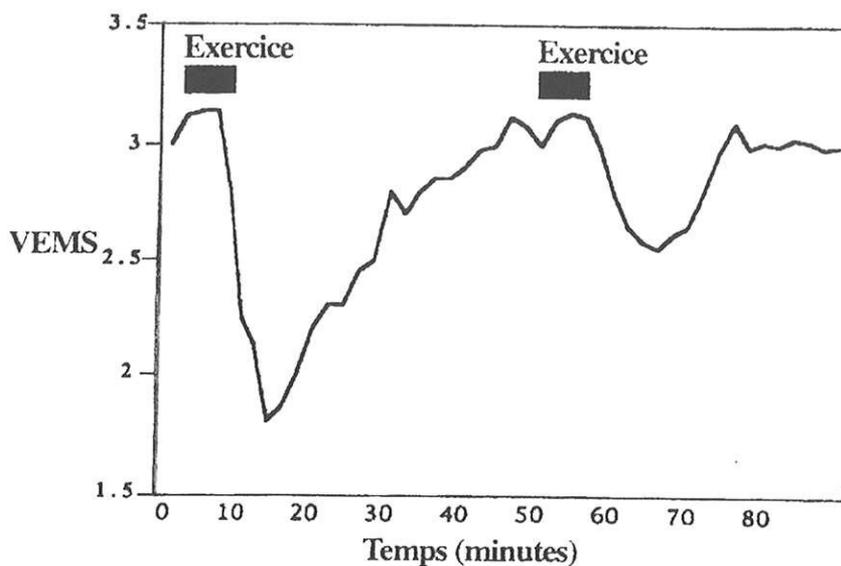


Fig. n° 12 - VALEURS DU VEMS EN FONCTION DU TEMPS  
AVANT ET APRES DEUX EFFORTS SUCCESSIFS.

La première chute de VEMS survient 15 minutes après l'exercice.

La récupération du VEMS est complète après 45 minutes.

Le deuxième exercice, effectué 50 minutes après le premier, pendant la période réfractaire, induit une chute du VEMS nettement moins importante.

(Modifié de Biermann, Pearlman, Shapiro, Busse : Allergy, asthma and immunology from infancy to adulthood. Ed. Saunders 1995).

## V - DIAGNOSTIC

### V - 1- L'INTERROGATOIRE (1, 2, 5, 20, 24, 27)

Il recherche un contexte favorisant avec la notion d'antécédents d'asthme personnels ou familiaux, d'une rhinite allergique ou d'autres manifestations d'atopie tel qu'un eczéma allergique, puisque 40 à 90% des asthmatiques et 35 à 40% des allergiques souffrent de cette affection. Cependant, il convient de ne pas perdre de vue que l'asthme induit par l'exercice peut être la seule manifestation d'une hyperréactivité bronchique.

Il fait préciser les divers symptômes susceptibles de survenir après l'effort :

- une crise d'asthme vraie,
- un wheezing ou respiration sifflante,
- des quintes de toux sèche,
- une dyspnée,
- une douleur thoracique,
- une oppression thoracique.

D'autres symptômes sont moins typiques mais dignes d'intérêt :

- une simple sensation d'essoufflement voire d'étouffement,
- une simple sensation d'inconfort,
- une gêne gastro-intestinale,
- une gorge douloureuse.

Cependant il convient d'être particulièrement attentif à des signes plus subtils comme :

- une fatigabilité anormale à l'effort,
- un changement dans le programme des activités sportives de l'enfant,
- un refus de participation aux épreuves d'endurance,
- une meilleure tolérance des activités sportives en milieu chaud et humide,
- un déconditionnement évident à l'effort chez un athlète confirmé,
- la survenue d'une sédentarisation,
- la présence de symptômes dépendants de la saison, des conditions environnantes.

Le recueil de l'historique doit être complet, précis et minutieux. Le degré de fiabilité d'un interrogatoire est pourtant variable du fait que nombreux sont les enfants et en particulierité les adolescents qui dénie leurs symptômes, par peur d'être différents de leurs camarades ou

même exclus de leur groupe d'âge, par refus de suivre un traitement de fond ou préventif qui serait une forme de dépendance. De même, ces symptômes sont banalisés et attribués à l'essoufflement rencontré après tout effort soutenu, ce qui rend l'interrogatoire difficile même réalisé de façon engageante et chaleureuse.

## V - 2 - LA CLINIQUE (1, 2, 5, 20, 24, 27, 48)

Elle est souvent frustrée si le patient est examiné au repos. Si l'examen est réalisé au décours d'un effort, il peut retrouver une clinique typique d'une maladie obstructive pulmonaire : à la polypnée des premières minutes, succède une bradypnée expiratoire parfois sifflante qui peut s'accompagner d'un tirage. L'auscultation pulmonaire peut découvrir des râles sibilants ou une respiration striduleuse. Il existe également des formes mineures se traduisant uniquement par des accès de toux spasmodique à l'arrêt de l'effort.

Les symptômes évocateurs de l'AIE, cités ci-dessus, surviennent typiquement après l'effort (obstruction maximale 5 à 10mn après la fin de l'effort), sont spontanément résolutifs en 30 à 60mn, mais peuvent également se manifester pendant l'exercice si ce dernier est prolongé (20). Chez certains patients, la poursuite de l'effort peut aboutir à une diminution du bronchospasme, appelé « running through the bronchospasm » par les anglo-saxons.

L'examen doit être minutieux et il convient de rechercher au même titre que les rhinites allergiques, les rhinites médicamenteuses, des polypes des fosses nasales ou sinusiens, une rhinorrhée purulente, une sinusite ou une déviation de la cloison nasale. Il est important de les considérer du fait que toute obstruction nasale prédispose à l'AIE et que négliger ces pathologies peut engendrer une résistance à un traitement de l'asthme d'effort pourtant bien conduit.

Il est impératif de rechercher de façon systématique par l'interrogatoire et l'examen clinique toute pathologie des voies aériennes supérieures, ainsi que les étiologies allergiques saisonnières (pollen, graminés, herbe) et environnementales (poussières, moisissures, acariens, poils de chat ou autres animaux) de manière à procéder autant que possible à une éviction des allergènes.

Si l'histoire clinique est très évocatrice d'un asthme d'effort, un test thérapeutique par la prise de Bêta-2 mimétiques avant l'exercice peut permettre d'améliorer voire de supprimer les symptômes et ainsi, contribuer au diagnostic définitif.

### **V - 3 - LE DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL (1, 2, 5, 20, 24, 27, 48)**

Mais la persistance de la symptomatologie à l'effort doit faire pratiquer un bilan complet pneumologique, allergologique, oto-rhino-laryngologique (la rhinoscopie est parfois utile et peut révéler un dysfonctionnement des cordes vocales) voire psychiatrique de façon à rechercher des pathologies capables d'induire des symptômes obstructifs.

Les diagnostics différentiels à écarter sont :

- un déconditionnement à l'effort (la dyspnée d'effort de l'adolescent non entraîné survient au cours de l'exercice et s'apaise rapidement à son arrêt),

- une pathologie cardiaque,

- une maladie pulmonaire,

- une myopathie, un dysfonctionnement des muscles lisses (comme dans la maladie de Mac Ardel),

- un dysfonctionnement glottique,

- un rétrécissement trachéal,

- un trouble psychiatrique, une hystérie ou une anxiété,

- un syndrome d'hyperventilation,

- une anaphylaxie d'effort.

### **V - 4 - LES FACTEURS INFLUENCANTS**

Les facteurs favorisant l'asthme induit par l'exercice sont ceux faisant varier l'hyperréactivité bronchique (2, 27) :

- les conditions atmosphériques : air froid et/ou sec,

- les polluants atmosphériques et domestiques,

- la chronicité de l'asthme et le contrôle des symptômes, mal contrôlé par les différentes thérapeutiques,

- la durée, l'intensité et le type d'effort,
- l'exposition aux allergènes chez les patients atopiques,
- une condition physique inadéquate,
- la coexistence d'une infection pulmonaire virale ou bactérienne,
- le niveau d'hyperréactivité bronchique,
- le laps de temps avec le dernier épisode d'AIE.

## **V - 5 - LES TESTS DE PROVOCATION (1, 2, 4, 20, 24, 27,48)**

### **V - 5 - a - Généralités**

Il est parfois nécessaire d'avoir recours à un test de provocation pour confirmer le diagnostic d'asthme induit par l'exercice.

Les étapes diagnostiques sont exposées dans le tableau II.

■ On distingue parmi les tests de provocation à la recherche d'une HRB, ceux faisant intervenir des stimuli directs (agissant directement sur le muscle lisse et la micro-circulation des voies aériennes) tels que l'histamine et la méthacholine (dérivé de l'acétylcholine) et ceux faisant intervenir des stimuli indirects tels que l'exercice, l'hyperventilation isocapnique d'air sec ou froid et l'inhalation de solutés hypo ou hyper-osmolaires. Ces derniers semblent comporter une spécificité et une valeur prédictive positive plus élevée par rapport aux tests de provocation à l'histamine ou à la métacholine (19) qui entraînent, si le stimulus est assez intense, une obstruction bronchique chez tous les sujets.

Mais le test de provocation à la méthacholine est plus sensible dans la détermination de l'HRB alors que l'épreuve d'effort hautement spécifique est plus authentique; cependant une épreuve d'effort négative n'exclue pas le diagnostic d'AIE.

L'épreuve d'effort fait donc référence comme test de provocation mais une étude récente utilisant un autre stimulus indirect mérite notre attention.

■ Nève et al. (49) en 1997, proposent un test d'hyperventilation isocapnique d'air sec à température ambiante adapté à la ventilation de repos de l'enfant. Les enfants ont souvent des difficultés pour maintenir un niveau d'effort constant lors de l'épreuve d'effort. Ce test de

- 1 - Obtenir une histoire de la maladie précise et un examen physique attentif.
- 2 - Si l'AIE est évoqué, débiter un test thérapeutique aux  $\beta_2$  mimétiques avant l'exercice.
- 3 - Si le patient est partiellement amélioré, ajouter 2 à 4 bouffées de cromones avant l'exercice.
- 4 - Si les symptômes persistent et deviennent chroniques (du fait d'autres facteurs déclenchants tels que les allergènes, les irritants ou les infections respiratoires), adresser le patient à un spécialiste pour effectuer des EFR de repos, des test d'allergie et instaurer un traitement approprié.
- 5 - Si les symptômes persistent, réaliser une épreuve d'effort : course libre ou sur tapis roulant, bicyclette ergométrique ou sport habituellement asthmogène.
- 6 - Si l'épreuve d'effort est négative, réaliser une épreuve à la métacholine.
- 7 - Si l'épreuve à la métacholine est négative, reconsidérer votre diagnostic et réaliser d'autres examens complémentaires tels qu'une rhinoscopie afin d'exclure une anomalie des cordes vocales.

Tableau II - ETAPES DANS LE DIAGNOSTIC ET LA PRISE EN CHARGE DE L'AIE.

provocation simule les conditions de l'effort, en éliminant les efforts physiques ardues. Rappelons que pour certains, le stimulus principal de l'AIE est le niveau de ventilation qui conditionne les échanges thermiques responsables de l'obstruction bronchique. L'hyperventilation imposée au patient dans cette étude, est proportionnelle à la ventilation de repos (multipliée par trois). La sensibilité de ce test est de 80% et sa spécificité de 100%, cette méthode est séduisante mais demande un matériel approprié et devrait être réalisée sur un effectif plus important avant d'être généralisée.

### **V - 5 - b - Les épreuves d'effort**

L'épreuve d'effort constitue l'argument diagnostique majeur.

#### **$\alpha$ - Indications**

L'épreuve d'effort doit être réalisée pour confirmer ou infirmer le diagnostic d'AIE,

- chez un patient ayant un historique évocateur mais peu spécifique ;
  - chez un patient ayant échoué au test thérapeutique préventif ;
  - chez un patient ayant des résultats normaux aux épreuves fonctionnelles respiratoires de repos sans réponse significative aux bronchodilatateurs ;
- de même, elle est utile lors de :
- l'évaluation de la sévérité de l'AIE connu avec détermination du seuil ventilatoire déclenchant ;
  - l'appréciation de l'efficacité d'un traitement préventif de l'AIE.

#### **$\beta$ - Contre-indications**

- Une fonction respiratoire de repos médiocre : VEMS ou DEP inférieur à 80% des valeurs théoriques avant l'exercice.
- Un épisode d'exacerbation de l'asthme récent.

## $\gamma$ - Conditions de réalisation

- Tout traitement de l'asthme doit avoir été arrêté avant la réalisation de l'épreuve d'effort. On considère que le délai d'interruption des bêta-2 mimétiques d'action courte est de 6 à 8 heures avant l'épreuve, de 24 à 48 heures pour les bronchodilatateurs d'action longue, les antihistaminiques, la théophylline retard, de 48 heures pour les cromones et de 8 heures pour les corticoïdes inhalés.

- Les conditions ambiantes doivent être clairement définies et optimales, avec une température et un degré d'hygrométrie connus et constants.

- Le travail fourni doit pouvoir être quantifié, la durée de l'effort doit être de 6 à 8 minutes.

- L'intensité de l'effort doit être mesurable pour déterminer le seuil déclenchant. Elle est appréciée soit par la mesure de la fréquence cardiaque qui doit atteindre 80 à 90% de la fréquence cardiaque maximale dont la formule est :

$$F_{cmax} = 210 - (0,65 \times \text{âge}) \pm 10\% \text{ pour les adultes}$$

$$F_{cmax} = 209 - (0,74 \times \text{âge}) \text{ pour les enfants (1)}$$

ou 2 fois la fréquence cardiaque de repos ; soit par la consommation d'oxygène qui doit être de 30 à 35 ml/mn/kg ou atteindre 85% de la VO<sub>2</sub>max (d'autres proposent un niveau d'effort à au moins 60% de la consommation maximale d'oxygène: VO<sub>2</sub>max) (25).

Cependant, les athlètes d'élite peuvent nécessiter l'obtention de 90% de leur VO<sub>2</sub>max ou plus du double de leur FC de repos, pour atteindre un seuil asthmogène, ce qui n'est pas toujours réalisable en laboratoire.

## $\delta$ - Méthodes (1, 2, 19, 50 à 57)

On distingue celles réalisées en laboratoire de celles en extérieur.

- **En laboratoire**, les test sont effectués sur **tapis roulant** ou sur **bicyclette ergométrique** dont les paliers d'effort sont quantifiables.

L'exercice sur bicyclette ergométrique est réalisé par paliers de 10 à 15 Watts/min., d'une durée optimale de 6 minutes séparés pour atteindre la VO<sub>2</sub>max (exercices triangulaires brefs et violents).

Le test standard est la course sur tapis roulant qui offre une asthmogénicité comparable à celle de la bicyclette ergométrique. Le tapis roulant de référence est le Quinton G-65 qui est utilisé avec un protocole d'augmentation progressive de la charge de travail, jusqu'à l'obtention d'une fréquence cardiaque supérieure ou égale à 80% de son maximum, dès les premières minutes du test. Le patient doit alors maintenir ce niveau d'effort pendant 6 à 8 minutes. La vitesse et la pente varient respectivement de 3 à 7 Km/heure et de 4 à 12% pour maintenir un effort sub-maximal tout au long de l'exercice. Son utilisation nécessite donc le contrôle de la vitesse, de l'inclinaison et l'interaction individuelle avec la machine. Les jeunes enfants semblent fascinés par leurs pieds sur le tapis et ainsi ne participent pas intégralement au test ; cette méthode est en effet utilisée de façon préférentielle chez l'adulte. Cependant, son coût est élevé et il souffre d'un manque de mobilité, ce qui explique qu'il ne soit utilisé qu'en centre de recherche.

Au total, les épreuves d'effort comme la bicyclette ergométrique ou le tapis roulant, réalisées le plus souvent en laboratoire permettent un meilleur contrôle des conditions atmosphériques et de l'intensité de l'effort. Elles sont, toutes fois, considérées comme moins asthmogènes que la course libre. Cependant, une étude récente (50) suggère que si les conditions environnantes (température et humidité relative) et l'intensité de l'effort sont identiques, il n'existe aucune différence d'asthmogénicité entre la course libre et celle sur tapis roulant ce qui reste à confirmer du fait du faible effectif de cette étude (60 enfants). Outre leur coût élevé, elles sont difficilement utilisables dans les dépistages de masse et en extérieur et ne reproduisent pas les conditions réelles de l'activité physique du sportif. Pour les athlètes de haut niveau ou les pratiquants de sport nécessitant un effort intense de durée variable comme la boxe, le hockey, le patinage ou le basket-ball, il serait utile d'évaluer ces individus dans leur environnement habituel, pendant l'activité physique induisant les symptômes, comme l'ont fait Provost et Graig chez les patineurs (51).

- L'épreuve d'effort utilisant la **course libre** est largement utilisée en pratique courante et dans de nombreuses enquêtes épidémiologiques. Elle est appelée « free running asthma screening test » ou FRAST par les anglo-saxons.

C'est une méthode de dépistage simple, familière, peu onéreuse et spécifique. Elle est considérée comme la plus asthmogène car simule les circonstances de la vie réelle, absentes en laboratoire.

On lui reproche son manque de standardisation mais un protocole clairement défini a été validé chez l'enfant : il propose une course sur piste circulaire à l'extérieure, à une fréquence cardiaque de 85 à 90% de la fréquence cardiaque maximum et d'une durée de 4 à 8 minutes (52) (tableau III). Le contrôle de la température, de l'hygrométrie et des variations saisonnières est effectué dans la mesure du possible, mais l'AIE étant influencé par des facteurs extérieurs, tels que l'air froid et sec, les allergènes ou la pollution, il est souvent préférable d'effectuer des mesures dans l'environnement individuel du sujet.

De même, son manque de reproductibilité est souvent évoqué (1, 2) comme dans l'étude de Powell (53) qui se base sur une course libre mensuelle et une population limitée de 143 enfants. Ce problème est difficile à résoudre car l'HRB peut varier dans le temps et toutes les études de reproductibilité doivent donc être réalisées sur un court intervalle de temps (<10 jours) (19). Une étude australienne (52) évalue la validité, la reproductibilité et la compliance d'une épreuve d'effort dans l'étude épidémiologique de l'asthme chez l'enfant. La validité est évaluée par comparaison de la réponse à l'exercice avec la fréquence des sifflements, le diagnostic d'asthme, l'utilisation d'un traitement de l'asthme et le test de provocation à l'histamine. La reproductibilité l'est par comparaison de deux tests d'effort à trois jours d'intervalle et la compliance, par le consentement et le taux de participation. Elle établit une corrélation de 0,59 entre la chute du VEMS après l'effort et le taux de réponse du test à l'histamine, une relation significative entre les épisodes de sifflements et le pourcentage de diminution du VEMS : la validité est donc bonne. La reproductibilité est de +/-12% de diminution du VEMS. En conséquence, l'épreuve d'effort par course libre standard est reproductible, de réalisation aisée et devrait être utilisée comme instrument standard en épidémiologie pour évaluer la prévalence, les étiologies et les mécanismes de l'AIE.

Ce type d'épreuve nécessite en principe un espace adapté mais courir sur le trottoir autour d'un pâté de maisons, autour d'un terrain de sport ou dans une cour de récréation est facilement réalisable.

Elle requiert un effort important pour être interprétable mais rares sont les enfants, même peu entraînés, qui sont incapables de courir 6 à 8 minutes, ce qui est considéré comme le temps optimal du test (54).

Néanmoins le fait que cette épreuve se déroule le plus souvent en extérieur, la rend moins accessible à la surveillance cardio-vasculaire et pulmonaire et l'expose à des difficultés de réanimation, si le besoin en était, par manque de matériel (1). Cependant la course libre n'est

## TEST D'EFFORT

### ■ CHEZ L'ENFANT

- Course sur piste circulaire extérieure. Pince-nez.
- Fréquence cardiaque 85-90 % du maximum.
- Durée 4-6 min.
- Spirométrie ou peak flow meter avant et 3-5-10-20 min. après l'effort.

### ■ CHEZ L'ADULTE

- Tapis roulant, pente 10 %.
- Fréquence cardiaque > 80 % du max.
- Durée 7 min.
- Spirométrie avant et 2-5-10-20-30 min. après l'effort.

Tableau III - PROTOCOLES D'EFFORT POUR INDUIRE L'AIE.

Méthode	Avantages	Inconvénients
Bicyclette ergométrique	Standardisation aisée Portable	Relativement coûteuse Moins asthmogène
Tapis roulant	Standardisation aisée	Coût élevé Difficilement portable
Course libre	Familière Moins chère Plus asthmogène	Difficultés de standardisation Capacité de courir 5-7 min. Espace pour l'épreuve

Tableau IV - METHODES D'EPREUVE D'EFFORT.

pas indiquée chez la personne âgée ou le patient présentant un risque cardiaque ou une fonction respiratoire de repos altérée.

La course libre doit être réalisée sans échauffement préalable et le laps de temps avec un précédent effort doit être connu, du fait de l'existence de la période réfractaire ; il faut donc éviter un exercice intense dans les heures immédiatement avant l'épreuve.

Les avantages et les inconvénients de ces méthodes d'effort sont réunis dans le tableau IV.

### V - 5 - c - L'évaluation de la fonction respiratoire (2, 8, 58 à 67)

Etant donné la prévalence élevée de l'AIE dans la population asthmatique, les épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) de repos font partie du bilan. L'AIE survient de façon préférentielle chez un patient dont l'état respiratoire basal est mal contrôlé par les différentes thérapeutiques ; il est donc important de savoir si l'asthme du sujet est bien équilibré et si ce n'est pas le cas, de proposer un traitement adéquat.

Mais, devant le manque de sensibilité d'une spirométrie de repos (55), une évaluation de la fonction respiratoire lors d'une épreuve d'effort est nécessaire au diagnostic.

La mise en évidence d'une obstruction bronchique après l'exercice reste l'élément diagnostique majeur.

#### α - Les méthodes

L'obstruction bronchique peut être évaluée par diverses méthodes.

■ **La spirométrie :** cet examen, réalisé à l'aide d'un spiromètre ou d'un pneumotachographe comporte la mesure des volumes pulmonaires et des débits bronchiques.

- La CVL ou capacité vitale lente est définie comme le plus grand volume d'air mobilisé entre une inspiration forcée et une expiration forcée. Les autres volumes pulmonaires sont rapportés sur la figure n° 13.

- Le VEMS ou volume expiratoire maximal seconde ou « forced expiratory volume in one second » (FEV1) est défini comme le volume de gaz rejeté dans la première seconde d'une

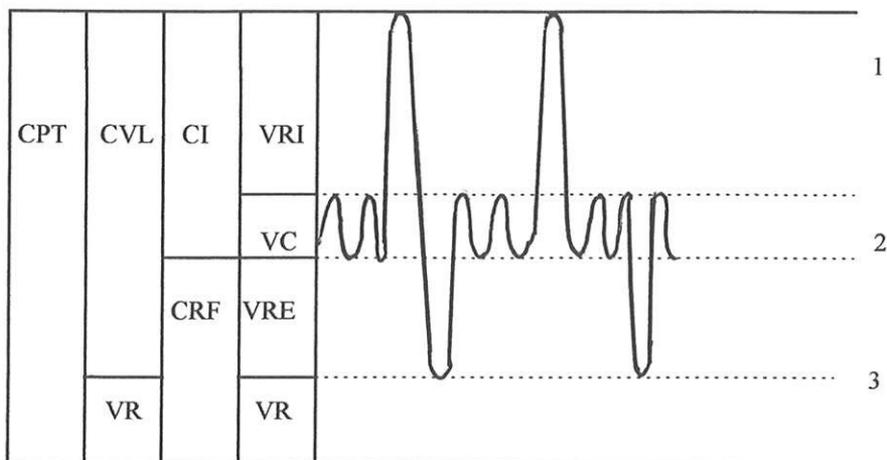


Fig. n° 13 - Données spirométriques : volumes pulmonaires. D'après J. Comroe.

1 : niveau inspiratoire maximum.

2 : niveau expiratoire de repos.

3 : niveau expiratoire maximum.

VC : volume courant : volume d'air mobilisé à chaque cycle ventilatoire.

VRE : volume de réserve expiratoire : volume de l'expiration forcée à la fin de l'expiration courante.

VRI : volume de réserve inspiratoire : volume de l'inspiration forcée à la fin de l'inspiration courante.

VR : volume résiduel : volume d'air non mobilisable (calculé par pléthysmographie ou technique de dilution d'hélium).

CVL : capacité vitale lente : le plus grand volume d'air pouvant être mobilisé entre une inspiration et une expiration maximales.

CRF : capacité résiduelle fonctionnelle : volume de repos de l'ensemble poumon-thorax.

CI : capacité inspiratoire : volume d'air mobilisé lors d'une inspiration forcée ;  $CI = VC + VRI$ .

CPT : capacité pulmonaire totale ;  $CPT = VRI + VC + VRE + VR$ .

expiration forcée. En pratique, après une inspiration maximale suivie d'un court temps d'apnée, le patient doit effectuer une expiration forcée et rapide jusqu'au volume résiduel. Le VEMS est dépendant de l'effort musculaire et de la coopération du sujet car il est calculé à partir de la partie supérieure de la courbe d'expiration forcée. Il explore essentiellement les voies aériennes de gros calibre et une perturbation du VEMS traduit l'altération d'au moins 30 à 40% de la dynamique des bronchioles. C'est un index d'obstruction bronchique « peu sensible » mais très spécifique (Fig. n° 14).

Le coefficient de Tiffeneau ( $VEMS/CV \times 100$ ) permet de connaître le pourcentage de la CV utilisable en une seconde.

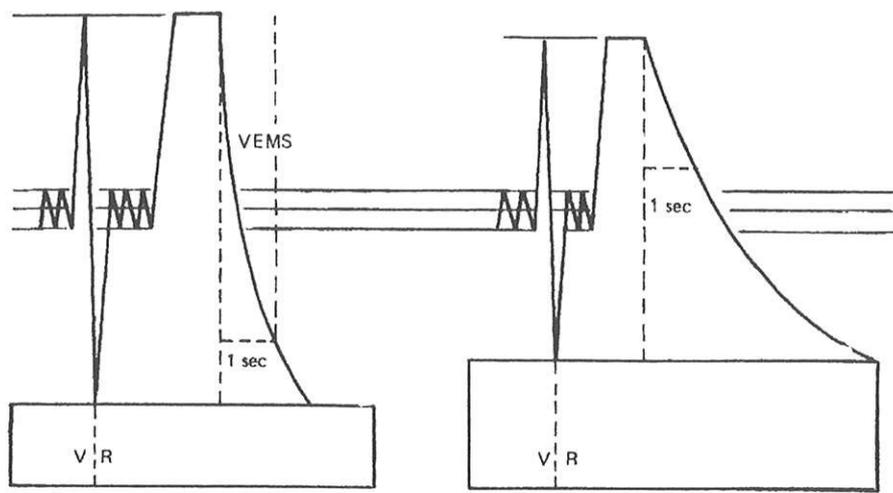
- Le DEM 25-75% ou débit expiratoire moyen calculé entre 25 et 75% de la capacité vitale forcée ou « Mid-maximal Expiratory Flow Rate » (MMFR) ou « Forced expiratory Flow at 25-75% of vital capacity » (FEF 25-75%) est calculé sur la courbe d'expiration forcée dans une zone peu dépendante de l'effort musculaire et est donc plus précocement perturbé. Il explore la perméabilité des bronches de petit calibre et sur le plan pratique, il peut être altéré alors que le VEMS est encore normal d'où l'intérêt de cette mesure (Fig. n° 15).

Le trouble ventilatoire obstructif se caractérise par une réduction préférentielle des débits, en particulier du VEMS, du rapport de Tiffeneau et du DEM 25-75, la capacité vitale restant modérément abaissée par élévation du volume résiduel.

■ **La courbe débit-volume** : c'est un enregistrement du débit expiratoire instantané en fonction du volume pulmonaire (Fig. n° 16). Après une inspiration lente jusqu'à la capacité pulmonaire totale, le patient est invité à effectuer une expiration forcée complète en un délai minimum.

Lors de cette expiration forcée, le débit s'élève très rapidement jusqu'à une valeur maximum dite « débit de pointe » ou DEP qui est influencé par la collaboration du sujet (compréhension, désir de coopération, volonté), par la force expiratoire exercée par les muscles abdominaux et par l'intégrité des grosses voies aériennes. Il n'a donc de valeur réelle que lors d'obstructions importantes.

Le débit diminue ensuite progressivement jusqu'à la fin de l'expiration forcée. Cette partie de la courbe est indépendante de l'effort et de la volonté. On y mesure les débits expiratoires à 50 : V50 ou DEM50 et à 25% : V25 ou DEM25, de la capacité vitale forcée.



Normal

Trouble obstructif

FIG n°14: Mesure du VEMS/CV---> Obstruction globale

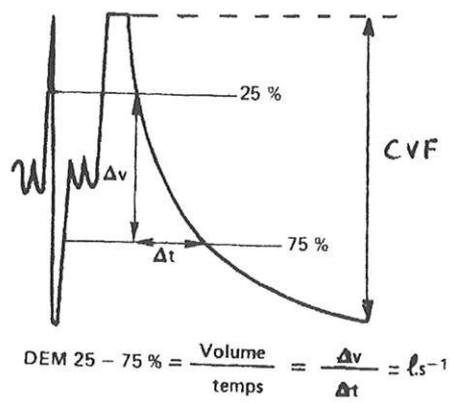


FIG n°15 - Mesure du DEM entre 25 et 75% de la CV  
---> Obstruction périphérique

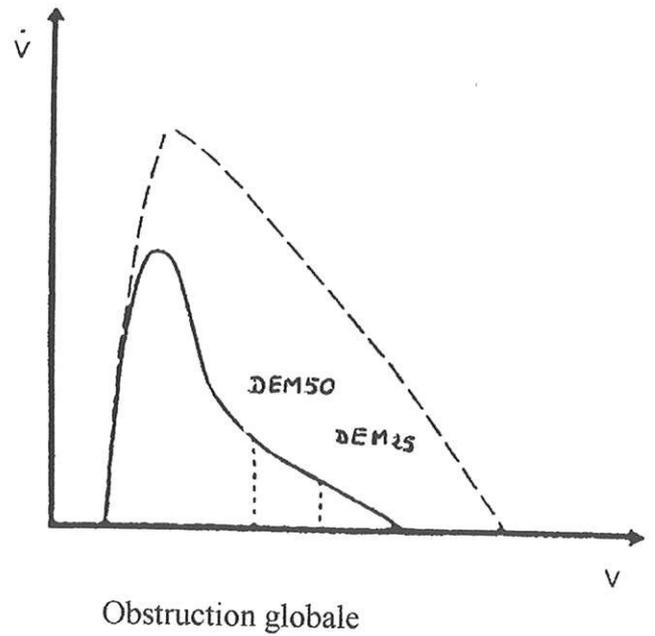
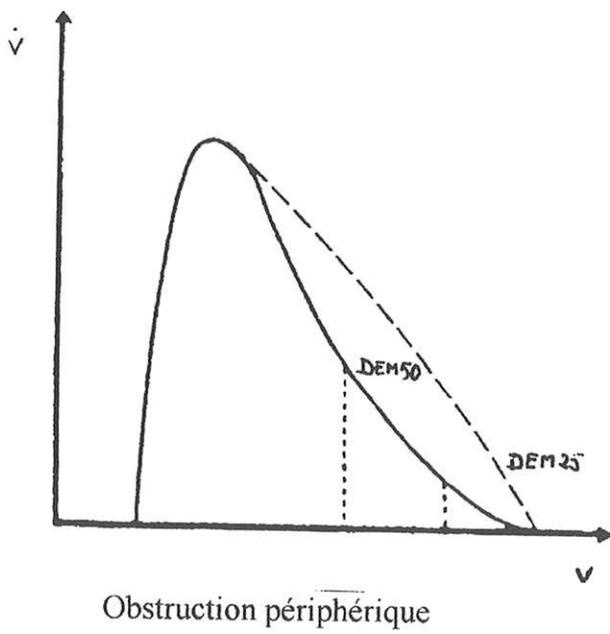
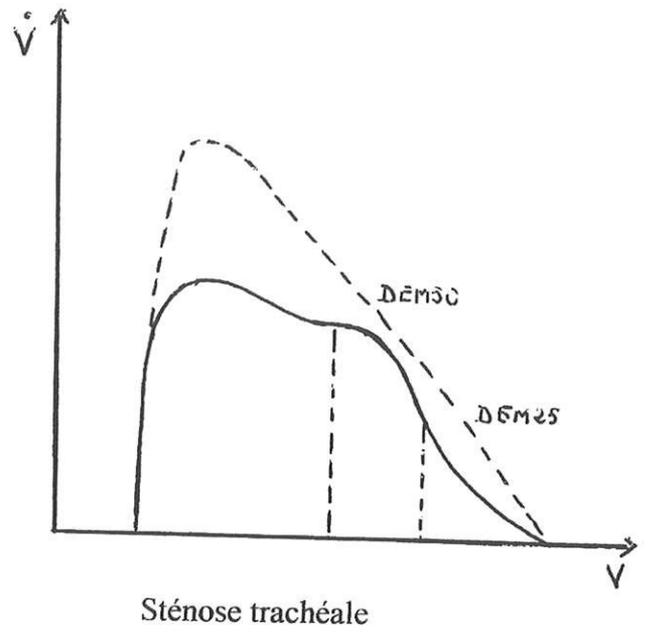
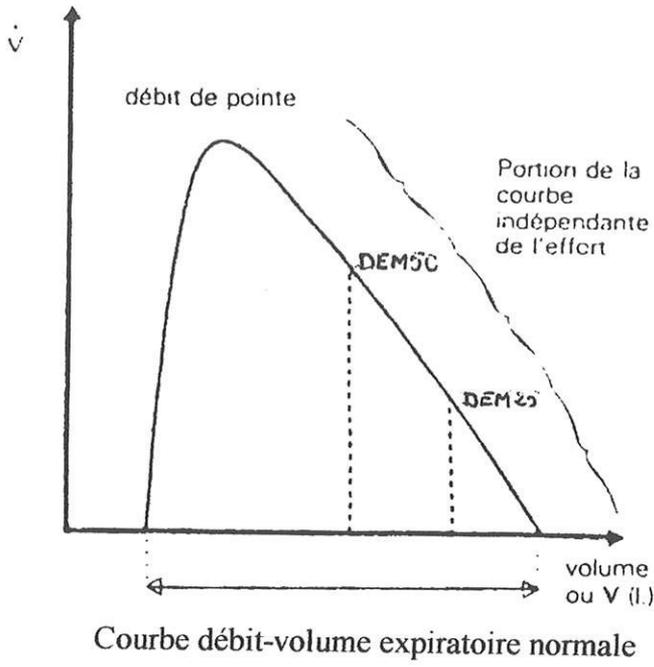


FIG. n° 16 - Courbes débit-volume.

Le DEM50 est très significatif pour le diagnostic de diminution de perméabilité des voies aériennes périphériques. Il est représentatif de la diminution de perméabilité des voies aériennes de petit calibre ; il est abaissé à un moment où les autres test ne sont pas encore perturbés (en particulier le VEMS).

Le DEM25 en raison de sa dispersion n'est pas à retenir s'il est abaissé isolément.

Néanmoins, la limitation de ces débits ne donne qu'une information globale sur la perméabilité des voies aériennes du fait qu'elle peut provenir de plusieurs facteurs (diminution du calibre interne des voies aériennes, diminution de la pression de rétraction élastique du poumon ou augmentation de la compressibilité des voies aériennes ).

Cependant, une courbe débit-volume peut, minutieusement analysée, exclure d'exceptionnels diagnostics de l'AIE tels qu'une sténose trachéale, un dysfonctionnement glottique ou autres obstructions des voies aériennes extra-thoraciques ,d'où son intérêt.

■ **La pléthysmographie** : elle mesure la résistance des voies aériennes : Raw.

Les résistances des voies aériennes varient avec l'écoulement de l'air (l'augmentation du débit ventilatoire accroît les résistances) et le calibre des voies aériennes (elles augmentent avec le bronchospasme, un encombrement, une compression...). C'est une technique non invasive qui demande peu de coopération du sujet et n'est pas effort-dépendante.

Le pléthysmographe est un caisson rigide, étanche, d'une capacité de 800 litres, dans lequel on introduit le patient. Les variations de volume du thorax entraînent des variations de pression dans le pléthysmographe ce qui permet de les mesurer (pléthysmographe barométrique, Fig. n° 17). Or ces variation de volume thoracique sont consécutives à des variations de pression alvéolaire (lors de l'inspiration, la pression alvéolaire est négative par rapport à la pression barométrique et ainsi l'air entre dans le poumon dont le volume augmente). Il réalise ainsi une mesure de la pression alvéolaire à un coefficient k près :

$$\Delta PA = k. \Delta PC(\text{variation de pression du caisson})$$

La résistance des voies aériennes est égale à la différence de pression alvéolo-buccale, divisée par le débit gazeux buccal :

$$Raw = \frac{PA - PBb}{VGB}$$

PA : pression alvéolaire.

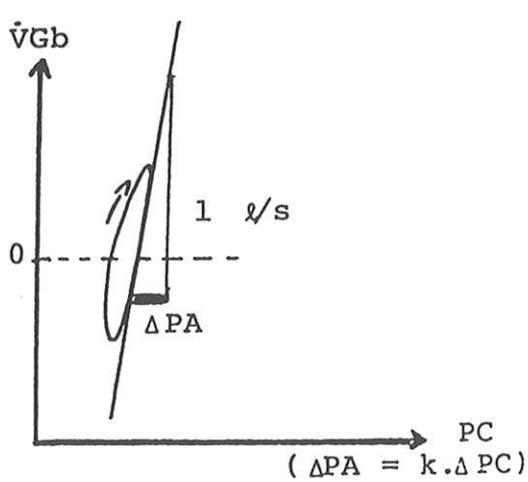
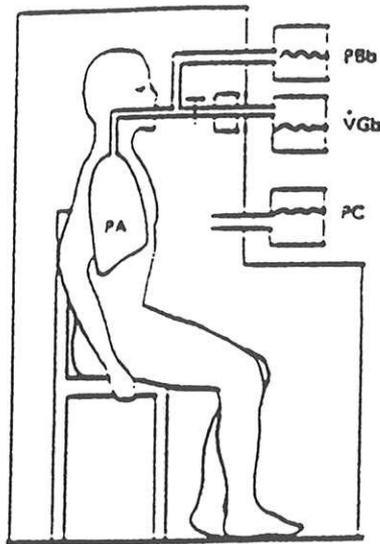
PBb : pression buccale.

VGb : Débit buccal gazeux.

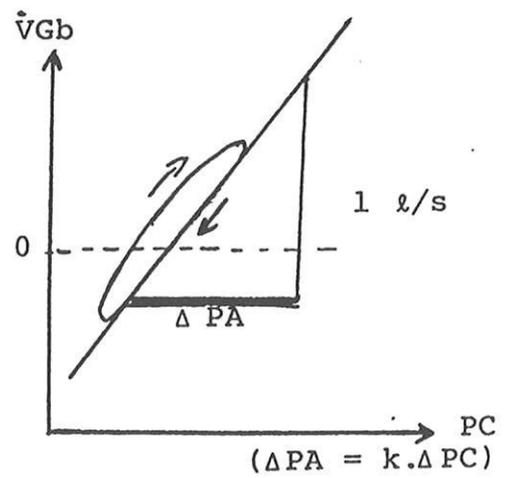
**FIG. N° 17 - Mesure de la résistance des voies aériennes par PLETHYSMOGRAPHIE**

$$R_{va} = \frac{PA - P_{Bb}}{\dot{V}_{Gb}} = \frac{\Delta PA}{\dot{V}_{Gb}} = 1,5 \text{ cm H}_2\text{O} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}$$

Pression alvéolaire = k . Pression cabine



NORMAL



OBSTRUCTION

La mesure des résistances aériennes s'effectuent en deux temps :

- 1<sup>er</sup> temps : enregistrement de la boucle de résistance : le patient ventile tranquillement et sur écran, sont représentées les boucles de VGb (variation de débit à la bouche, en ordonnées) en fonction des variations de pression dans le caisson (PC, en absises).

- 2<sup>ième</sup> temps : mesure de la pression alvéolaire : les voies aériennes sont bloquées pendant 100 ms alors que le sujet effectue de petits mouvements inspiratoires et expiratoires « à vide ». Ceci entraîne une variation simultanée de la pression du caisson et de la pression alvéolaire. Les voies aériennes étant obstruées, on obtient une égalisation de pression dans tout l'arbre bronchique et ainsi, la pression mesurée à la bouche est égale à la pression alvéolaire. Sur l'écran, sont représentées des droites de variation de pression à la bouche (PBb) en fonction des variations de pression dans le caisson (PC).

Le coefficient k peut ainsi être établie et la résistance aérienne calculée (Fig. n° 17).

Les valeurs normales ne dépasse pas 2cm H<sub>2</sub>O / l. s.

L'augmentation des résistances aériennes est considérée comme un témoin d'obstruction d'ensemble et principalement des voies aériennes de gros calibre, du fait que les voies aériennes périphériques ne représentent que 10 à 20% de la résistance totale. Donc la résistance des voies aériennes ne permet pas de mettre en évidence une obstruction précoce. Mais elle s'effectue en ventilation spontanée, ce qui est un avantage car l'inspiration et l'expiration forcées peuvent entraîner une bronchoconstriction chez l'asthmatique.

**Au total**, pour le diagnostic de l'AIE, la mesure du **VEMS** est le « gold standard » en regard de sa fiabilité, de sa variabilité qui est de 3% (les constructeurs de spiromètres fournissent des protocoles d'entretien et de calibrage qui se réalise quotidiennement à l'aide d'une seringue d'un litre) (1) et de sa spécificité (supérieure à celle du DEP). Le VEMS est partiellement affecté par la coopération du sujet et sa variabilité est inférieure à tous les autres indices de bronchoconstriction (64). Cependant, cette mesure n'est que très rarement utilisée dans le dépistage de masse, du fait de son coût élevé et de son manque de simplicité d'utilisation.(sauf dans la monumentale étude de Rupp). Mais l'utilisation d'appareils de spirométrie portables, à moindre coût, pourrait à l'avenir supplanter les « Peak Flow meter » dans les études épidémiologiques de grande envergure.

### ■ Le débit-mètre de pointe ou « peak flow meter » :

La mesure du **DEP** ou débit expiratoire de pointe (FEFR : peak expiratory flow rate) est obtenue sur la première partie de la courbe débit-volume qui est effort-dépendante. Il s'exprime en l/mn.

Il est mesuré plus aisément avec un débitmètre de pointe. L'appareil portable de référence étant le « Wright peak flow meter » (67). Il mesure le débit maximal à la bouche lors d'une expiration forcée maximale en un délai minimum « with maximum force starting », après une inspiration maximale (61).

L'expiration forcée est initialisée glotte fermée, immédiatement après une inspiration maximale. La position de la tête doit être neutre car une hyperextension peut augmenter la valeur du DEP alors qu'une flexion de la tête peut la diminuer (61).

En pratique, on procède à trois mesures et le meilleur résultat est retenu.(3 mesures reproductibles à 10 l/min. près).

Son utilisation est d'une grande simplicité, ne nécessite aucun entraînement particulier, convient aux enfants, aux mesures en extérieur (appareil portable) et son coût est faible (1).

La mesure du DEP est fréquemment utilisée dans les études épidémiologiques. Une enquête récente (2) reconnaît l'intérêt du DEP après l'effort lors de dépistages de masse. En effet, sa simplicité d'utilisation devrait permettre la détection de jeunes asthmatiques asymptomatiques, car le bronchospasme mesuré par le DEP peut être le seul signe de l'AIE .

De même, en pratique courante, cette mesure est l'élément de base pour évaluer la fonction respiratoire de l'asthmatique entre deux consultations chez le médecin ; l'abaissement brutal des chiffres doit être considéré comme un signe d'alerte ; c'est le complément indispensable de l'examen clinique et il permet un surveillance du traitement (65). Le débitmètre de pointe est aussi utilisé dans le dépistage de maladies professionnelles .

Cependant, le DEP n'a pas que des avantages :

- Le débit-mètre de pointe doit être régulièrement « calibré », étalonné de façon à ce que les résultats soient comparables d'un appareil à l'autre. L'étalonnage des débit-mètre de pointe n'est pas encore de pratique courante et reste à l'étude. Il requiert un matériel spécialisé capable de générer des débits compris entre 0 et 900 l/min.(60) et ceci dans un temps très court. Dans le passé, il était effectué en condition de débit constant à l'aide d'un rotamètre (62), lui-même étalonné pour les conditions de la mesure. Mais la difficulté était justement d'obtenir un débit constant. Actuellement, la méthode la plus utilisée et la moins coûteuse pour calibrer les débit-mètres de pointe, est la comparaison avec un autre dispositif

de mesure du débit (60, 62) tel qu'un pneumotachographe (la lecture comparative avec un standard connu ne doit pas s'écarter de  $\pm 5\%$ ). Il est bien entendu acquis que ce pneumotachographe « de référence » a été au préalable calibré avec une seringue de un litre et qu'il est linéaire pour des débits constants de 0 à 900 litres par minutes.

- La mesure du DEP est effort-dépendante (63). Si le sujet possède une grande force musculaire, les troubles obstructifs seront minorés par cette mesure, mais en présence d'une augmentation suffisante des résistances aériennes, le DEP apparaît comme un index fiable du calibre des voies aériennes. En sens inverse, une baisse de la force musculaire ou un manque de motivation du sujet peut diminuer le DEP alors que les résistances aériennes sont normales. La mesure du DEP apparaît comme moins sensible que celle du VEMS dans la détection de l'obstruction bronchique (64).

- Sa variabilité est de 8 à 10% alors que celle du VEMS est de 3% (66).

Cependant, la corrélation entre DEP et VEMS est bonne, avec un coefficient de corrélation de 0,85 (66).

### **β - Les résultats**

De manière générale, une baisse de 13 à 15% du VEMS et de 15 à 20% du DEP après l'effort, par rapport à la valeur de repos, est significative pour affirmer le diagnostic de bronchospasme d'effort (1). Mais la plus part des auteurs reconnaissent qu'une chute d'au moins 15% de la valeur de repos (et non de la valeur théorique qui varie de +/- 20%) du VEMS ou du DEP (24, 25, 52, 60, 68) est significative.

Les mesures sont effectuées :

- avant l'épreuve d'effort : il est indispensable de déterminer la valeur de repos car le pourcentage de variation du DEP ou du VEMS est calculé à partir de la valeur de repos, par la formule suivante :

$$\text{Chute du DEP} = (\text{DEPrepos} - \text{DEPpost effort}) / \text{DEPrepos} \times 100$$

ou 
$$\text{Chute du VEMS} = (\text{VEMSrepos} - \text{VEMSpost effort}) / \text{VEMSrepos} \times 100$$

et, de plus, un VEMS ou un DEP inférieur à 80% de la valeur théorique est une contre-indication à l'épreuve d'effort.

La valeur théorique du DEP de repos est fonction de la taille du sujet chez l'enfant et l'adolescent de 6 à 15 ans (les valeurs théoriques sont rapportées sur la courbe établie par

Godfrey) (59) et de l'âge, de la taille et du sexe chez les adultes (Gregg I, Nunn AJ, brit med J 1989 ; 298 : 1068-70).

- toutes les 5 minutes pendant 30 minutes après la fin de l'effort. Certains préconisent une surveillance de la fonction respiratoire jusqu'à 60 mn voire jusqu'à 4 heures après l'effort de façon à mettre en évidence une éventuelle phase tardive. Cependant, le bronchospasme maximal est généralement observé entre 2 et 10 mn. (50) ou 5 et 10 mn. (1) après la fin de l'effort. L'étude de L. Vacek (54) observe que 89% des bronchospasmes objectivés surviennent pendant les 10 premières minutes suivant l'effort. Ainsi, il est coutumier, surtout lors de dépistage de masse, de ne procéder après l'effort qu'à une mesure à 5 puis à 10 minutes, mais il est recommandé de continuer jusqu'à 30 mn. si le sujet est symptomatique, même avec un DEP ou un VEMS dans les limites de la normale à 10 minutes (2).

La valeur la plus basse du DEP est utilisée pour évaluer la sévérité de l'AIE. De cette manière :

- une chute comprise entre 15 et 25% définit un AIE discret,
- une chute comprise entre 26 et 50% définit un AIE modéré et
- une chute supérieure à 50% définit un AIE sévère.

**Au total**, en ce qui concerne les enquêtes en milieu scolaire, la méthode de dépistage la plus appropriée semble être l'utilisation de la course libre couplée à la mesure du DEP, en regard de sa simplicité de réalisation, de son faible coût et de son efficacité, comme l'ont démontré de nombreuses publications.

(2, 54, 55, 69, 56, 8....)

## VI - TRAITEMENT

### VI - 1 - CHOIX DE L'ACTIVITE SPORTIVE (2, 13 ,48, 70)

L'asthme induit par l'exercice entrave fréquemment la pratique d'un sport ou d'activités physiques et contribue ainsi à l'isolation de l'élève asthmatique de ses amis et de ses camarades de classe, le temps scolaire dominant la vie des enfants (13).

Aux Jeux Olympiques de 1984, 67 athlètes (11,2%) présentaient des épisodes de bronchospasme à l'effort (26% d'entre eux souffraient d'asthme chronique) et 41 médailles dont 15 en or furent remportées par ces mêmes athlètes toutes disciplines confondues (2). Les cas de sportifs de compétition souffrants d'asthme induit par l'exercice sont nombreux ; ceci illustre que la pratique d'un sport même à haut niveau, n'est pas incompatible avec l'AIE. Les enfants et les adolescents asthmatiques peuvent et doivent faire du sport.

En effet, la sédentarité à laquelle les enfants asthmatiques étaient condamnés est actuellement largement reconsidérée. Le sport est une image sociale attestant de la santé de l'individu, progressivement reconnu comme un vecteur de santé et donc pouvant logiquement être proposé au patient souffrant d'affections chroniques comme l'asthme. Il faut donc encourager ces enfants à la pratique du sport qui assure un développement harmonieux de la cage thoracique et incite à une meilleure « compliance thérapeutique », outre la joie que procure toute activité sportive. De plus, la pratique sportive est un excellent garant du contrôle de la maladie et permet d'obtenir des améliorations cliniques notables (70).

Ainsi les dispenses de gymnastique devraient être exclusivement réservées aux obstructions bronchiques permanentes et sévères ou aux périodes d'attaque dans le cadre de l'asthme paroxystique (13) et un certificat d'inaptitude partielle devrait suffire (Fig. n° 18). Le choix de l'activité sportive est bien évidemment fonction du goût de chacun mais on peut conseiller à ces enfants et adolescents atteints d'asthme induit par l'exercice, les sports les moins asthmogènes et en particulier les sports de loisir. Ils sont préférés aux sports demandants un effort violent et soutenu, tels que la course d'endurance. Ces derniers, ainsi que le patinage et le hockey sur glace qui sont pratiqués dans un environnement froid, ne sont pourtant pas contre-indiqués et peuvent être pratiqués avec un traitement préventif adéquat (tableau V). Le médecin traitant ne doit rien interdire hormis la pratique de l'équitation et de la plongée sous-marine en scaphandre autonome, du fait des difficultés d'intervention en cas

MODELE DE CERTIFICAT  
POUR LE PROFESSEUR  
D'EDUCATION PHYSIQUE

Je soussigné, Docteur en médecine, certifie que l'enfant X est apte à pratiquer les sports scolaires, à l'exception de certains sports d'endurance et en particulier des courses de fond. En cas de survenue d'une gêne respiratoire, au cours d'un exercice physique, il devra interrompre cet exercice et inhaler un bêta-2 mimétique (le citer).

Si cet enfant est gêné avant de commencer la séance de sport, il en sera dispensé.

Certificat d'inaptitude partielle valable pour toute l'année scolaire 1997-1998.

Fig. n° 18 - CERTIFICAT D'INAPTITUDE PARTIELLE

### **Sports d'endurance**

- Cross
- Cyclisme (cyclotourisme, VTT)
- Demi-fond
- Fond
- Marche sportive
- Natation
- Ski de fond
- Surf

### **Sports mixtes**

- Basket-ball
- Football
- Football américain
- Hand-ball
- Hockey (sur gazon et sur glace)
- Rugby
- Squash
- Tennis
- Volley-ball

### **Sports de résistance**

- Course à pied (sprint)
- Escrime (épée, fleuret)
- Lancer (javelot, poids)
- Saut en longueur et en hauteur
- Sports de combat (judo, karaté,..)

### **Sports de loisir**

- Badminton
- Chasse
- Danse classique et moderne
- Deltaplane
- Escalade
- Golf
- Parapente
- Patin à glace
- Patin à roulette, roller blade
- Pêche
- Planche à voile
- Ski alpin
- Ski nautique
- Tennis de table
- Tir (arc, pistolet, fusil)
- Voile
- Equitation (1)
- Plongée sous-marine (1)

(1) La pratique de l'équitation et de la plongée sous-marine en scaphandre autonome est contre-indiquée chez l'adolescent asthmatique. En revanche, la plongée en apnée ou la chasse sous-marine peuvent être autorisées.

Tableau V - CLASSIFICATION DES SPORTS.

de crise (48). Le sport est nécessaire au bon développement de l'enfant asthmatique, qui doit cependant éviter les activités qui majorent les pressions intrathoraciques ou qui favorisent le travail en apnée, comme l'haltérophilie et le body bulding, et favoriser les sports qui développent les capacités d'endurance (aérobie) (70).

Cependant, plus que le type d'activité physique, le niveau d'intensité auquel elle est pratiquée détermine son caractère « asthmogène ». En effet, à une intensité donnée, la probabilité d'induire un bronchospasme par l'exercice chez un individu exposé est identique quelque soit le type de sport, quand les conditions ambiantes sont contrôlées (1).

## VI - 2 - LES MESURES NON PHARMACOLOGIQUES

(1, 2, 20, 24, 27, 48, 70, 71)

La principale mesure non pharmacologique est constituée par le **réentraînement à l'effort**. L'objectif des protocoles de réentraînement des asthmatiques est double :

1. améliorer leur aptitude physique,
2. diminuer l'hyperventilation.

- La bronchodilatation : dans l'AIE, le bronchospasme post exercice est d'autant plus sévère que la bronchodilatation d'exercice est discrète. Cette bronchodilatation induite par l'exercice est proportionnelle à l'aptitude physique du sujet. Elle est discrète chez l'asthmatique « déconditionné » mais augmente de façon significative chez le sujet entraîné et limite ainsi l'incidence de l'asthme postexercice.

L'asthmatique a le privilège de bénéficier de capacités de bronchodilatation induite par l'exercice supérieures aux sujets sains.

Améliorer l'aptitude physique du sujet revient donc à augmenter la bronchodilatation induite par l'exercice et donc diminuer les conséquences d'un éventuel bronchospasme postexercice .

- L'hyperventilation est le phénomène essentiel de l'AIE puisqu'elle est responsable du refroidissement, du dessèchement et de l'hyperosmolarité de la muqueuse bronchique, de même que d'une baisse du débit cardiaque et du volume d'éjection systolique à l'origine d'une majoration de la sensation de dyspnée.

Cette hyperventilation observée à l'exercice chez le sujet asthmatique non entraîné est liée à une élévation précoce de la lactémie suivie d'une production excessive de CO<sub>2</sub> au niveau musculaire ce qui a pour effet d'induire une augmentation de la ventilation.

Avec l'entraînement, le retard de l'apparition de ce phénomène vers des intensités d'effort plus élevées permettra d'augmenter le confort ventilatoire de l'asthmatique et d'abaisser sa ventilation pour une intensité d'effort donnée.

Les exercices de réentraînement doivent répondre à plusieurs critères :

- L'intensité de l'effort doit être déterminée en fonction du seuil ventilatoire du sujet, c'est à dire seuil au delà duquel apparaît une hyperventilation ; il est déterminé par une épreuve d'effort préalable.
- L'intensité doit être facilement quantifiable.
- L'activité physique doit se dérouler dans des conditions optimales : conditions climatiques chaudes et humides, dépourvues d'allergènes respiratoires.
- Il doit exister une adaptation individuelle de chaque exercice.

En pratique, ces exercices de réentraînement consistent en des échauffements sous-maximaux à type d'exercices d'endurance ou des épreuves d'effort triangulaires : après un échauffement de 3 minutes, le sujet réalise un effort à charge croissante d'une durée de 10 à 12 minutes, suivi d'une récupération active de 2 minutes puis passive de 3 minutes. La durée de la séance est de 30 à 45 minutes à la fréquence de 2 à 5 séances par semaine, ce qui est suffisant pour induire une amélioration notable (70).

Ces exercices sont d'abord réalisés en milieu hospitalier en compagnie d'un médecin et d'un kinésithérapeute, à l'aide de moyens ergométriques puis sont poursuivis par le patient à domicile.

Ces programmes permettent donc d'observer une diminution de l'hyperventilation et une augmentation de la bronchodilatation lors de l'exercice.

Les patients observent une amélioration de leur capacité d'effort, une diminution de la sensation de dyspnée et une diminution de l'intensité des crises en relation avec un meilleur contrôle ventilatoire.

Au total, le réentraînement ou le reconditionnement à l'effort augmente le seuil anaérobie du sujet et retarde ainsi l'apparition de l'AIE, en améliorant sa tolérance à l'exercice. Mais ceci n'est possible que pour un effort modéré sous-maximal (20). La valeur de cet

entraînement à l'effort a été mise en doute du fait qu'il a été observé que certains athlètes peuvent ainsi augmenter leur VO<sub>2</sub>max, sans pour autant modifier leur sensibilité à l'exercice.

D'autres mesures permettent de modifier l'hyperréactivité bronchique post exercice, comme l'adoption d'un échauffement spécifique, l'utilisation de mesures assurant un réchauffement et une humidification de l'air inspiré.

**L'échauffement** utilise la période réfractaire pour réaliser la performance maximale. Cependant cette période n'est retrouvée que chez 50% des sujets et elle est limitée dans le temps, ce qui ne correspond pas forcément au « timing » des athlètes.

Plusieurs méthodes ont été décrites :

- réalisation d'un effort sous-maximal 20 à 30 minutes avant la performance,
- réalisation de sprints de 30 secondes (effort maximal et bref), répétés toutes les 2 minutes pendant 30 minutes.

L'arrêt de l'exercice doit être progressif, afin de permettre au sujet de contrôler sa dyspnée et doit s'effectuer par paliers dégressifs.

**La respiration nasale** évite le refroidissement et le dessèchement de l'air inspiré mais n'est possible que pour une ventilation minute < 35 l/min.

**L'utilisation de masques faciaux** permet de respirer un air chaud, humidifié et la modeste réinhalation de CO<sub>2</sub> expiré a été reconnue comme ayant un effet bronchodilatateur. De plus, le masque joue le rôle d'un filtre vis à vis des particules irritantes des voies aériennes. Néanmoins, c'est un moyen contraignant et peu concluant si il est utilisé seul.

La connaissance par l'asthmatique des facteurs de risque, comme l'air froid, sec, les allergènes, les polluants, les irritants est essentielle afin qu'il puisse les éviter. Il tiendra compte ainsi des conditions environnementales, météorologiques et des risques d'inhalation (plongée en scaphandre autonome).

Les principales méthodes non pharmacologiques sont énoncées dans le tableau VI.

Cependant, deux méthodes inhabituelles méritent notre attention : la diète et l'acupuncture.

**La diète** : il a été démontré que l'ingestion de nourriture deux heures avant l'exercice pouvait significativement augmenter l'intolérance à l'effort et le bronchospasme induit par l'exercice. Des aliments spécifiques comme les crustacés, le céleri ou le melon, ont été

1. Amélioration de l'aptitude physique par le réentraînement à l'effort.
2. Sélection de sports peu « asthmogènes » (comme la natation).
3. Echauffement utilisant la période réfractaire.
4. Arrêt de l'exercice par paliers d'intensité dégressive.
5. Respiration nasale.
6. Utilisation d'un masque facial.
7. Réchauffement et humidification de l'air inspiré.
8. Eviction des allergènes et polluants atmosphériques.

Tableau VI - PRINCIPALES MESURES PREVENTIVES NON  
PHARMACOLOGIQUES DE L'AIE.

reconnus comme des facteurs favorisant le bronchospasme induit par l'exercice, mais peut être ne s'agit-il que d'allergie (27).

**L'acupuncture** : une étude conduite sur 19 enfants souffrants d'AIE, montre que le bronchospasme induit par l'exercice est diminué de façon significative, si la séance d'acupuncture est effectuée 20 minutes avant l'exercice (71).

### VI - 3 - LE TRAITEMENT PHARMACOLOGIQUE

L'essentiel du traitement est la prophylaxie médicamenteuse (1, 2, 20, 27).

Le traitement des symptômes survenant pendant ou après l'exercice est assuré par les  $\beta$ 2 mimétiques d'action brève.

Il convient de distinguer deux cas de figure : le traitement de l'AIE avec une fonction pulmonaire de repos normale et celui de l'AIE survenant sur une fonction pulmonaire de repos anormale.

#### VI - 3 - a - Fonction pulmonaire de repos normale

Il s'agit d'un traitement administré avant l'exercice déclenchant de façon ponctuelle, lorsque la symptomatologie à l'effort est isolée.

- **Les  $\beta$ 2 mimétiques inhalés d'action brève** : ils constituent les médicaments de premier choix dans la prévention de l'AIE. En laboratoire, ils ont démontrés leurs propriétés antiinflammatoires avec une stabilisation des mastocytes, mais leur propriété majeure reste la bronchodilatation (agonistes spécifiques des récepteurs  $\beta$ 2 adrénergiques des muscles lisses bronchiques, pratiquement dépourvus par voie pulmonaire de tout effet sur les récepteurs  $\beta$ 1 cardiaques).

Leur délai d'action est quasi immédiat (5 minutes) avec un effet maximal à 15 minutes. Pour produire un effet protecteur maximal lors de l'exercice, ils doivent donc être inhalés 15 minutes avant ce dernier, à raison de 1 à 2 bouffées. La posologie préventive de 2 bouffée 15 minutes avant l'exercice est généralement efficace à 80 à 90%. Bien que leur durée d'action varie de 3 à 6 heures, ils n'assurent une complète protection que pendant 1 à 2 heures. Leur

administration peut être répétée toutes les 2 heures si nécessaire, sans dépasser 15 inhalations par jour. Cependant, il est nécessaire de réitérer les administrations pour assurer une protection efficace, lors d'efforts répétés tout au long de la journée.

Les effets secondaires (rares à doses thérapeutiques) sont nervosité, tremblements des extrémités (par stimulation des récepteurs des muscles squelettiques), céphalées, vertige, palpitations, tachycardie sinusale modérée.

La forme inhalée est la plus efficace bien que la voie orale de salbutamol soit efficace pour une minorité de patients (2).

Les  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève sont curatifs sur le bronchospasme installé.

Les  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève autorisés par le comité olympique international sont le salbutamol et le turbutaline.

- **Les  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action prolongée :** leur délai d'action est plus long (l'effet bronchodilatateur est obtenu en 15 minutes pour le salmétérol, il est plus rapide pour le formotérol et est maximal en 2 heures), ils sont donc inhalés 30 minutes avant l'exercice déclenchant mais leur action se prolonge jusqu'à 12 heures chez 55% des sujets souffrant d'AIE sur asthme stable ou modéré. Le formotérol - *Foradil®* - se présente en poudre à 12  $\mu\text{g}$  par dose et le salmétérol - *Serevent®* - se présente en aérosol doseur à 25  $\mu\text{g}$  par bouffée ou en poudre (avec système Diskaler ou Diskus) à 50  $\mu\text{g}$  par dose.

De nombreuses études ont été réalisées sur ces molécules :

Schanning (72) utilise le salmétérol à 50  $\mu\text{g}$  (en poudre) en dose unique et démontre son efficacité sur l'AIE jusqu'à 12 heures après son administration, comparativement au placebo (épreuve d'effort 4, 8 et 12 H après). Il ne retrouve aucun effet indésirable.

Carlsen (73) utilise le salmétérol à deux dosages administré le soir et démontre son effet protecteur sur l'AIE, lors d'un exercice réalisé le lendemain matin sans différence significative entre les dosages à 25  $\mu\text{g}$  et à 50  $\mu\text{g}$ . Les sujets présentaient une chute du VEMS de 34% post exercice avant traitement contre 30% après placebo, 19% après 25  $\mu\text{g}$  de salmétérol et 18% après 50  $\mu\text{g}$  de salmétérol. Il observe aussi une amélioration significative de la fonction pulmonaire de repos matinale avec le salmétérol.

De Benedictis (74) compare l'efficacité sur l'AIE de deux doses de salmétérol : 50  $\mu\text{g}$  en poudre et 25  $\mu\text{g}$  en aérosol pressurisé et conclut qu'ils induisent tous deux une bronchodilatation significative jusqu'à 12 heures comparativement au placebo.

Kemp compare l'efficacité de l'albutérol et du salmétérol sur l'AIE, en réalisant des épreuves d'effort à 30 minutes, 5 et 11 heures après leur inhalation. Leur efficacité dans la prévention de l'AIE est identique à 30 minutes, cependant seul le salmétérol diminue de façon significative la chute du VEMS à 5 et 11 heures. Le salmétérol en dose unique prévient l'AIE pendant une demi journée (1).

Daugbjerg (75) compare le formotérol et le salbutamol inhalé en poudre et conclut que le formotérol à 12 µg offre significativement une meilleure protection contre l'AIE que le salbutamol à 400 µg, à 3 et 12 heures.

Bonner (76) réalise une étude similaire comparant formotérol (12 µg) et salbutamol (200 µg) et aboutit au même résultat avec la persistance de la protection offerte par le formotérol jusqu'à 12 heures après son administration.

Ramage (77) compare le salmétérol 50 µg en dose préventive unique et en traitement de fond à raison de deux prises quotidiennes pendant 4 semaines. Il démontre son efficacité 6 et 12 heures après la première administration, mais après 4 semaines de traitement, il n'existe pas de diminution significative du bronchospasme post exercice (chute du VEMS après effort : 24% versus 32,9 à 6 H et 23% versus 28,2 à 12 H).

Nelson (78, 79) dans une étude récente, évalue l'efficacité du salmétérol sur l'AIE, en administration prolongée : 2 prises quotidiennes pendant 1 mois, en réalisant une épreuve d'effort avec inhalation d'air froid, 30 minutes après la prise matinale et 9 heures après, à J1, J14 et J29 de l'étude. Il démontre ainsi que la durée de protection diminue dramatiquement avec une utilisation continue : à J1, l'étendue de la protection est identique à 30mn et à 9 H ; à J14, la protection à 9 H est inférieure à celle à 30 mn et à J29, la protection à 9 H n'est pas meilleure que celle du placebo. Cependant l'efficacité du salmétérol est maintenue 30 minutes après l'inhalation, lors de son utilisation régulière pendant un mois.

Simons (80) rapporte cependant que le salmétérol continue à protéger contre l'AIE pendant 12 heures, même après une administration quotidienne prolongée.

Au total : du fait de leur durée d'action, les β2 mimétiques inhalés d'action prolongée sont recommandés, plutôt que ceux à action brève, dans la prévention de l'AIE chez les sujets ayant une activité sportive de plus de 30 à 60 minutes par jour. Les enfants peuvent inhaler ce traitement le matin et ainsi, être protégés lors des activités physiques et sportives tout au long de leur journée scolaire. Les β2 mimétiques inhalés d'action prolongée ne sont cependant pas

indiqués en traitement de fond pour prévenir l'AIE, puisqu'il a été démontré qu'utilisés de façon quotidienne, ils induisaient une tachyphylaxie (telle qu'il n'existait aucune différence avec le placebo).

- **Les cromones** : le cromoglycate disodique et le nédocromil sont des médicaments de deuxième choix dans la prévention de l'AIE.

Dérivés de la khelline, ils exercent une action locale au niveau de la muqueuse bronchique inhibant la synthèse et la libération par les mastocytes des médiateurs bronchoconstricteurs, pro-inflammatoires et chimiotactiques ; ils agissent aussi par inhibition du flux calcique. Ils ne sont pas bronchodilatateurs et n'ont donc qu'une action préventive sur l'AIE par inhibition cumulée de la phase précoce bronchospastique et de la phase tardive inflammatoire. Il est important d'informer les patients que les cromones n'ont pas d'effet curateur sur un bronchospasme installé. Ils sont d'autant plus efficaces que le sujet ne présente pas de bronchospasme avant l'exercice.

Ils agissent en synergie avec les  $\beta_2$  mimétiques d'où l'intérêt de leur association en deuxième intention, en cas d'inefficacité des  $\beta_2$  mimétiques inhalés seuls. Ils sont aussi utilisés seuls en cas d'intolérance aux  $\beta_2$  mimétiques inhalés.

Ils présentent de rares effets indésirables tels qu'une toux sèche, une irritation pharyngée et pour le nédocromil un goût amer (atténué par la suppression du menthol) qui le rend moins populaire. Le nédocromil n'est pas indiqué chez les enfants de moins de 2 ans.

Le cromoglycate disodique - *Lomudal*® - se présente en capsule de 20 mg (pour aérosol Spinhaler), en poudre pour aérosol doseur à 5 mg par bouffée ou en solution pour nébulisation à 20 mg par ampoule. Le nédocromil - *Tilade*® - se présente en aérosol ou en aérosol Synchroner à 2 mg par bouffée. Ces deux molécules sont autorisées par le CIO.

November (81) met en évidence, dans une étude réalisée sur 19 adolescents, que le cromoglycate disodique et le nédocromil ont une efficacité comparable dans la prévention de l'AIE (il observe une protection complète chez 9 sujets, 20 min. après inhalation de 10 mg de cromoglycate ; chez 14 sujets, 20 min. après inhalation de 4 mg de nédocromil et seulement chez 2 après inhalation du placebo). Cependant, il relate une meilleure performance du nédocromil, lors de la mesure du VEMS à 1 min. après l'exercice déclenchant. En effet, le nédocromil, antiinflammatoire pyranoquinolique, aurait un délai d'action plus rapide que le cromoglycate.

Ils sont en principe inhalés 15 à 30 min. avant l'exercice déclenchant.

Cavallo (82) dans une étude regroupant 30 adolescents souffrant d'AIE sur asthme stable, démontre que 2 bouffées de nédocromil (4 mg) inhalé 30 min. avant l'effort déclenchant sont efficaces ; 17 sujets (56%) étaient complètement protégés (diminution du VEMS < 5%), 13 sujets (44%) l'étaient partiellement (diminution du VEMS <10%) et le bronchospasme persistait chez 15 des sujets ayant reçu le placebo.

Verrotti (83) dans une étude comparable, relate l'efficacité du nédocromil dans la prophylaxie de l'AIE au sein de la population pédiatrique (49 enfants).

De Benedictis (84, 85) ne met en évidence aucune différence significative d'efficacité sur le bronchospasme post exercice entre le cromoglycate disodique, le nédocromyl et le placebo, 140 min. après leur inhalation. Aucun n'est efficace après 2 heures. Ils souffrent d'une durée d'action plus courte que les  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève.

Valero (86) réalise une étude comparative entre 2 posologies de nédocromil. Dans le premier groupe, 4 mg de nédocromil sont inhalés en chambre d'inhalation 30 min. avant l'exercice et l'index de protection est > 30% dans 9 cas sur 13 (chute du VEMS de 12,6% contre 36,6% sans traitement). Dans le deuxième groupe, les sujets reçoivent 4 mg de nédocromil toutes les 8 heures pendant 4 semaines et 30 min. avant l'exercice et l'index de protection est > 30% dans 10 cas (diminution du VEMS de 9,7%). La dose unique de 4 mg est donc efficace dans la prévention de l'AIE mais aucune différence significative n'est établie entre les 2 posologies. La prise unique avant l'exercice reste le schéma de choix.

Pichaiapat (87) démontre que l'effet protecteur sur l'AIE, de 200 $\mu$ g de terbutaline et de 10 mg de cromoglycate disodique inhalés 15 min. avant l'exercice, est comparable (respectivement chute de VEMS de 4,05% et de 11,29% contre 23% pour le placebo).

Les cromones sont efficaces dans la prévention de l'AIE dans 50 et 70% des cas.

Les cromones semblent bloquer l'augmentation des résistances aériennes induite par l'air froid chez le sujet normal comme chez le jeune asthmatique (88).

- **Les corticoïdes inhalés** : ils ne trouvent pas leur place dans le traitement préventif de l'AIE en prise unique.

Pichaiapat (87) ne met en évidence, 15 min. après inhalation de 2 bouffées de budesonide (*Pulmicort®*), aucun effet protecteur sur le bronchospasme induit par l'exercice (chute du VEMS de 20,36% contre 23% pour le placebo).

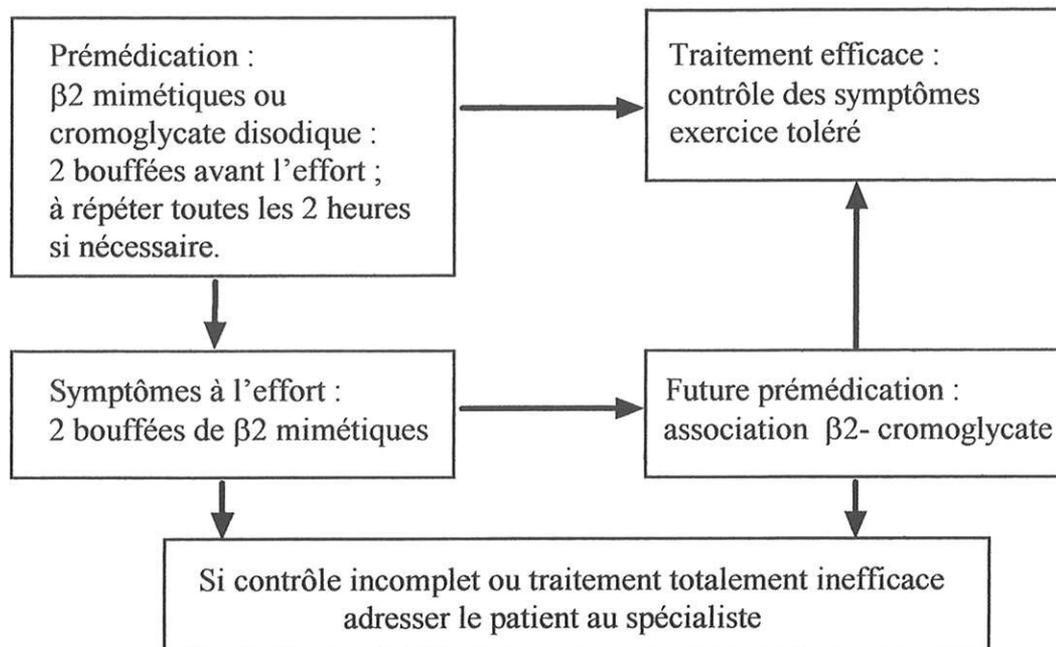


Fig. n° 19 - PRISE EN CHARGE DE L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE

<p>TRAITEMENTS AUTORISÉS :</p> <p>Albutérol (Ventoline)*</p> <p>Terbutaline (Bricanyl)*</p> <p>Béclométhasone (Bécotide, Béclojet, Prolair)*</p> <p>Dexaméthasone (Auxisone)*</p> <p>Triamcinolone*</p> <p>Flunisolide (Bronilide) *</p> <p>Cromoglycate disodique (Lomudal)</p> <p>Nédocromil (Tilade)</p> <p>Théophylline</p> <p>* : formes inhalées ou nasales uniquement sur prescription médicale</p>
--

Tableau VII - RECOMMANDATIONS DU COMITE OLYMPIQUE SUR LES TRAITEMENTS DE L'ASTHME

Néanmoins, utilisés en traitement de fond (au moins 4 semaines de traitement à la posologie quotidienne recommandée de 400 µg) conjointement aux β2 mimétiques, ils réduisent l'hyperréactivité bronchique et diminuent la sévérité de l'AIE.

Leurs effets indésirables à type d'irritation (transitoires : gêne pharyngée, toux, raucité de la voix) ou candidoses oro-pharyngées peuvent être totalement éliminés par l'utilisation d'une chambre d'inhalation ou un gargarisme à l'eau après leur utilisation.

**En résumé :** les épisodes isolés d'AIE sur fonction pulmonaire de repos normale ne nécessitent pas de traitement de fond par antiinflammatoire, mais un traitement préventif par β2 mimétiques en association ou non avec les cromones ainsi qu'un traitement curatif par β2 mimétiques d'action brève en cas de symptômes à l'effort. Cependant, si la symptomatologie à l'effort persiste malgré un traitement prophylactique bien conduit, un asthme décompensé est possible. Un bilan respiratoire est alors indiqué et la prise quotidienne d'un glucocorticoïde inhalé est à envisager. Ce schéma thérapeutique est décrit dans la figure n° 19.

D'autres substances ont été étudiées mais leur utilisation clinique reste exceptionnelle, en raison de l'inconstance de leur activité sur l'AIE ou de leur effets secondaires systémiques.

- **La théophylline :** par voie orale a un effet variable. Elle constitue pourtant le traitement préventif de l'AIE de troisième intention, lorsque les β2 mimétiques ou les cromones sont inefficaces. Elle est bronchodilatatrice agissant par inhibition des phosphodiésterases et possède des effets antiinflammatoires dans l'asthme à des doses inférieures aux doses dilatatrices. Sa forme en sirop ou en comprimé est administrée 1 heure avant l'exercice déclenchant, à la posologie de 5 mg/kg. Son utilisation est réduite du fait de la nécessité de la surveillance de la concentration plasmatique, des nombreux effets secondaires (céphalées, tremblements, nausée,..) et des problématiques interactions médicamenteuses. Ses formes orales à libération prolongée ont un délai d'action de 24 heures et ne sont donc indiquées que dans le traitement de fond de l'asthme persistant, à la posologie de 10 mg/kg/J. La théophylline est autorisée par le CIO (se référer au tableau VII).

- **Le bromure d'ipratropium** : est un anticholinergique inhibant l'augmentation du tonus des bronches et la bronchoconstriction réflexe par effet inhibiteur sur les récepteurs muscariniques M3 des muscles lisses bronchiques, mais son action bronchodilatatrice concerne préférentiellement les grosses bronches proximales. Cette molécule (*Atrovent®*) est quasiment dépourvue d'effets systémiques. Son action est retardée, ce qui limite son utilisation. En administration unique, 1 heure avant l'exercice, son efficacité sur l'AIE est variable, estimée à 40% et ceci, uniquement lors d'une fonction pulmonaire de repos proche de la normale.

- **Les antihistaminiques H1** : tels que la terfénadine semblent efficaces en administration orale à la posologie de 120 mg, 1 à 2 heures avant l'exercice et sont utiles en association avec les  $\beta_2$  mimétiques ou les cromones. Elles réduisent modestement le bronchospasme et semble améliorer la respiration nasale.

Ces divers traitements pharmacologiques sont regroupés dans le tableau n° VIII.

Cependant, dans la pratique courante, la panoplie des traitements pharmacologiques préventifs de l'AIE s'enrichit d'une nouvelle molécule : le montelukast.

- **Les inhibiteurs des leucotriènes :**

Manning (38) démontre que le traitement préventif avec un puissant et sélectif antagoniste des leucotriènes LTD4, le MK571, réduit de façon notable le bronchospasme induit par l'exercice chez des patients atteints d'un asthme stable (chute du VEMS post exercice de 9,2% contre 25% avec le placebo). Mais il observe des effets indésirables tels que des céphalées et des douleurs abdominales.

Jonathan et Leff (93) dans une étude récente, évaluent l'effet protecteur sur l'AIE du **montelukast**, un antagoniste des récepteurs des leucotriènes, lors de son administration quotidienne pendant 12 semaines. Cent dix adolescents et jeunes adultes atteints d'un asthme modéré ou stable y participent : 54 reçoivent 10 mg de montelukast et 56 un placebo. Une épreuve d'effort est réalisée 20 et 24 heures après l'administration du traitement, à la 4<sup>ième</sup>, 8<sup>ième</sup> et 12<sup>ième</sup> semaine. L'effet protecteur après 4 et 8 semaines de traitement est notable et comparable. A la 12<sup>ième</sup> semaine, il offre une meilleure protection que le placebo avec une moyenne de 47% d'inhibition de l'AIE. Une variation considérable est pourtant observée:

23% des sujets bénéficient d'une protection complète (définie par une chute du VEMS < 10% post exercice) et 25% d'une protection partielle ou inexistante ( chute du VEMS > 30%). Après 12 semaines, on note une diminution du recours aux  $\beta$ 2 mimétiques avant et pendant l'effort.

Au total, cette molécule offre une protection conséquente contre l'AIE, après 12 semaines de traitement, mais pas chez tous les sujets souffrant d'asthme modéré ou stable. Certains estiment qu'il y aurait une « chance » sur quatre de n'avoir aucune réponse.

Le montelukast est le seul inhibiteur des leucotriènes à avoir reçu l'approbation de la « Food and Drug Administration » pour son utilisation chez les enfants de plus de six ans. Le comité olympique international autorise son utilisation chez les athlètes de compétition.

La prise unique quotidienne du montelukast (*Singulair*® récemment mis sur le marché français) est orale : de 10 mg chez l'adulte et l'adolescent de 15 ans et plus, et de 5 mg chez l'enfant de 6 à 14 ans.

Chez les patients sensibles au montelukast, sa durée d'action est de 20 à 24 heures, même après un traitement prolongé. Aucun phénomène de tachyphylaxie, ni d'effet rebond à l'arrêt de ce traitement n'a été observé.

Cette molécule possède peu d'interactions médicamenteuses ou d'effets indésirables connus. Lors des études d'interactions médicamenteuses, aucune conséquence clinique importante n'a été mise en évidence avec la théophylline, la prednisone, la prednisolone, la trefénadine, les contraceptifs oraux, la digoxine et la warfarine. Cependant, la prudence est requise, en particulier chez les enfants, lors de l'administration concomitante de médicaments inducteurs du CYP 3A4 (le montelukast est métabolisé par ce dernier) comme le phénobarbital, la phénytoïne et la rifampicine. Les effets indésirables, bénins n'ont pas entraîné l'arrêt de traitement. A la posologie de 10 mg, plus de 1% des sujets ont présentés les effets indésirables suivants : asthénie, fatigue, fièvre, douleur abdominale, diarrhées, dyspepsie, douleur dentaire, étourdissement, céphalée, insomnie, congestion nasale, syndrome grippal et rash cutané. A la posologie de 5 mg, les effets indésirables sont identiques et l'incidence n'est pas significativement différente dans les deux groupes.

Pour ces raisons, ce traitement additif de l'asthme est indiqué chez de nombreux enfants et adultes atteints d'un asthme persistant léger à modéré insuffisamment contrôlé par les corticoïdes inhalés et les  $\beta$ 2 mimétiques d'action brève administrés à la demande. Il est aussi

Agent	Délai d'action	Efficacité	Durée d'action
Les $\beta_2$ mimétiques d'action brève : Salbutamol Terbutaline Tirbutérol Fénotérol	5 à 10 minutes	+++	2 heures
Les $\beta_2$ mimétiques d'action prolongée : Salmétérol Formotérol	30 minutes	+++	12 heures
Les cromones : Cromoglycate disodique Nédocromil	15 minutes	+++	1 à 2 heures
Les corticoïdes : Béclométasone Dexaméthasone Budésonide Fluticasone	jours : prise quotidienne régulièrement	+++	Longue
La théophylline	60 minutes	$\pm$	Variable
Les anticholinergiques : Ipratropium bromure Oxitropium bromure	60 minutes	$\pm$	Variable
Les antihistaminiques	60 minutes	+	Variable

Tableau VIII - PREVENTION PHARMACOLOGIQUE DE L'AIE .

indiqué chez les patients présentant un asthme stable se manifestant par une bronchoconstriction induite par l'exercice (pour un contrôle des symptômes à long terme).

D'autres molécules semblent intéressantes dans la prévention de l'AIE bien que des investigations supplémentaires soient nécessaires pour que leur utilisation générale soit recommandée.

- **L'héparine inhalée :** a une efficacité documentée sur l'AIE mais son mécanisme d'action reste inconnu ; le blocage de la libération des médiateurs par les mastocytes semble néanmoins plus probable que son action directe sur les muscles lisses bronchiques.

Carrigo (89) compare l'inhalation de 20 mg de cromoglycate et celle de 4 ml d'héparine à 20 000 U/ml sur 9 sujets souffrant d'AIE sur asthme stable. Une épreuve d'effort sur tapis roulant est réalisée 15 min, 1, 3 et 6 heures après l'inhalation. La diminution du bronchospasme induit par l'exercice était de 58%, 78% et 67% pour l'héparine et de 37%, 46% et 41% pour le cromoglycate. Les deux molécules n'ont pas d'effet sur la fonction pulmonaire de repos, sont inefficaces 6 heures après leur inhalation mais l'héparine semble offrir une meilleure protection contre l'AIE à 1 et 3 heures.

Ahmed avait réalisé une étude comparable sur 12 sujets souffrant d'AIE et notait une diminution de la fonction pulmonaire après l'exercice de 9% pour l'héparine contre 22% avec le cromoglycate et 35% avec le placebo (2).

- **Le furosémide inhalé :** dans l'hypothèse de la déshydratation des muqueuses bronchiques, son efficacité sur l'AIE a fait l'objet de nombreuses études.

Bianco (34) démontre que seule la forme inhalée est efficace dans la prévention de l'AIE (20 mg par voie orale a une efficacité inférieure à celle du placebo).

Melo (90) compare l'inhalation de 20 mg de furosémide et celle de 20 mg de cromoglycate disodique . Il conclut que ces deux molécules ont un effet comparable sur la prévention de l'AIE chez les enfants sans effets indésirables à ces doses.

Novembre (91) compare l'inhalation de 30 mg de furosémide et celle de 4 mg de nédocromil sur 24 enfants et adolescents souffrant d'AIE ; vingt minutes après leur inhalation, une épreuve d'effort est réalisée et il observe une chute du VEMS post exercice de 11,4% avec le furosémide contre 15,4% avec le nédocromil et 28,4% avec le placebo. L'efficacité du furosémide et du cromone est comparable mais administrées conjointement,

ces molécules augmentent significativement l'effet protecteur sur l'AIE, suggérant une synergie d'action (avec une chute du VEMS post exercice de seulement 5,7%).

Novembre (35) dans une autre étude compare de deux doses de furosémide (15 et 30 mg) et constate une efficacité sur la prévention de l'AIE comparable des deux doses à 1, 2 et 3 heures après inhalation mais la posologie de 30 mg a une durée d'action plus longue (jusqu'à 6 heures) cependant avec un effet diurétique manifeste.

D'autres investigations sont nécessaires pour établir la dose minimale efficace de furosémide en association au nédocromil.

- **Les antagonistes des récepteurs de neurokinine 1** : les neuropeptides, comme la SP (substance P) joueraient un rôle dans le bronchospasme induit par l'hyperpnée.

Ichinose (92) évalue dans son étude l'importance des tachykinines sur le bronchospasme induit par l'exercice en utilisant l'inhalation de 2,5 mg de FK-888 (antagoniste sélectif des récepteurs des neurokinine 1) 20 minutes avant l'exercice. Il n'observe aucun effet significatif sur la fonction pulmonaire de repos, ni d'atténuation significative de l'augmentation maximale des Raw mais une diminution du temps de retour à la fonction pulmonaire de repos après l'exercice chez 9 asthmatiques stables.

- **Les inhibiteurs calciques** : inhibent la libération du contenu mastocytaire et préviennent l'AIE dans un groupe réduit de sujets, cependant ils ne sont pas conseillés en traitement préventif de l'AIE.

**Au total** : Les  $\beta_2$  mimétiques sont des agents de première intention et peuvent être associés aux cromones. L'administration de corticoïdes inhalés à long terme est un traitement de troisième choix et dans ce cas un asthme « instable » est probable.

### **VI - 3 - b - Fonction pulmonaire de repos anormale**

La stratégie est double : elle comprend la stabilisation et la correction de la fonction pulmonaire anormale jusqu'à des valeurs attendues, ce qui permettra dans un deuxième temps, d'administrer le traitement avant exercice de façon efficace.

## TRAITEMENT DE L'ASTHME PAR PALIERS POUR UNE PRISE EN CHARGE AU LONG COURT

### 1. Intermittent

Clinique avant traitement : symptômes intermittents < 1 fois/semaine, exacerbations brèves, symptômes d'asthme nocturne < 2 fois/mois  
absence de symptômes et fonction respiratoire normale entre les crises  
DEP ou VEMS  $\geq$  80% des valeurs attendues, variabilité < 20%

Traitement de fond : non nécessaire

Traitement des symptômes :  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève, en fonction des besoins, au moins une fois/semaine  
traitement plus intense en fonction de la sévérité des crises  
 $\beta_2$  mimétique inhalé ou cromones avant l'effort ou l'exposition à un allergène

### 2. Persistant léger

Clinique avant traitement : 1 fois/semaine < symptômes < 1 fois/jour  
crises susceptibles de pouvoir retentir sur l'activité ou le sommeil  
symptômes d'asthme nocturne > 2 fois/mois

absence de symptômes et fonction respiratoire normale entre les crises  
DEP ou VEMS  $\geq$  80% des valeurs attendues, variabilité 20 à 30%

Traitement de fond : corticoïdes inhalés : 200-500 $\mu$ g, cromone ou théophylline LP  
si nécessaire augmenter les corticoïdes inhalés (jusqu'à 800 $\mu$ g) ou ajouter un bronchodilatateur d'action prolongée (++ si symptômes nocturnes) :  
 $\beta_2$  mimétique inhalé d'action prolongée,  $\beta_2$  mimétique oral d'action prolongée, théophylline LP

Traitement des symptômes :  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève en fonction des besoins, sans dépasser 3 à 4 fois/jour

### 3. Persistant modéré :

Clinique avant traitement : symptômes quotidiens :

crises susceptibles de pouvoir retentir sur l'activité ou le sommeil  
symptômes d'asthme nocturne > 1 fois/semaine

utilisation quotidienne de  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève  
60% < DEP ou VEMS > 80% des valeurs attendues, variabilité > 30%

Traitement de fond : médicaments quotidiens : corticoïde inhalé (800 à 2000 $\mu$ g) et bronchodilatateur d'action prolongée, en particulier en cas de symptômes nocturnes :  
 $\beta_2$  mimétique inhalé d'action prolongée,  $\beta_2$  mimétique oral d'action prolongée, théophylline LP

Traitement des symptômes :  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève en fonction des besoins, sans dépasser 3 à 4 fois/jour

### 4. Persistant sévère :

Clinique avant traitement : symptômes permanents :  
crises fréquentes, symptômes d'asthme nocturne fréquents,  
activités physiques limitées par les symptômes d'asthme  
DEP ou VEMS  $\leq$  60%, variabilité > 30%

Traitement de fond : médicaments quotidiens : corticoïde inhalé (800 à 2000 $\mu$ g) ou plus, bronchodilatateur d'action prolongée :  $\beta_2$  mimétique inhalé d'action prolongée et/ou théophylline LP et/ou  $\beta_2$  mimétique oral d'action prolongée  
corticoïde oral

Traitement des symptômes :  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève en fonction des besoins

Tableau IX. Adapté de « Global strategy of asthma management and prevention »  
NHLBI publication n° 95-3659 janvier 1995.

Le traitement visant à stabiliser la fonction pulmonaire est un traitement de « fond ». Il est identique à celui des autres asthmatiques et est schématisé sur le tableau IX.

Les corticoïdes inhalés constituent le traitement de choix en cas d'asthme « instable ».

Les cromones, autre antiinflammatoire, inhalés 3 à 4 fois par jour de façon régulière constituent un traitement préventif particulièrement adapté en cas d'asthme allergique.

La théophylline orale administrée à la dose de 10 mg/kg/jour en deux prises régulièrement est aussi un traitement de fond efficace en cas d'asthme instable.

Les anticholinergiques comme l'ipratropium bromure - *Atrovent*® - inhalé au long court à raison de 2 bouffées (20 µg) 3 à 4 fois par jour ou l'oxitropium bromure - *Tersigat*® - à 2 bouffées (100 µg) 2 à 3 fois par jour sont indiqués dans le traitement de fond de l'asthme.

Ces traitements de fond visant à ramener la fonction pulmonaire à des valeurs proches de la normale doivent impérativement être associés à un traitement ponctuel avant l'exercice déclenchant pour assurer une protection efficace contre l'AIE, comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédant.

La prise en charge efficace de l'asthme induit par l'exercice comporte donc un traitement préventif ainsi qu'un contrôle de l'asthme « chronique ».

### **VI - 3 - c - L'observance chez les adolescents asthmatiques**

L'asthme est une pathologie au cours de laquelle l'observance est particulièrement déplorable. Cette mauvaise observance résulte très probablement du fait que l'asthme est caractérisé par des accès aigus au cours desquels le traitement par les  $\beta_2$  mimétiques inhalés d'action brève apporte un soulagement rapide au décours duquel le patient ne ressent plus la nécessité de poursuivre un traitement régulier. Le passage de l'enfance à l'adolescence, toujours mal vécu, altère d'autant plus la qualité d'une observance déjà fragile. L'adolescent, confiant dans une automédication aisée, recherche une indépendance vis-à-vis de l'attention parentale et de l'autorité médicale. Ceci pouvant conduire à l'extrême à un véritable rejet thérapeutique susceptible de s'accompagner d'une perte progressive de la perception du bronchospasme (qui n'est déjà pas ressenti systématiquement) même à un degré extrême. Une autre difficulté résulte du passage de la médecine pédiatrique à la médecine d'adulte (pneumologue) que l'adolescent ressent comme un abandon, ce qui favorise le désir d'indépendance vis-à-vis de la maladie. Il est donc nécessaire de prendre des précautions

particulières lors de cette « charnière » critique et idéalement, les consultations devraient réunir pendant un certain temps, le pédiatre et la pneumologue afin que l'adolescent ne perde pas le bénéfice acquis pendant l'enfance.

### **VI - 3 - d - L'utilisation du spray**

L'éducation sur l'utilisation du spray du patient asthmatique est primordiale. Bien souvent, leur mauvaise utilisation par défaut d'éducation engendre un échec thérapeutique.

Le mode d'emploi de l'aérosol-doseur doit être clairement exposé :

- Agiter l'aérosol
- Ouvrir le couvercle protecteur de l'embout buccal
- Expirer complètement pour vider l'air des poumons (hors de portée de l'aérosol)
- Placer l'embout buccal entre les lèvres bien fermées autour de ce dernier, le fond de la cartouche orientée vers le bas
- Inspirer par la bouche aussi profondément que possible en appuyant en même temps sur la cartouche de façon à déclencher la pulvérisation
- Retirer l'aérosol de la bouche, fermer la bouche et retenir sa respiration pendant 5 à 10 secondes.

Mais trop souvent, l'usage de l'aérosol se heurte à la mauvaise coordination main-poumon particulièrement chez l'enfant de moins de 6 ans ou même chez l'enfant plus âgé au cours des crises. Ce problème peut être résolu par leur administration à l'aide de chambre d'inhalation d'utilisation plus facile :

- Secouer l'aérosol-doseur après en avoir retiré le couvercle protecteur
- Introduire l'embout de la chambre d'inhalation dans la bouche et fixer l'aérosol-doseur de l'autre côté
- Appuyer sur la cartouche de l'aérosol et faire 5 cycles respiratoires à l'aide d'inspirations lentes ou inspirer à fond et bloquer sa respiration pendant 10 secondes.

D'autres dispositifs ont été mis au point afin d'améliorer la mauvaise coordination main-poumon. Le spray est administré à l'aide de dispositifs spéciaux tels que le système Turbuhaler (pour le Bricanyl et le Pulmicort Turbuhaler), le système Diskaler (pour le

Ventodisks et le Serevent), le système Diskus( pour le Serevent et le Flixotide Diskus), le système Autohaler (pour le Maxair, qui est réservé à l'adulte et le Prolair Autohaler) ou le système Spinhaler (pour le Lomudal capsule) où la délivrance du principe actif est déclenchée par l'inspiration, même à faible débit inspiratoire, et non par une pression manuelle, mais là encore leur manipulation doit être bien comprise par le patient et correctement expliquée par le prescripteur.

L'objectif thérapeutique de l'AIE est une prise en charge globale et optimale afin de permettre aux sujets atteints de cette affection de participer à des activités physiques et sportives sans aucune restriction, ceci incluant l'éducation du patient sur l'utilisation de l'aérosol-doseur.

## VII - EPIDEMIOLOGIE

L'asthme est la maladie chronique la plus fréquemment rencontrée en pédiatrie et sa prévalence chez l'enfant varie de 1,5 à 23% (94) avec la plus part des estimations entre 6 et 12%. Les trois quarts des sujets ont leur première crise avant l'âge de vingt ans. La prévalence de l'asthme est en augmentation constante depuis 1960 et elle aurait doublée en dix ans. Elle était estimée à 3,34% en 1982 et à 5,07% en 1991 par le « United States National Center of health statistics » pour des âges de 0 à 45 ans.

L'augmentation des hospitalisations pour asthme dans les pays occidentaux, n'est pas uniquement due à l'augmentation de l'offre mais aussi à une réelle aggravation de sa morbidité qui est estimée à 29% (55).

La mortalité liée à l'asthme est aussi en augmentation. Aux Etats-Unis, elle est passée de 1674 décès en 1977 (0,8/100 000 habitants) à 3 955 décès en 1986 (1,6/100 000) et continue de croître avec 4 580 décès en 1988. En France, on dénombre 1 900 morts, toutes tranches d'âge confondues, en 1990, pour 1 480 morts en 1980. Les sujets de plus de 65 ans sont les principaux atteints mais l'augmentation concerne surtout les moins de 15 ans. Il est navrant de constater que la majorité des décès sont évitables ; en effet, les facteurs de risque sont les

antécédents d'asthme aigu grave, la mauvaise estimation de la maladie (de sa sévérité ou par retard de diagnostic), la sous-médicalisation (par l'utilisation insuffisante de corticoïdes, l'inobservance et la mauvaise éducation des patients) et les désordres « psychosociaux ».

Le retentissement socioprofessionnel et scolaire n'est pas négligeable avec en France 5 millions de journées de travail perdues et 25% des causes d'absentéisme scolaire. Aux USA, l'absentéisme scolaire est estimé à 10 millions de jours en 1990 (2).

Dans les années 1990, le coût de l'asthme aux USA est estimé à 6,2 milliards de dollars, contre 1 milliard en 1975, et à 8 millions de francs en France. Ce qui représente 1% des coûts médicaux totaux des pays développés.

Malgré ces chiffres alarmants, l'asthme reste encore méconnu, sous-estimé et sous-traité. En effet, un nombre significatif d'asthmatiques restent non diagnostiqués (54) et on estime que 29 à 51% des asthmatiques sont asymptomatiques en dehors de l'effort ou non diagnostiqués car ils ne bénéficient pas d'un dépistage tôt dans l'enfance. L'asthme induit par l'exercice peut être la première manifestation de la maladie asthmatique et tout diagnostic d'AIE devrait faire suspecter un asthme chronique sous-jacent. La recherche d'un asthme induit par l'exercice peut permettre une détection précoce de la maladie asthmatique.

La prévalence de l'asthme d'effort ou induit par l'exercice, varie de 5,6 à 30% avec une fourchette le plus souvent située entre 6 et 13% (2). Elle concerne 40 à 90% de la population asthmatique et 35 à 40% de la population souffrant de rhinite allergique (1, 2, 20, 27). Les variations de prévalence sont en relation avec les conditions de température, d'humidité, de pollution et la concentration en allergènes ; avec la population étudiée ; l'intensité, la durée et le type de l'effort ; la méthode d'évaluation de la fonction respiratoire, la durée de la surveillance et les critères de positivité de l'épreuve.

Une étude d'envergure mondiale a été récemment réalisée sur l'asthme, les rhinoconjonctivites allergiques et l'eczéma atopique chez les enfants. Elle mérite notre attention :

■ En 1997, l'étude ISAAC (110) est réalisée sur 46 3801 enfants dans 56 pays. Elle est basée sur l'analyse de questionnaires écrits en association ou non avec des questionnaires vidéo et révèle que la prévalence globale sur 12 mois de l'asthme est de 8% (varie entre 1,6 et 36,8%), celle des rhinoconjonctivites allergiques est de 7,5% (varie entre 1,4 et 39,7%) et celle de l'eczéma atopique est de 3,6% (varie entre 0,3 et 20,5%).

De nombreuses études anglo-saxonnes ont été réalisées sur l'AIE chez l'enfant :

■ En 1975, Bierman (95) en utilisant une course libre comme test d'effort et une chute du VEMS d'au moins 15% de la valeur de repos, rapporte que 63% des enfants asthmatiques et que 41% des enfants sujets aux rhinites allergiques ont eu une épreuve positive.

■ Burr et al. (96) réalisent une étude comparative entre 818 enfants âgés de 12 ans en 1973 et 916 en 1988, utilisant des questionnaires révélants qu'en 1973, 5,5% des enfants avaient des antécédents d'asthme, 9,4% des rhinites allergiques et 5,8% présentaient des sifflements à l'effort contre respectivement 12%, 14, 9% et 10,5% en 1988. L'épreuve d'effort est une course libre et son critère de positivité est une chute de DEP d'au moins 15% de la valeur de repos. En 1973, 6,7% des enfants ont eu une épreuve d'effort positive et 2% d'entre eux avaient une chute supérieure à 25% contre respectivement 7,7% et 4,1% en 1988.

■ En 1985, Rice (97) réalise une étude dans les collèges, utilisant une course libre et avance une prévalence de 2,8% seulement.

■ En 1988, Tsanagas met en évidence une prévalence de 14% chez des enfants âgés de 12 à 16 ans avec une course libre (2).

■ En 1991, Bransford (98) rapporte une prévalence d'AIE de 9% (18 sur 201 enfants âgés de 10 à 12 ans avaient une chute d'au moins 15% du DEP, après une course libre de 6 minutes). Un tiers des asthmatiques et 15% des enfants souffrant de rhinite allergique avaient une épreuve positive. Il note que le DEP de repos n'a pas de valeur prédictive sur une épreuve positive.

■ De 1985 à 1991, Jones et Bowen (56) examinent 956 enfants âgés de 5 à 12 ans dont 864 sans aucun antécédent d'asthme connu, parmi lesquels 60 ont une chute significative de DEP après une course libre de 6mn (6,9%). Le suivi de 55 des 60 enfants non asthmatiques connus ayant une épreuve d'effort positive montre que 32 d'entre eux ont développé un asthme « cliniquement reconnu » dans les 6 ans. Les 92 autres enfants sont des asthmatiques connus ; 33 ont une épreuve d'effort positive (40%) et 7 sont incapables de terminer la course en raison d'un bronchospasme. La prévalence toute population confondue est donc estimée à 9,7%. Pour chaque population (asthmatiques connus ou non) un groupe de contrôle d'enfants ayant une épreuve négative est comparé à celui des enfants ayant une épreuve positive. Il existe une prévalence significativement plus élevée d'allergie et de pathologie respiratoire

supérieure, dans le groupe des enfants présentant une hyperréactivité bronchique objectivée à l'effort que dans le groupe exempt de cette affection.

- En 1991, Kiely et al. (99) avancent une prévalence de **5,6%** en utilisant une course libre chez des enfants d'élémentaire.

- En 1992, Rupp et al. (100) réalisent une étude chez des adolescents de 12 à 18ans ; après avoir rempli un questionnaire et été interrogés, ils réalisent une spirométrie de repos. Tous les élèves effectuent une épreuve d'effort sur tapis roulant (sans tenir compte de leur résultats au questionnaire et à la spirométrie). Vingt deux sur 166 ont une diminution de VEMS d'au moins 15% : ce qui réalise une prévalence de **13%** et 15 d'entre eux (9%) de plus de 20% après l'exercice. Sur les 48 étudiants « à risque » (antécédents d'asthme, d'allergie, spirométrie de repos anormale) 8 ont une épreuve positive (17%) et sur les 118 « non à risque » 14 ont une épreuve positive (12%) ; au total, deux tiers des sujets présentant un AIE n'auraient pas été dépistés si les test de repos et le questionnaire avaient été utilisés comme sélection pour la participation à l'épreuve d'effort.

- En 1993, Bardagi et al. (69) suggèrent une prévalence de **6,9%** (population de 2 056 enfants réalisant une course libre de 6mn) et notent que le pourcentage d'épreuve positive (chute du DEP d'au moins 15%) diminue avec l'âge.

- En 1993, Williams et al. (101) avancent une prévalence de **16%** (31 des 237 enfants âgés de 8 à 12 ans après avoir couru pendant 6 mn ont une chute de DEP supérieure à 15% de la valeur de repos).

- En 1994, Agudo (102) évalue le rôle du tabac dans la survenue de l'AIE chez 2 056 enfants de 9 à 14 ans. La positivité de l'épreuve d'effort (course libre de 6 minutes) est définie pour une chute du DEP post exercice d'au moins 15% ; il relate ainsi une prévalence de **6,6%**. L'exposition à la tabagie maternelle est significativement plus associée à l'AIE des enfants que la non exposition. Cette étude suggère donc que l'exposition à un environnement tabagique a un rôle déterminant dans la survenue de l'asthme induit par l'exercice chez les enfants.

- En 1995, Nichols et Longsworth (103) lors d'une étude en primaire et secondaire utilisant une bicyclette érgométrique, relatent une prévalence de **20%**.

- En 1995, Ernst et al. (104) examinent 989 enfants âgés de 5 à 13 ans après une course libre de 6mn et trouvent que 17,5% de garçons et 21,3% de filles avaient une chute de VEMS d'au moins 10%.

■ En 1995, Randolph et al. (55) randomisent 303 adolescents âgés de 13 à 17 ans qui remplissent un questionnaire, ce qui permet de définir que 29% des enfants ont des antécédents d'asthme récurrent, 16% d'allergie, 28% d'asthme et d'allergie et 27% ne sont ni asthmatiques, ni allergiques connus. Seulement 112 participent à un course libre de 7mn dont 25 (22%) sont qualifiés de positifs (chute d'au moins 15% du DEP). Vingt d'entre eux acceptent de participer à une 2<sup>ième</sup> épreuve trois mois plus tard et 14 ont une chute significative de DEP : une prévalence de **12,5%** est donc avancée. Seize sur les 20 participants à la 2<sup>ième</sup> épreuve réalisent un 3<sup>ième</sup> test utilisant la spirométrie gold-standard comme évaluation de la fonction respiratoire après l'effort : la prévalence relevée est alors de 7% . Globalement, 32% des épreuves positives sont rencontrées chez des enfants sans antécédent d'asthme ou d'atopie.

■ En 1996, Vacek (54) réalise une étude sur une population de 830 adolescents de 14 à 17 ans. Des questionnaires sont remplis au préalable pour définir les facteurs prédisposants. L'épreuve d'effort consiste en une course libre de 6mn et sa positivité est définie par une diminution du DEP post exercice d'au moins 15% de sa valeur de repos. Elle relate une prévalence de **13,2%** d'épreuve positive : dans ce groupe, un nombre significatif (34,6%) n'était pas diagnostiqué. Elle conclut que l'antécédent d'une maladie allergique est le facteur prédictif majeur (76,4% des allergiques et 65,4% des asthmatiques ont une épreuve positive).

■ En 1996, Provost et Graig (51) rapportent une prévalence de **30%** chez des patineurs de haut niveau, en accord avec le taux attendu lors d'un effort particulièrement intense par temps froid.

■ En 1996, Feinstein (105) réalise une étude sur 48 footballeurs afro-américains de 14 à 18 ans, lors de leur entraînement habituel et observe que **35%** ont une chute du DEP post exercice  $\geq 15\%$  et **18,75%** une chute du VEMS post exercice  $\geq 15\%$ .

■ En 1996, Mannix (106) réalise une étude identique à celle de Provost et rapporte une prévalence tout aussi élevée, de **34,6%** chez 124 patineurs artistiques.

■ En 1996, Busquets (107) rapporte une prévalence de l'AIE de **11%** lors d'une étude sur 2 842 adolescents de 13 à 14 ans. L'épreuve d'effort était une course libre et une chute d'au moins 15% du DEP post exercice était significative.

■ En 1997, Addo-Yobo (108) étudie 1 095 enfants âgés de 9 à 16 ans issus de milieu urbain riche ou pauvre et de milieu rural. La positivité de l'épreuve d'effort est défini pour une chute de DEP post exercice  $\geq 12,5\%$ . Il obtient une prévalence toute population

confondue de 3,1% qui est significativement plus élevée dans la population urbaine riche (4,7%) que dans la population urbaine pauvre (2,2%) ou rurale (1,5%).

■ En 1997, Heaman (109) rapporte une prévalence de 5,7% dans une population d'enfants issus de milieu rural.

Les études les plus récentes sont exposées sur le tableau X.

Les études réalisées en France sont peu nombreuses et portent essentiellement sur l'enfant asthmatique en milieu scolaire :

■ En 1990, Menardo-Mazeran et al. (13) réalisent une étude concernant la totalité des professeurs d'éducation physique et sportive des collèges du département de l'Hérault (effectif de 89 PEPS). Les questionnaires sont destinés à apprécier le vécu de la maladie asthmatique, les notions générales et le désir d'information sur cette affection des professeurs d'EPS. Il semble que l'asthme soit sous-évalué par les enseignants, qui sont mal avertis de la nature de cette pathologie. Beaucoup estiment que le psychisme est la cause essentielle de l'asthme et imposent aux enfants asthmatiques non équilibrés qu'ils ont en charge des efforts inappropriés. Ils pensent à tort que l'enfant asthmatique est conscient de l'obstruction bronchique, qu'il connaît bien son asthme et est bien équilibré par son traitement. Devant une crise d'asthme, le sentiment de crainte est général et 65% des enseignants se sentent démunis. Au total, 79% souhaitent une information sur l'asthme.

■ En 1993, Dubus et al. (7, 9) réalisent une étude sur l'incidence et le retentissement de l'asthme dans les collèges marseillais, basée sur l'analyse de questionnaires remplis par les parents de 362 enfants de classe de 5<sup>ième</sup>, ainsi que par 9 principaux, 27 professeurs d'EPS et 3 infirmières. L'incidence de l'asthme est estimée à 9,31% et 19 des 27 enfants asthmatiques ont présenté au moins une crise au collège qu'ils ont géré seuls dans 70% des cas. L'asthme est considéré comme un problème mineur par la majorité du personnel scolaire. La connaissance de cette affection chez les élèves n'entraîne pas de directives particulières concernant la pratique du sport et seulement 30% des professeurs interrogés évitent l'endurance chez les enfants asthmatiques. Les infirmières obtiennent difficilement le traitement des élèves asthmatiques et une seule des trois détient des bêta2 mimétiques inhalés en réserve dans la pharmacie.

■ En 1993-94, Dartiguenave et al. (94) réalisent une étude sur 3 756 enfants de CE2 en région parisienne. Un premier questionnaire rempli par les parents concerne la symptomatologie respiratoire récurrente et révèle une prévalence d'asthme diagnostiqué par le médecin de 6,1%. Parmi les enfants non asthmatiques connus 10,9% présentent des symptômes respiratoires chroniques ce qui suggère une prévalence globale de 17%. A l'examen, 14% de ces enfants symptomatiques non déclarés asthmatiques ont un DEP anormalement bas au repos, inférieur de 20% à la valeur théorique attendue et 13,7% d'entre eux ont une toux ou une gêne à l'effort, contre 13,6% et 33% respectivement chez les patients reconnus asthmatiques. Un deuxième questionnaire rempli par les élèves symptomatiques révèle que la prise en charge des asthmatiques est insuffisante. L'asthme dans cette tranche d'âge est sous-estimé et sous-traité (un asthmatique déclaré sur trois bénéficie d'un traitement de fond et seulement 7% d'entre eux d'un traitement préventif avant l'effort).

■ En 1994, Branger et al. (10) réalisent une étude dans la région de St Nazaire sur 1000 enfants d'école primaire (âge moyen de 8,5 ans) exclusivement dirigée sur l'évaluation de la prévalence de l'asthme et son éventuelle variation avec la zone d'habitation (industrielle ou rurale) de façon à déterminer le rôle de la pollution atmosphérique. La prévalence de l'asthme est évaluée à 8,7% et il n'y a pas de variation significative entre les deux zones.

■ En 1998, Charton et al. (8) réalisent une étude visant à valider la mesure du débit-mètre de pointe comme moyen de dépistage d'anomalies respiratoires sur 776 élèves de classe de 6<sup>ième</sup>. L'épreuve d'effort consiste en une course de 15 à 20mn, le critère de positivité est une baisse du DEP d'au moins 15% de sa valeur de repos et est couplée à un questionnaire déterminant deux groupes d'enfants : 35 asthmatiques connus et 742 non asthmatiques connus. La prévalence de l'AIE est de 9,9%. Il est établi une corrélation entre la toux nocturne, les antécédents personnels ou familiaux d'asthme et la baisse de DEP.

<b>Auteur</b>	<b>Population</b>	<b>Epreuve d'effort</b>	<b>Positivité</b>	<b>Prévalence</b>
RUPP USA - 1992	166 Adolescents	Tapis roulant	↓ VEMS ≥ 15%	13%
BARDAGI Espagne - 1993	2 056 Enfants	Course libre	↓ DEP ≥ 15%	6,9%
WILLIAMS GB - 1993	237 Enfants	Course libre	↓ DEP ≥ 15%	16%
AGUDO Espagne - 1994	2 056 Enfants et adolescents	Course libre	↓ DEP ≥ 15%	6,6%
NICHOLS Jamaïque- 1995	214 Enfants et adolescents	Bicyclette ergométrique	↓ VEMS ≥ 15%	20,8%
ERNST USA- 1995	989 Enfants	Course libre	↓ VEMS ≥ 10%	19%
RANDOLPH USA - 1995	303 Adolescents	Course libre	↓ DEP ≥ 15% ↓ VEMS ≥ 15%	12,5% 7%
VACEK Canada - 1996	830 Adolescents	Course libre	↓ DEP ≥ 15%	13,2%
PROVOST USA - 1996	100 Adolescents	Patinage sur glace	↓ VEMS ≥ 10%	30%
FEINSTEIN USA - 1996	48 Adolescents	Football américain	↓ DEP ≥ 15% ↓ VEMS ≥ 15%	35% 18,7%

<b>Auteur</b>	<b>Population</b>	<b>Epreuve d'effort</b>	<b>Positivité</b>	<b>Prévalence</b>
MANNIX USA - 1996	124 Adolescents	Patinage sur glace	↓ VEMS ≥ 10%	34,6%
BUSQUETS Espagne - 1996	2 842 Adolescents	Course libre	↓ DEP ≥ 15%	11%
ADDO-YOBO Ghana - 1997	1 095 Enfants et adolescents	Course libre	↓ DEP ≥ 12,5%	3,1%
HEAMAN USA - 1997	437 Enfants ruraux	Course libre	↓ DEP ≥ 15%	5,72%

Tableau X - PREVALENCE DE L'AIE A TRAVERS LE MONDE DE 1992 A 1997

## **DEUXIEME PARTIE**

\*\*\*\*\*

## **L'ENQUÊTE**

## **A - MATERIEL ET METHODE**

### **I - LES OBJECTIFS DE L'ENQUÊTE**

L'objectif principal de cette étude est :

- l'évaluation de la prévalence réelle de l'asthme induit par l'exercice en milieu scolaire.

Les objectifs secondaires de ce travail sont :

- le dépistage éventuel d'enfants asthmatiques non diagnostiqués,
- l'évaluation de la prévalence de l'asthme induit par l'exercice au sein des populations asthmatiques et souffrant de rhinoconjonctivites saisonnières,
  - l'évaluation de la prévalence de l'asthme par le biais du questionnaire,
  - l'estimation de la valeur du questionnaire destiné aux enfant dans le dépistage de l'AIE,
  - la sensibilisation des enfants asthmatiques sur l'importance du traitement préventif avant l'effort,
- la sensibilisation et l'information des professions de santé en milieu scolaire pour un meilleur dépistage, une meilleure prévention, médicamenteuse ou non, et éventuellement une intervention curative de l'asthme induit par l'exercice au sein de la population scolaire,
- l'information et l'éducation des professeurs d'éducation physique et sportive qui doivent connaître les symptômes de l'AIE, comprendre ses mécanismes afin de participer à la prévention par une prise en charge adaptée et à un éventuel dépistage. Ils doivent aussi être informés des sports favorisant ce type de pathologie.

### **II - LE LIEU DE L'ETUDE**

Elle a été réalisée dans le département de la Haute-Vienne (87), situé à l'ouest du massif central qui forme avec la Corrèze et la Creuse la région limousin.

- La superficie de la Haute-Vienne est de 555 523 hectares, ce qui représente 1,5% du territoire français. Sa préfecture est Limoges, située à 400 km de Paris et ses sous-préfectures sont Bellac et Rochecouart. On distingue donc 3 arrondissements, 42 cantons et 201 communes.

- Sa population est de 353 593 habitants soit une densité de 64 hab./km<sup>2</sup>, ce qui est inférieur à la moyenne nationale. Limoges compte 163 000 habitants. La population est essentiellement rurale avec 37% de la population du département, les communes rurales étant définies comme abritant moins de 2 000 habitants. Le nombre d'enfants scolarisés sur le département est de 61 762 pour l'année 1998 (ce chiffre regroupant les sections maternelles, les primaires, les collèges, les lycées et les établissements d'enseignement professionnel et agricole publics et privés).

- Le climat de la Haute-Vienne se caractérise par des précipitations supérieures à la moyenne nationale. Le climat est à dominante océanique, la Haute-Vienne étant située à 200 km de l'océan atlantique et constituant le premier rempart naturel rencontré par les perturbations atmosphériques en provenance de l'ouest. La hauteur moyenne de précipitations sur la Haute-Vienne, de 1973 à 1998, est de 1 051 millimètres. Le champ pluviométrique est influencé par le relief, les minima se situent au nord-ouest du département (la région du Dorat est dite de « basse marche » avec un temps particulièrement sec), alors que les maxima se rencontrent sur les Monts de Blond, d'Ambazac et ceux de Châlus, et sur les contreforts du massif central représentés par la région d'Eymoutiers et de Vassivière ; les précipitations augmentant donc d'ouest en est sous l'effet du relief. Les mois les plus pluvieux, en moyenne de 1973 à 1998, sont décembre (107 mm), mai (100 mm), novembre (98 mm), janvier (95 mm), février (89 mm) et mars (81 mm) et le plus sec est le mois de juillet (68 mm).

La variations des températures et leurs valeurs moyennes annuelles relativement basses (moyenne annuelle de 11° sur 1973 à 1998 ) caractérisent aussi le climat du département. Le climat est à la fois océanique, comme nous l'avons vu plus haut, et montagneux. Les écarts de température entre les régions de basse (150 m) et de haute altitude (600 à 800 m) sont importants : de 4° à 6° sur une journée. Le mois le plus froid est janvier, avec une moyenne de 4°, et le plus chaud est Juillet, avec une moyenne de 18° .

La variabilité inter-annuelle des situations météorologiques est importante et caractérise ce département.

- Les divers sites de l'enquête ont été : Limoges, Bellac, Le Dorat, St-Sulpice-les-feuilles, Châteauponsac, Bessines-sur-Gartempe, St-Sulpice-Laurière, Eymoutiers, Châteauneuf-la-forêt, St-Germain-les-Belles, Pierre-Bufferière, St-Yrieix-la-Perche, St-Mathieu et St-Junien (carte de la Haute-Vienne : figure n° 20).

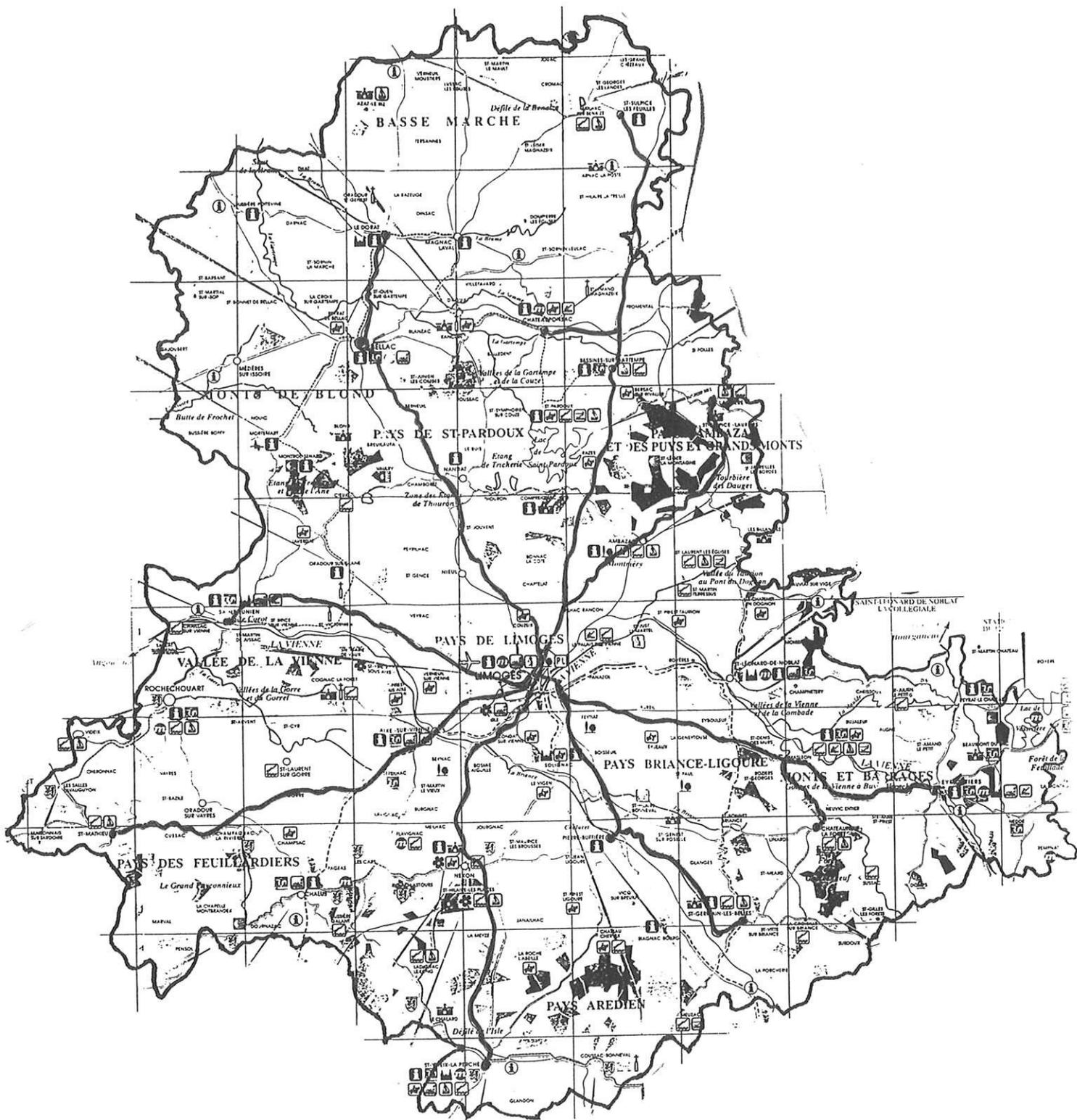


Fig. n° 20 - Villes étudiées dans le département de la Haute-Vienne.

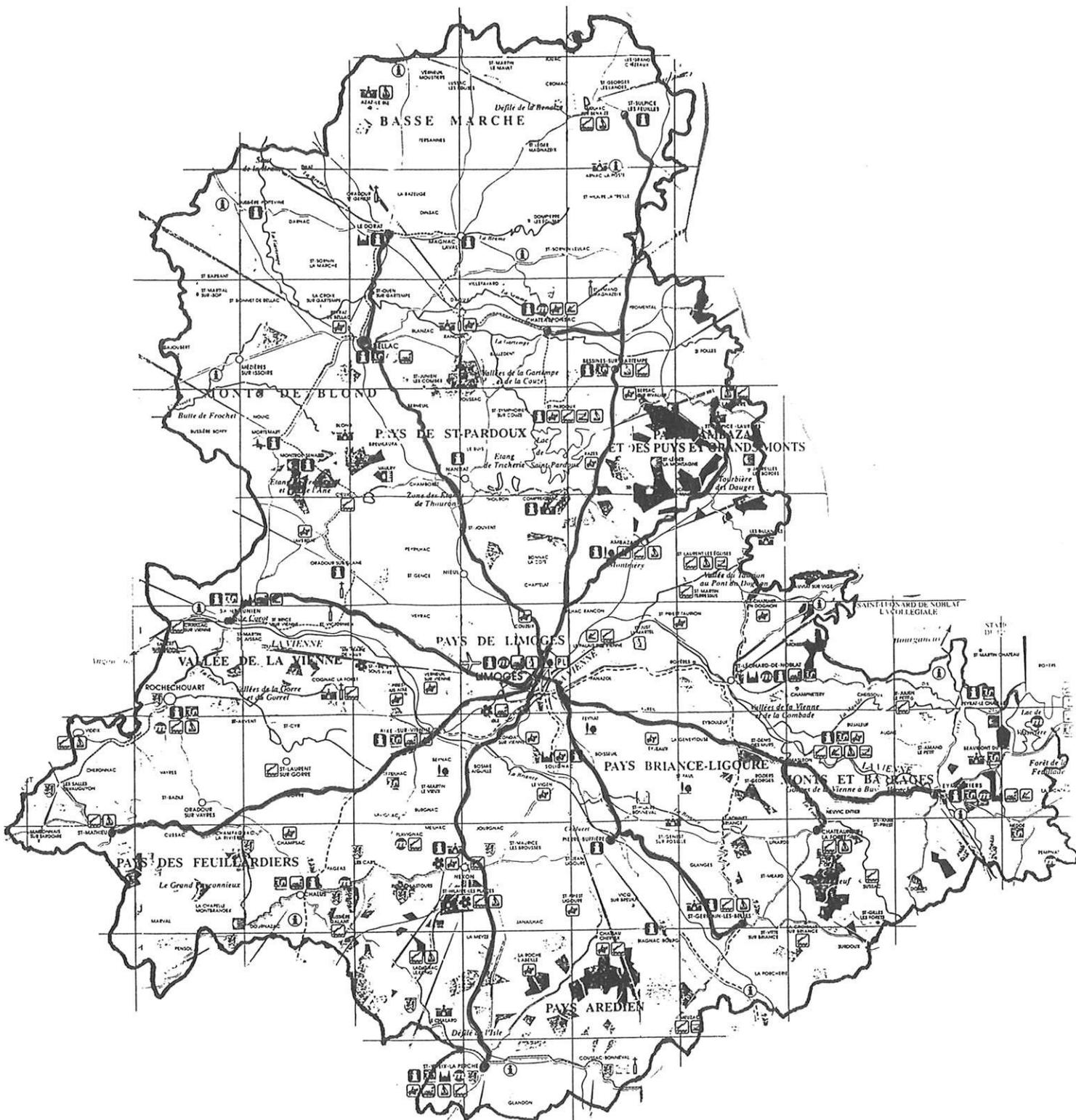


Fig. n° 20 - Villes étudiées dans le département de la Haute-Vienne.

- Les mesures ont été réalisées en extérieur la plus part du temps, et non dans les gymnases de façon à échapper à l'inhalation éventuelle d'agents irritants des voies aériennes.

Cependant, il a été convenu au préalable d'effectuer l'épreuve sous abri en cas de forte pluie ou de verglas pour éviter aux enfants des chutes mécaniques. Ceci ne posant pas de problème majeur, les salles de sport et les préaux étant pauvres en acariens.

### **III - LA PERIODE DE L'ETUDE**

- L'étude a été effectuée du 2 février 1998 au 10 avril 1998, date des vacances de printemps de la région centre, avec un total de 28 jours d'enquête. Cette étude a été interrompue pendant les 15 jours des vacances d'hiver de la zone (du 21 février au 7 mars).

Ces dates ont été choisies d'une part, afin d'éviter la période pollinique où le contact allergénique peut être responsable en lui-même d'une hyperréactivité bronchique, et d'autre part, pour les conditions climatiques idéales: les températures étant particulièrement basses et les précipitations moins importantes qu'en automne, pendant ces trois mois, dans le département de la Haute-Vienne (le temps froid et sec favorisant la survenue de l'asthme induit par l'exercice).

- Les mesures ont été effectuées pratiquement toujours aux mêmes heures, c'est à dire de 14 à 16 heures, de façon à obtenir des températures relativement homogènes, dans la mesure du possible en tenant compte des emplois du temps particuliers de chaque collègue. Un relevé des températures et de l'hygrométrie, pendant la période des épreuves a été réalisé par le centre départemental de météorologie.

### **IV - LE TYPE D'ETUDE ET L'ECHANTILLON**

C'est une enquête épidémiologique prospective sur un échantillon représentatif, obtenu par un sondage en grappe, stratifié sur la taille des collèges.

Le choix de l'échantillon s'est porté sur les collèges où le temps consacré à l'éducation physique et sportive est clairement défini, et en particulier sur les classes de sixième du fait

du jeune âge des élèves pour permettre une détection de la maladie asthmatique la plus précoce possible.

Lors de la rentrée scolaire 1997-1998, le nombre d'enfants admis en classe de sixième, était estimé à 4 164 répartis dans 174 classes dans 39 établissements publics et privés de la Haute-Vienne. En ce qui concerne l'enseignement public, on dénombrait 3 796 élèves de sixième répartis sur 159 classes dans 34 collèges.

La sélection de l'échantillon a été faite par une méthode de sondage en grappe par le laboratoire de Biostatistique Médicale de la Faculté de Médecine de Limoges.

- **Le sondage en grappe** est un cas particulier de tirage à plusieurs degrés. Au lieu de distinguer dans la population deux niveaux (les individus et la population entière) on considère trois niveaux : les individus, les grappes et la population entière qui est alors considérée comme un ensemble de grappes et comme un ensemble d'individus. Un sondage en grappe consiste à choisir au hasard, par tirage au sort, un échantillon de ces grappes, et de mener par la suite l'étude sur tous les individus contenus dans les grappes tirées.

Le sondage en grappe est régulièrement utilisé en raison de ses avantages de commodité. En effet, il est utilisable en l'absence de listes complètes des unités de la population et ne requiert qu'une liste de grappes ou la possibilité d'en construire une. La réduction des coûts de collecte par concentration de l'échantillon est appréciable au même titre que le gain de temps qu'elle procure.

Une grappe est une section longitudinale de la population, un groupe hétérogène et l'étude d'une seule grappe devrait permettre de tracer un portrait fidèle de la population. Le sondage en grappes peut être aussi précis qu'un sondage élémentaire à la condition que les grappes soient aussi hétérogènes que si elles avaient été constituées au hasard. Son inconvénient majeur est la perte de précision quand les grappes sont homogènes : c'est l'effet grappe. Les grappes hétérogènes sont dites efficaces et les grappes homogènes conduisent à un sondage de mauvaise qualité.

- **Sélection de l'échantillon** : la taille moyenne de l'échantillon a été déterminée en acceptant une précision de 3% dans le chiffre obtenu, une prévalence de l'AIE estimée à 10% et un effet de grappe de 2, soit de 32 classes. Le nombre minimum de sujets nécessaires était donc de 769 élèves, compte tenu d'un effectif moyen par classe de 25 élèves, pour que la puissance de l'étude soit bonne. En considérant la possibilité d'un refus parental de

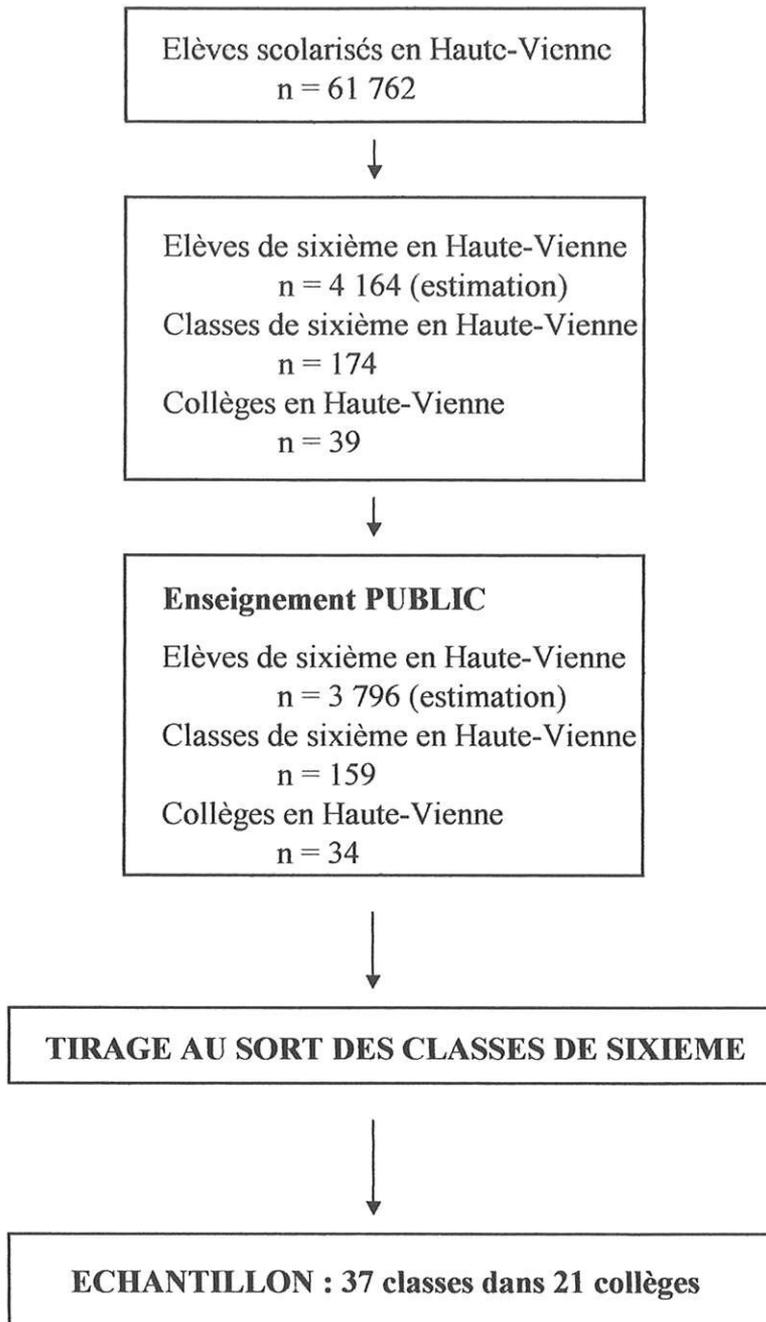


Fig. n° 20 - SELECTION DE L'ECHANTILLON

participation à l'étude, les fluctuations d'effectifs, les éventuelles dispenses sportives momentanées ou annuelles et les absences scolaires, il a été décidé d'inclure un nombre de classes de sixième supérieur, soit 37 classes (ce qui représente environ un effectif de 925 élèves), afin d'obtenir en fin d'enquête au nombre minimal de sujets nécessaires.

Il a été procédé à un tirage au sort de 37 classes (chacune constituant une grappe) sur la totalité des classes de sixième de l'enseignement public de la Haute-Vienne (Fig. n° 20).

## **V - LA METHODE UTILISEE**

### **V - 1 - QUESTIONNAIRE DES ENFANTS**

Il s'agit d'une version modifiée du questionnaire utilisé dans l'étude ISSAC : The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (110).

Son objet est de fournir des données aussi objectives que possible sur les antécédents personnels des élèves, de façon à établir par la suite une corrélation avec d'éventuelles modifications de la fonction pulmonaire induites par l'exercice.

Le questionnaire (annexe 2) fournit des renseignements généraux, comme le nom de l'enfant et celui de son médecin traitant ainsi que l'adresse de ce dernier, et des renseignements plus spécifiques :

- sur les antécédents de sifflements au cours du passé, de l'année écoulée et de survenue nocturne,
- sur les antécédents personnels d'asthme,
- sur les antécédents personnels de symptômes respiratoires induits par l'exercice,
- sur les antécédents personnels de rhinoconjonctivite saisonnière,
- sur les absences scolaires pour trouble respiratoire asthmatique,
- sur la prise d'un traitement préventif de l'asthme induit par l'exercice,
- sur la prise d'un traitement de l'asthme avant la réalisation de l'épreuve d'effort.

Hormis pour les questions auxquelles une réponse unique pouvait être donnée, les réponses à ce questionnaire à choix multiple comportaient systématiquement la proposition « ne sait pas » afin de réduire le nombre de réponse au hasard.

Ces questionnaires ont été au préalable testés sur des sujets du service de Pédiatrie de l'hôpital de Limoges.

## V - 2 - EPREUVE D'EFFORT

- **Conditions de la course** : il s'agit d'une course libre circulaire ( circuit fermée afin d'avoir toujours la possibilité d'observer les élèves) réalisée sans échauffement préalable, en extérieur.

Sa durée est de 6 minutes.

L'intensité de l'exercice est sub-maximal, c'est à dire à une fréquence cardiaque d'au moins 80% de la fréquence cardiaque maximale de l'enfant :  $F_{cmax} = 209 - (0,74 \times \text{âge})$ .

- **La mesure du débit expiratoire de pointe** : la fonction pulmonaire est évaluée par un débit-mètre de pointe, l'appareil utilisé étant le « Mini-Wright peak flow meter ».

Le nombre de mesures par débit-mètre de pointe est fonction du nombre de résultats homogènes obtenus : en pratique, trois mesures reproductibles sont nécessaires, c'est à dire ne variant pas plus de 10 l/min. Le meilleur résultat est alors retenu.

Une mesure du DEP est réalisée au repos. La valeur mesurée en l/min. au repos est comparée à la valeur théorique, fonction de la taille du sujet, sur les abaques établis à partir de la courbe de Godfrey (59) (Figure n° 21).

La mesure du DEP est réitérée 5 et 10 minutes après l'arrêt de la course libre.

## V - 3 - INTERROGATOIRE ET EXAMEN CLINIQUE

- L'interrogatoire permet de reprendre individuellement le questionnaire, de vérifier le caractère lisible de ce dernier, de préciser certains points demeurés obscurs pour l'élève et d'estimer dans la mesure du possible la validité des réponses.

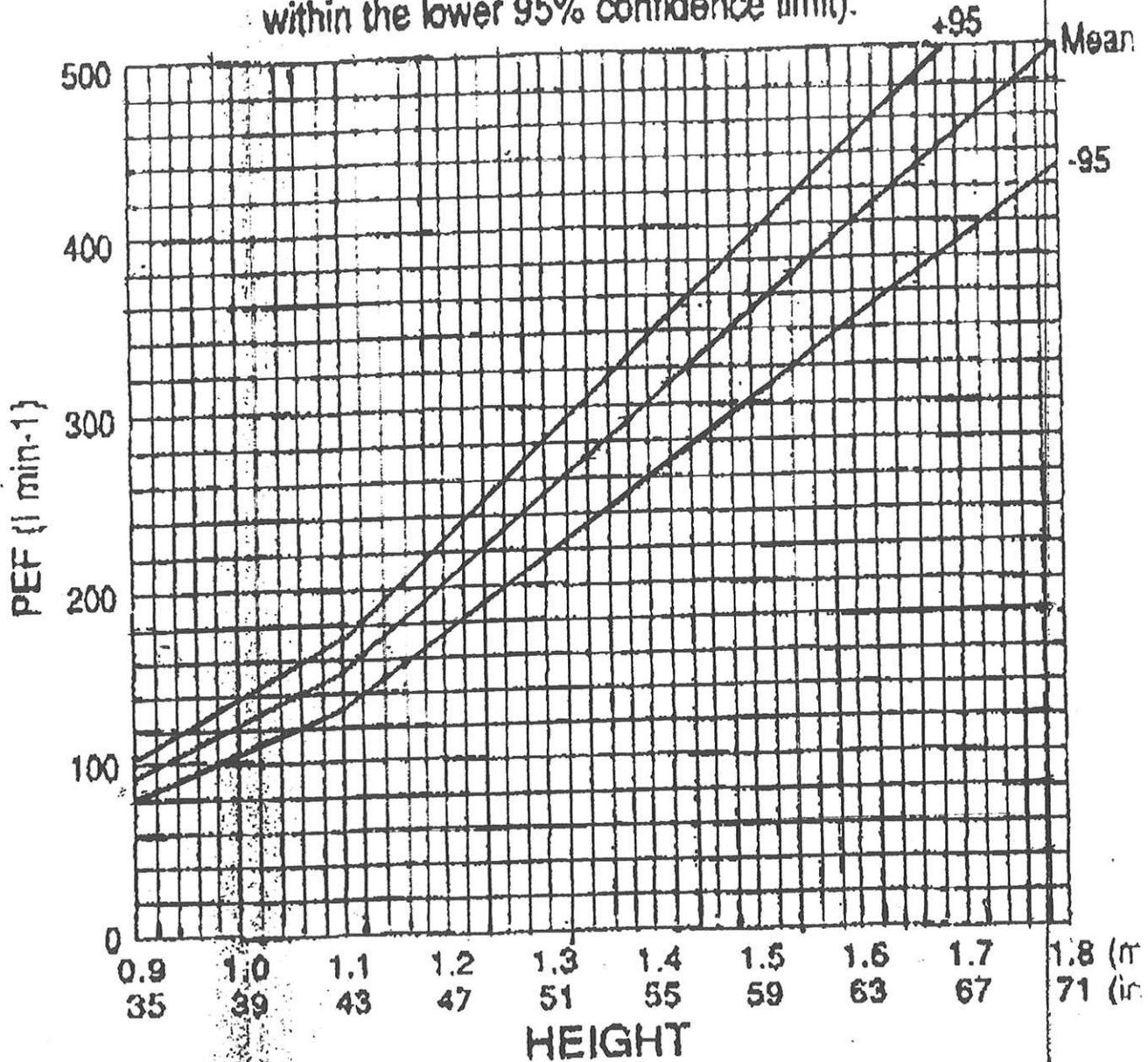
L'interrogatoire en quête d'un terrain atopique est réalisée et recherche outre les allergies respiratoires, les allergies cutanées et médicamenteuses.

Un interrogatoire plus précis est mené chez les élèves rapportant des antécédents d'asthme ou de symptômes évocateurs de cette pathologie.

**Mini-Wright**  
**PEAK FLOW METER**

**Peak Expiratory Flow  
in normal children  
(age 6-15 years)**

Residual standard deviation is 13% (i.e. falling within the lower 95% confidence limit).



A partir : Cotes JE 1993 Blackwell Scientific Publications Ltd.

Fig. n° 21 - COURBES DES VALEURS THEORIQUES DU DEP CHEZ LES ENFANTS EN FONCTION DE LA TAILLE.

Pour les asthmatiques suivis et recevant un traitement préventif avant l'exercice, l'utilisation correcte de l'aérosol-doseur a été vérifiée. Dans le cas d'une prise inadéquate du traitement, une éducation sur l'usage de l'aérosol est dispensée.

A l'arrêt de l'exercice, le recueil des doléances éventuelles des élèves est réalisé et les symptômes (toux, dyspnée, oppression ou douleur thoracique) ainsi que le moment de leur apparition et disparition sont scrupuleusement notés sur la fiche de recueil (annexe 5).

- Cet interrogatoire post exercice est complété par une inspection systématique ainsi que par la mesure de la fréquence cardiaque, évaluée par la prise du pouls radial ou carotidien sur 15 secondes dès l'arrêt de la course.

Une auscultation pulmonaire est effectuée chez les élèves ayant une fonction pulmonaire évaluée par le DEP, anormale au repos comme après la course, chez les sujets symptomatiques et après l'administration d'un éventuel traitement curatif en cas de symptômes post exercice. La présence de sibilants est également mentionnée sur la feuille de recueil de l'enfant à la colonne « observations ».

#### **V - 4 - QUESTIONNAIRE DES PROFESSEURS D'EPS**

Le questionnaire destiné aux professeurs d'éducation physique et sportive (annexe 3) des collèges de la Haute-Vienne inclus dans cette étude n'a pas été établi dans le but de porter un jugement sur les connaissances de ces professeurs sur la pathologie asthmatique, mais afin d'apprécier leur vécu de l'asthme et en particulier de l'asthme induit par l'exercice au sein du milieu scolaire, les connaissances générales qu'ils en ont, les éventuels aménagements de leur enseignement pour l'enfant asthmatique et leur désir d'information sur cette pathologie ; dans un souci d'une meilleure intégration de l'enfant asthmatique au sein du milieu scolaire.

#### **V - 5 - QUESTIONNAIRE DES INFIRMIERES SCOLAIRES**

Le questionnaire destiné aux infirmières scolaires (annexe 4) des collèges de la Haute-Vienne concernés par cette étude, a été réalisé afin d'estimer la prise en charge globale de l'enfant asthmatique en milieu scolaire et des crises par le personnel paramédical et non pas

dans le but de juger leur connaissance sur la question. Ce questionnaire a été rempli de manière anonyme. Il porte essentiellement sur leur vécu de l'asthme et en particulier de l'asthme induit par l'exercice au sein des collèges randomisés, sur la façon dont elles sont informées du problème respiratoire des élèves, sur la détention éventuelle de bronchodilatateurs, sur la connaissance qu'elles ont de la maladie asthmatique, sur la gestion d'une crise d'asthme dans l'enceinte du collège et sur leur désir d'information supplémentaire à propos de l'asthme.

## **VI - POPULATION D'ETUDE**

### **VI - 1 - CRITERES D'INCLUSION**

Les élèves remplissant les conditions suivantes sont inclus dans l'étude :

- remise le jour de l'enquête de l'autorisation parentale de participation à l'étude correctement remplie et signée par les parents ou le tuteur légal de l'enfant (annexe 1),
- accord de participation à l'étude de l'enfant lui-même,
- présence de l'enfant pendant le cours d'éducation physique et sportive, au cours duquel s'effectue l'enquête, incluant l'absence d'une dispense de sport momentanée ou annuelle,
- fonction pulmonaire de repos dans les limites de la normale : DEP de repos d'au moins 80% de la valeur théorique,
  - course de 6 minutes menée à son terme,
  - course suffisamment intense avec une fréquence cardiaque à l'arrêt immédiat de l'exercice d'au moins 80% de la Fcmax de l'enfant.

### **VI - 2 - CRITERES D'EXCLUSION**

Seront exclus de l'étude les enfants suivants :

- ceux qui n'ont pas reçu d'autorisation parentale de participation à l'étude ou qui n'ont pas remis dans les délais requis cette même autorisation,
- ceux qui refusent de remplir le questionnaire ou de participer à l'épreuve d'effort,

- ceux dont la fonction pulmonaire de repos est anormale avec un DEP de repos inférieur à 80% de la valeur théorique,
- ceux qui ne mènent pas la course à son terme,
- ceux dont l'intensité de l'effort est jugée insuffisante pour déclencher un éventuel bronchospasme post exercice, c'est à dire ceux ayant une fréquence cardiaque immédiatement à l'arrêt de la course inférieure à 80% de leur Fcmax.

## **VII - DEFINITION DES CAS**

### **VII - 1 - L'ASTHME**

Les élèves ayant répondu oui à la question : « As-tu déjà présenté de l'asthme » ont été considérés comme asthmatiques ou ayant des antécédents d'asthme. Sont inclus les enfants ayant un asthme chronique ou persistant, ceux souffrant d'un asthme intermittent, ceux ayant eu au moins une fois dans le passé des crises de sibilants lors d'épisodes infectieux pulmonaires, ceux sujets à des crises d'asthme saisonnières dans le cadre d'un asthme allergique, ceux présentant un asthme stable, équilibré par un traitement de fond adapté ; au total tous les élèves qui ont été qualifiés au moins une fois « d'asthmatique » par leur médecin traitant.

### **VII - 2 - L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE**

Les sujets sont classés dans deux catégories :

- ceux dont la chute du DEP post exercice est d'au moins 15% par rapport à la valeur de repos sont classés dans la catégorie « bronchospasme induit par l'exercice constaté » ou « BIE constaté »,
- ceux dont la chute du DEP post exercice est inférieure de 15% par rapport à la valeur de repos sont classés dans la catégorie « pas de BIE constaté ».

Il est donc indispensable de déterminer la valeur de repos du DEP pour chaque participant à la course. La chute du DEP est calculée par la formule suivante :

$$\text{Chute de DEP}\% = ([ \text{DEP repos} - \text{DEP post exercice} ] / \text{DEP repos}) \times 100.$$

Dans la catégorie « BIE constaté », les élèves ont été classés dans des groupes définis par l'importance de la chute du DEP après l'exercice :

- une chute du DEP post exercice comprise entre 15% et 25% définit le groupe « BIE discret »,
- une chute du DEP post exercice comprise entre 26% et 50% définit le groupe « BIE modéré »,
- une chute du DEP post exercice supérieure à 50% définit le groupe « BIE sévère ».

Cependant, à la vue de la fréquence des traitements préventifs pris avant l'exercice le jour de l'enquête ou des traitements de fond non interrompus par les enfants souffrant d'un asthme induit par l'exercice avéré (certificats médicaux à l'appui et confirmation de l'AIE par épreuve d'effort et spirométrie), une troisième catégorie est créée sous le terme d'« AIE connu » regroupant tous les enfants souffrant d'un asthme induit par l'exercice diagnostiqué sans pour autant avoir présenté un bronchospasme induit par l'exercice le jour de l'épreuve.

Ce qui permet de regrouper dans une même catégorie nommée « AIE global », les élèves inclus dans les catégories « BIE constaté » et « AIE connu ».

A été également définie une catégorie intitulée « Limite » regroupant les élèves dont la chute de DEP post exercice est comprise entre 14 et 15% par rapport au DEP de repos.

## **VIII - DEROULEMENT PRATIQUE DE L'ETUDE**

### **VIII - 1 - AUTORISATIONS ET PRESENTATION DE L'ETUDE**

■ Un premier contact a été pris avec l'Inspecteur d'Académie de la Haute-Vienne, en novembre 1997, de façon à lui soumettre ce projet. Il a donné son accord à la réalisation de cette enquête et a informé par courrier l'ensemble des principaux des collèges de la Haute-Vienne.

Le projet a été soumis au CCPPRB, Comité Consultatif de Protection des Personnes dans la Recherche Biomédicale, de la région Limousin le 18 décembre 1997 et a reçu un avis favorable.

Le CNRMT a attribué au Dr. M-T. Antonini une subvention de recherche qui a permis de financer ce projet de santé publique respiratoire et d'épidémiologie respiratoire.

Il a été procédé à une déclaration du fichier informatique au CNIL.

Le projet a reçu le soutien du Comité Départemental contre les Maladies Respiratoires et la Tuberculose de la Haute-Vienne.

■ Dans un deuxième temps, le protocole de l'étude ainsi que la liste des collèges et le nombre de classes de sixième dans chacun d'eux, a été communiqué par courrier à l'inspecteur d'académie, au rectorat et au médecin scolaire responsable de l'académie de la Haute-Vienne.

■ Par l'intermédiaire du médecin scolaire responsable, une réunion des infirmières scolaires des établissements concernés a été programmée afin de leur exposer l'objet de l'enquête, ses modalités et leur éventuel rôle dans cette étude :

- mesurer les élèves de sixième concernés par cette étude,
- établir une liste précise de ces élèves mentionnant leur nom, prénom, sexe, âge et taille, en collaboration avec les professeurs d'EPS,
- signaler aux enquêteurs les enfants asthmatiques participant à l'étude, lorsqu'ils sont connus d'elles, et leurs éventuels traitements,
- communiquer à ces mêmes enquêteurs les certificats médicaux en leur possession, concernant la pathologie asthmatique, des élèves étudiés,
- éventuellement, être présente le jour de l'étude afin d'aider les enquêteurs lors de la prise du pouls en fin de course et lors de l'administration d'un traitement curatif si nécessaire.

Au cours de cette réunion, les infirmières scolaires ont répondu aux questionnaires qui leur étaient destinés, de façon anonyme.

■ Le nombre de classes « choisies » a été communiqué par courrier aux principaux des collèges faisant partie de l'échantillon de l'étude. Dans cette circulaire, ils étaient prévenus de la prise de contact que solliciterait un membre de l'équipe.

Dans la période du 19 au 29 janvier 1998, une entrevue a été organisée dans les 21 collèges, réunissant le principal, le ou les professeurs d'éducation physique et sportive et parfois l'infirmière scolaire, lorsqu'elle en avait la possibilité.

- L'enquête, ses modalités, son objectif, ses perspectives d'application et son déroulement pratique ont été clairement exposés.

- Le choix d'une ou de plusieurs classes de sixième s'est fait de la manière la plus aléatoire possible, ni en fonction de la présence ou de l'absence d'enfants asthmatiques dans les diverses classes, ni en fonction de la capacité de participation des élèves (certains étant qualifiés de « plus difficiles »), mais en tenant compte des tranches horaires consacrées à l'éducation physique et sportive de façon à ne pas ou peu modifier l'emploi du temps des élèves et des professeurs. Un autre facteur ayant influencé notre choix a été la disponibilité ou non des équipements sportifs.

Le rôle de chacun a été défini.

Les principaux et les professeurs d'EPS ont été chargés :

- de distribuer les notes d'information aux parents et les autorisations de participation, puis de les récupérer avant le jour de l'épreuve dont la date a été au préalable définie en fonction des emplois du temps des divers protagonistes,

- de présenter l'étude aux élèves susceptibles d'y participer, d'éveiller leur intérêt et d'apaiser leur inquiétude et éventuellement celle de leur parent. En effet, les parents ont préféré la plus part du temps faire appel au milieu scolaire, afin d'obtenir de plus amples renseignements et ils ont paru rassurés par la composition de l'équipe, les moyens thérapeutiques à disposition, la simplicité de l'épreuve d'effort (puisque la plus part des enfants avaient participé au « cycle d'endurance » lors du premier trimestre de l'année scolaire), par le fait qu'aucun enfant souffrant d'asthme n'étaient tenus d'interrompre son traitement préventif ou de fonder le jour de l'épreuve, ce choix leur incombant, et par le caractère anonyme de l'étude (après que les familles et les médecins traitants des élèves ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice, aient été prévenus).

Il a été demandé au principal de prévoir sur le lieu de la course des tables pour ne pas poser notre matériel à même le sol et des chaises, afin que les enfants les plus éprouvés par la course puissent s'y reposer. Il a été prévu également la présence d'une tierce personne afin d'occuper et de surveiller les enfants ne participant pas à la course.

Le professeur d'EPS a été également chargé :

- de constituer des groupes de course homogènes de 6 élèves, afin que la vitesse de course dans chaque groupe soit uniforme et que les élèves aient une plus grande probabilité de réaliser un effort sub-maximal,
- le jour de l'épreuve, de communiquer à l'équipe les autorisations parentales, la liste des élèves présents, dispensés ou absents, les renseignements dont il dispose à leur propos, de donner le départ de la course et de la chronométrer.

## VIII - 2 - REALISATION PRATIQUE

### VIII - 2 - a - Sur le terrain

L'étude en elle-même s'est déroulée de la façon suivante : les enquêteurs au nombre de trois (un interne de Pédiatrie, un étudiant en pharmacie et moi-même) installent le matériel sur le lieu de course :

- questionnaires destinés aux élèves et aux professeurs d'éducation physique et sportive, sous-main et crayons,
- débit-mètre de pointe dont un étalonnage est effectué quotidiennement, abaques et des embouts cartonnés adaptables au *Mini Wright peak flow meter*,
- chronomètres, thermomètre et hygromètre,
- trousse médicale comprenant 3 aérosol-doseurs de *Ventoline® 100 mg*, de *Bécotide® 250µg*, 2 chambres d'inhalation *Nebuhaler Astra*, 2 *Bricanyl® Turbuhaler 0,5mg/dose*, matériel nécessaire à la réalisation d'une nébulisation, oxygène, *Bricanyl® 5mg/2ml* unidose solution pour inhalation, *Atrovent®* enfants unidose à 0,25mg/2ml, dose de sérum physiologique stérile, *Solupred®* cp. à 5 et 20 mg, *Atarax®* cp à 25 mg, *Bricanyl®* injectable à 0,5mg/ml, *Solumédrol®* 40 mg injectable, aiguilles pour injection sous-cutanée et intramusculaire, seringues, garrot, alcool à 70°, coton, gobelets jetables, eau minérale et sucre.

Pendant que les élèves se mettent en tenue de sport dans les vestiaires, les enquêteurs :

- procèdent au relevé, grâce aux renseignements fournis par le professeur et l'infirmière, des élèves absents, dispensés, des refus parentaux et leurs raisons dans la mesure où les

professeurs ou les infirmières en ont été informés ; ils consultent également les certificats médicaux mis à leur disposition,

- constituent les trois équipes d'élèves (au maximum 10 élèves par enquêteurs), chaque enquêteur prenant sous sa responsabilité 2 élèves de chaque groupe de « course homogène » préalablement établi par le professeur d'EPS (au maximum, 5 groupes suivant l'effectif des classes),

- puis relèvent le nom, le prénom, l'âge, la taille et l'accord parental pour chaque élève dont il a la responsabilité, sur la fiche de recueil ainsi que le DEP théorique en fonction de la taille de l'enfant, grâce aux abaques (annexe 6) dont chaque examinateur dispose.

Dans un deuxième temps, chaque examinateur réunit les enfants en tenue dont il a la charge, alors que le professeur d'EPS répond au questionnaire qui lui est destiné. Après une brève présentation :

- les enfants remplissent le questionnaire après que chaque question ait été distinctement lue par l'enquêteur,

- puis leur est exposée la manière correcte d'utiliser le débit-mètre de pointe ; lorsque les enfants ont compris sa manipulation, trois mesures reproductibles du DEP sont effectuées au repos et sont notés dans la colonne intitulée «DEP base » de la fiche de recueil ; sont alors exclus de l'étude les élèves dont la valeur la plus haute de ce DEP est inférieure de 20% à la valeur théorique attendue,

- par la suite, sous la conduite du professeur d'EPS, 2 élèves de chaque équipe (6 élèves au total, constituant ainsi un groupe de course homogène) effectuent une course libre de 6 minutes à une cadence soutenue, encouragés par les élèves ne participant à la course ; pendant l'exercice, les enquêteurs s'entretiennent avec les élèves de leur équipe respective afin de préciser certains points du questionnaire,

- à la fin de la course, les enquêteurs prennent le pouls des élèves, aidés par l'infirmière et éventuellement par le professeur et notent la fréquence cardiaque post exercice dans la colonne établie à cet effet sur la fiche de recueil pour chaque élève ; ils procèdent alors à l'exclusion de tout élève ayant une fréquence cardiaque post exercice inférieure de 20% à la valeur de leur  $F_{cmax}$ , grâce à des tableaux préétablis dont chacun dispose (annexe 7), et des enfants n'ayant pas terminé la course,

- les élèves sont alors invités à se reposer avant d'effectuer trois nouvelles mesures du DEP 5 minutes, puis 10 minutes après l'arrêt de l'exercice ; une fois effectuées, les mesures de DEP sont reportées sur la fiche de recueil et les enquêteurs se réfèrent à un tableau (annexe 7) établi au préalable afin de distinguer les élèves présentant un DEP post exercice à 85% ou 75% ou 50% de leur valeur de repos ; dans le même temps un interrogatoire est mené afin de relever les éventuels symptômes qui sont reportés dans la colonne « observations » de la fiche de recueil,

- les enfants symptomatiques et ayant une chute du DEP d'au moins 15% par rapport à leur valeur de base recevront alors un traitement adapté à la sévérité de la crise : en cas de crise modérée, 2 bouffées de *Ventoline*® seront administrées à l'aide d'une chambre d'inhalation à renouveler 10 minutes après si nécessaire ; si les symptômes persistent ou que le DEP reste anormalement bas, sera alors effectuée une nébulisation de *Bricanyl*® à raison de 0,1 à 0,2 mg/kg associé à de l'*Atrovent*® pédiatrique à raison de 1 dose (0,25mg /2ml) dans du sérum physiologique stérile pour obtenir un volume de 4ml et à de l'oxygène pendant 10 minutes ; en cas de crise grave résistant au traitement ci-dessus, une injection sous-cutanée de *Bricanyl*® à raison de 0,1 à 0,2ml/10kg sera réalisée ; si aucune amélioration n'est notée, des corticoïdes en traitement d'attaque seront administrés soit par voie orale (*Solupred*®) soit par voie intra-musculaire (*Solumédrol*®) à raison de 1 à 3 mg/kg ; en cas de symptômes évocateurs d'angoisse, d'hystérie ou de crise de spasmophilie, de l'*Atarax*® sera administré par voie orale à raison de 1 mg/kg.

Les départs de course sont effectués toutes les 15 minutes, de façon à ce que les enquêteurs puissent s'occuper au mieux de leur équipe respective.

L'épreuve d'effort doit être effectuée en 1 heure et 15 minutes afin de ne pas empiéter sur l'emploi du temps des élèves.

De cette manière, à la fin des épreuves, les enquêteurs disposent d'un laps de temps suffisant pour répondre aux éventuelles questions des enfants et de leur professeur.

### **VIII - 2 - b - Au retour de l'épreuve**

- Les fiches de recueil et les questionnaires des enfants sont numérotés. Les réponses des questionnaires sont « codées » de façon à être reportées sur des fiches de saisie standardisées (annexe 8). Les fiches de recueil des élèves étudiés dans la journée, sont relues et les

pourcentages de variation du DEP sont calculés. Sont alors reportés sur la fiche de saisie : les réponses au questionnaire des enfants, le sexe, l'âge, la taille, le DEP théorique, le DEP de repos, la fréquence cardiaque post exercice, la Fcmax, le DEP à 5 et 10 minutes et leur pourcentage de variation, la prise ou non de traitement curatif, la présence ou non de symptômes, la température et l'hygrométrie.

- Pour chaque enfant ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice, un courrier est adressé aux parents (annexe 9) ou au tuteur légal de l'enfant afin qu'ils consultent leur médecin traitant. Ce dernier est également informé par courrier (annexe 10) de la survenue d'un bronchospasme induit par l'exercice au cours de l'étude, chez son patient, accompagné ou non de symptômes et de la prise d'un traitement curatif. Sont également précisés : le pourcentage de chute du DEP post exercice, la nature des symptômes et du traitement.

Ces divers travaux ont été effectués quotidiennement dans le service d'Unité Fonctionnelle d'Information Médicale.

## **IX - ANALYSE STATISTIQUE**

L'ensemble des données recueillies par l'intermédiaire des fiches standardisées (annexe 8) a été saisi et analysé à Limoges grâce au logiciel Epi-Info 5.01 b (Center for Diseases Control - CDC et Organisation Mondiale de la Santé, version française : Ecole Nationale de Santé Publique, Avril 1992), au logiciel Epi-Table (Epicentre / CDC, Paris, France) et au logiciel Statview 4.02 (Abacus Concept Inc, USA).

Les comparaisons de fréquence ont fait appel aux tests du chi-2 de Pearson, chi-2 de Yates et au test exact de Fisher selon les effectifs théoriques ; les comparaisons de moyennes ont été réalisées par les tests U de Mann-Whitney ou H de Kruskal-Wallis selon les effectifs et le nombre de groupes à comparer ; les corrélations ont été effectuées par le calcul du coefficient de corrélation ou par le test des rangs de Spearman. Pour rechercher la liaison entre plusieurs variables quantitatives (température, hygrométrie), il a été utilisé le test de corrélation partielle.

## B - LES RESULTATS

### I - L'ANALYSE DESCRIPTIVE

#### I - 1 -LA DESCRIPTION DE LA POPULATION ETUDIEE

##### I - 1 - a - Le taux de couverture de l'étude

L'échantillon est constitué de 37 classes.

L'effectif de la population de départ est de 891 élèves de classe de sixième.

Le nombre d'élèves n'ayant pas rendu l'autorisation parentale de participation à l'étude ou ayant refusé de participer à l'enquête est de 36.

Le nombre d'élèves absents le jour de l'étude est de 46.

Le nombre d'élèves dispensés d'éducation physique et sportive le jour de l'étude est de 20.

Au total, 102 élèves n'ont pas participé à l'étude pour les raisons ci-dessus.

Le taux de participation est donc de 88,55%.

Les enfants exclus du protocole sont au nombre de 7, dont 5 pour effort insuffisant et 2 pour fonction pulmonaire de repos anormale.

L'effectif de la population d'étude retenu pour le calcul de la prévalence de l'asthme induit par l'exercice est donc de 782 élèves de classe de sixième dans la Haute-Vienne.

---

	<b>Nombre d'élèves</b>
Echantillon de départ	891
Refus de participation	36
Absence	46
Dispenses	20
Exclus Effort insuffisant	5
Exclus F. Pulm. Repos anormale	2
Population d'étude	782

---

Tableau XI - Couverture de l'étude

Sur les 36 refus de participation à l'étude, on dénombre 6 asthmatiques connus dont 3 souffrant d'asthme induit par l'exercice.

Sur les 46 absences le jour de l'étude, on dénombre 2 asthmatiques connus dont 1 souffrant d'AIE.

Sur les 20 élèves dispensés d'éducation physique et sportive, 3 le sont pour asthme dont 2 le sont seulement pour l'endurance souffrant d'asthme induit par l'exercice.

Au total, sur les 102 élèves n'ayant pas participé à l'enquête, 11 élèves sont asthmatiques et parmi eux, 6 présentent un asthme induit par l'exercice avéré.

### **I - 1 - b - Les caractéristiques individuelles de la population**

#### **$\alpha$ - L'âge, le sexe et la taille**

La population étudiée se répartit en 384 sujets de sexe masculin (49,1%) et 398 sujets de sexe féminin (50,9%).

La moyenne d'âge est de 11,7 années  $\pm$  0,7. Les extrêmes vont de 10 à 14 ans.

La moyenne d'âge des sujets masculins et féminins est quasiment identique.

La répartition de l'âge par le sexe est homogène chez les sujets masculins et féminins.

La taille moyenne de la population étudiée est de 149,9 cm  $\pm$  7,9. Les extrêmes vont de 132 à 177 cm.

La taille moyenne chez les garçons est de 149,1 cm  $\pm$  8,2 et chez les filles, de 150,6 cm  $\pm$  7,6.

#### **$\beta$ - Les antécédents personnels et la prévalence de l'asthme**

L'analyse du questionnaire destiné aux élèves a permis d'établir les antécédents respiratoires individuels dans la population étudiée.

Sur une population d'étude de 782 élèves, on dénombre :

- 214 élèves ayant présenté des sifflements dans le passé (27,36%),
- 128 élèves ayant présenté des sifflements au cours des douze derniers mois (16,36%),

- 17 élèves ayant présenté des sifflements nocturnes au cours des douze derniers mois (2,17%),
- 84 élèves ayant été qualifié d'asthmatique au moins une fois dans le passé (10,74%),
- 215 élèves ayant présenté des symptômes évocateurs d'AIE (27,49%),
- 228 élèves ayant présenté des signes de rhino-conjonctivite saisonnière (29,15%),
- 18 élèves ayant été absents de l'école pour symptomatologie asthmatique (2,3%).

<b>Antécédents</b>	<b>Nombre d'enfants (n = 782)</b>	<b>Pourcentage</b>
Sifflements	214	27,36
Sifflements 12 mois	128	16,36
Sifflements nocturnes	17	2,17
<b>Asthme</b>	<b>84</b>	<b>10,74</b>
Signes d'AIE	215	27,49
Rhino. Saisonnières	228	29,15
Absentéisme	18	2,30

Tableau XII - Répartition des antécédents dans la population étudiée.

La prévalence de l'asthme, à partir du questionnaire, chez les enfants de sixième de la Haute-Vienne est estimée à : **10,74% [ 8,7 - 12,8 ]**.

La population asthmatique (84 élèves) se répartit en 57 sujets de sexe masculin (67,85%) et en 27 sujets de sexe féminin (32,15%).

A partir des questionnaires et des renseignements fournis (certificats médicaux) par le personnel enseignant et paramédical scolaire, ainsi que l'enfant lui-même, 10 élèves ont été inclus dans la catégorie « AIE connu ».

## **γ- Les traitements de l'asthme**

On dénombre 19 enfants qui ont l'habitude de prendre un traitement préventif de l'asthme induit par l'exercice, dont l'inhalation est effectuée 15 minutes avant l'effort, parmi les enfants asthmatiques (22,6%).

Il s'agit dans la majorité des cas de *Ventoline®* (79%). Le *Bricanyl®* est cité une fois, le *Lomudal®* deux fois et le *Tilade®* une fois.

Le jour de l'épreuve 19 élèves ont pris un traitement de l'asthme. Il s'agit soit d'un traitement préventif dans les 15 minutes précédant la course, soit d'un traitement de fond non interrompu le jour de l'épreuve. Parmi les élèves souffrant d'un asthme induit par l'exercice avéré (au nombre de 10), 9 élèves ont pris un traitement avant la course.

### **I - 2 - L'ANALYSE DE L'ÉPREUVE D'EFFORT**

#### **I - 2 - a - La prévalence de l'asthme induit par l'exercice**

Parmi les 782 élèves inclus dans cette étude, 70 ont présenté une chute significative du DEP post exercice.

Cependant, deux d'entre eux n'ont pas été inclus dans la catégorie « BIE constaté ». Leurs résultats ont été jugés ininterprétables du fait d'une mauvaise utilisation du débit-mètre de pointe, l'un pour crise de spasmophilie et l'autre pour crise d'angoisse. Leur symptômes respectifs parmi lesquels ont été notés une oppression thoracique et une gêne inspiratoire, n'ont cédé qu'après administration d'un anxiolytique.

Au total, 68 élèves ont été inclus dans la catégorie « BIE constaté ». Cette population se répartit en 31 sujets de sexe masculin et 37 de sexe féminin.

- La prévalence du Bronchospasme Induit par l'Exercice « constaté » est donc estimée à :  
**8,7% [ 6,9 - 10,5 ].**

Ont été inclus dans la catégorie « AIE global », les 68 enfants inclus dans la catégorie « BIE constaté » ainsi que les 10 enfants inclus dans « AIE connu », c'est à dire 78 élèves.

- La prévalence de l'Asthme Induit par l'Exercice « global » est donc estimée à :  
**9,9% [ 8,2 - 11,7 ].**

Ont été inclus dans la catégorie « Limite », 8 élèves.

### I - 2 - b - La sévérité du bronchospasme induit par l'exercice

Parmi les 68 élèves ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice, 48 ont été discrets ( $15\% \leq \text{chute de DEP} \leq 25\%$ ), 19 modérés ( $25\% < \text{chute du DEP} \leq 50\%$ ) et 1 a été sévère ( $\text{chute du DEP} > 50\%$ ).

Sévérité du BIE	Nombre d'élèves (n = 68)
Discret	48
Modéré	19
Sévère	1

Tableau XIII - Répartition selon la sévérité du BIE.

### I - 2 - c - La symptomatologie

Sur les 782 élèves inclus dans l'étude, 53 ont présenté une symptomatologie respiratoire.

Dans la catégorie « BIE constaté », 47 élèves ont été symptomatiques (69,1%) et 21 asymptomatiques (30,9%).

Dans la catégorie « AIE connu », 2 élèves ont présenté des symptômes respiratoires à l'arrêt de l'exercice de cédation spontanée (2%).

Dans la catégorie « limite », 4 élèves (50%) ont ressenti une gêne respiratoire et/ou une oppression thoracique après l'exercice, de régression spontanée, malgré une chute du DEP post exercice inférieure à 15% de la valeur de repos.

Les symptômes respiratoires les plus souvent rencontrés après l'exercice ont été l'oppression thoracique (79%) et la dyspnée (60%), suivis des sibilants auscultatoires (52%) puis de la toux (20%).

Symptômes	Nombre d'enfants (n = 53)	Pourcentage
Oppression thoracique	42	79
Dyspnée	32	60
Toux	11	20
Sibilants	28	52

Tableau XIV - Fréquence des symptômes respiratoires.

### I - 2 - d - L'asthme induit par l'exercice et antécédents respiratoires

Sur les 68 élèves pour lesquels un bronchospasme a été constaté au décours de l'épreuve d'effort, 27 sont asthmatiques connus, soit 39,7%, et 41 ne le sont pas, soit 60,3%.

Sur les 78 élèves inclus dans la catégorie « AIE global », on dénombre :

- 36 enfants ayant un asthme connu,
- 29 enfants ayant un asthme connu associé à une rhino-conjonctivite saisonnière,
- 13 enfants souffrant exclusivement d'une rhino-conjonctivite saisonnière et
- 29 enfants dont l'AIE est la seule manifestation d'une hyperréactivité bronchique.

Antécédents	Nombre d'élèves (n = 78)	Pourcentage
Asthme	36	46,15
Rhinite allergique seule	13	16,67
Rhinite allergique + asthme	29	37,18
Aucun	29	37,18

Tableau XV - Répartition des antécédents dans la catégorie «AIE global ».

<b>Antécédents</b>	<b>BIE constaté Nbre d'enfants</b>	<b>Pourcentage</b>	<b>AIE global Nbre d'enfants</b>	<b>Pourcentage</b>
Sifflements (n = 214)	39	18,22	47	21,96
Siff. 1 an (n = 128)	29	22,65	36	28,12
Siff. Nocturnes (n = 17)	10	58,82	11	64,70
Asthme (n = 84)	27	32,14	36	42,85
Signes d'AIE (n = 215)	36	16,74	46	21,39
Rhino. Allerg. (n = 228)	35	15,35	42	18,42

Tableau XVI - Présence d'un BIE et d'un AIE dans les groupes définis par les antécédents.

<b>Antécédents</b>	<b>Pas de BIE Nbre. d'enfants</b>	<b>Pourcentage</b>	<b>Pas d'AIE Nbre. d'enfants</b>	<b>Pourcentage</b>
Sifflements (n = 214)	175	81,78	167	78,04
Siff. 1 an (n = 128)	99	77,35	92	71,88
Siff. Nocturnes (n = 17)	7	41,18	6	35,30
Asthme (n = 84)	57	67,86	48	57,15
Signes d'AIE (n = 215)	179	83,26	169	78,61
Rhino. Allerg. (n = 228)	193	84,65	186	81,58

Tableau XVII - Absence d'un BIE et d'un AIE dans les groupes définis par les antécédents.

- Dans cette étude, 32,14% des asthmatiques connus ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice et plus globalement, 42,85% des asthmatiques connus souffrent d'un asthme induit par l'exercice.

- Il est constaté que 15,35% des sujets souffrant de rhino-conjonctivites saisonnières ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice et plus globalement, 18,42% des élèves sujets aux rhino-conjonctivites saisonnières souffrent d'un asthme induit par l'exercice.

- La notion d'antécédents de sifflements nocturnes dans les douze derniers mois n'est pas à négliger puisque 58,82% des élèves qui y sont sujets ont présenté, dans cette étude, un

bronchospasme induit par l'exercice et que globalement, 64,70% d'entre eux souffrent d'un asthme induit par l'exercice.

### I - 2 - e - La valeur du questionnaire

Il a été calculé pour chaque item du questionnaire, sa sensibilité, sa spécificité, sa valeur prédictive positive (VPP) et sa valeur prédictive négative (VPN) en fonction de l'inclusion ou non des élèves dans la catégorie « AIE global ». Ces valeurs sont regroupées dans le tableau suivant.

Item questionnaire	Sensibilité %	Spécificité %	VPP %	VPN %
Sifflements	60,25	76,27	21,96	94,54
Sifflements 12 mois	46,15	86,93	28,12	93,57
Sifflements nocturnes	14,10	99,14	64,70	91,24
Asthme	46,15	93,18	42,85	93,98
Signes d'AIE	58,97	75,99	21,39	94,35
Rhino. Saisonnières	53,84	73,57	18,42	93,50

Tableau XVIII - Caractéristiques des items du questionnaire des enfants.

### I - 2 - f - Les traitements pris avant l'épreuve

Parmi les 19 élèves ayant pris un traitement de l'asthme avant l'épreuve d'effort, qu'il s'agisse d'un traitement préventif de l'effort par  $\beta_2$  mimétiques d'action brève ou cromones, ou bien de traitement de fond dans le cadre d'un asthme persistant non interrompu suffisamment tôt, on dénombre :

- 3 élèves asthmatiques connus n'ayant pas présenté de BIE lors de notre étude,
- 5 élèves asthmatiques connus ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice,
- 9 élèves souffrant d'un AIE connu et qui n'ont pas présenté de bronchospasme induit par l'exercice lors de l'étude et
- 2 élèves inclus dans la catégorie « limite » et connus comme asthmatiques.

## I - 2 - g - Les conditions climatiques lors de la course

### $\alpha$ - La température

Les élèves ont couru à une température moyenne de  $15,2^{\circ} \pm 4,8^{\circ}$ , avec une température minimale de  $2^{\circ}$  et une maximale de  $25^{\circ}$ .

Les élèves ayant couru par temps froid, c'est à dire défini pour une température  $\leq 5^{\circ}$ , sont au nombre de 31 dont 4 ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice.

Les élèves ayant couru à une température supérieure à  $5^{\circ}$  sont au nombre de 751 dont 64 ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice (BIE). Parmi ces 751 élèves :

- 95 ont couru à une température comprise entre  $6$  et  $10^{\circ}$  et 9 ont présenté un BIE,
- 274 ont couru à une température comprise entre  $11$  et  $15^{\circ}$  et 17 ont présenté un BIE,
- 297 ont couru à une température comprise entre  $16$  et  $20^{\circ}$  et 27 ont présenté un BIE et
- 85 ont couru à une température supérieure à  $20^{\circ}$  et 11 ont présenté un BIE.

Températures	Nombre d'élèves (n = 782)	BIE constaté (n = 68)	Pourcentage
$T^{\circ} \leq 5^{\circ}$	31	4	12,9%
$5^{\circ} < T^{\circ} \leq 10^{\circ}$	95	9	9,5%
$10^{\circ} < T^{\circ} \leq 15^{\circ}$	274	17	6,2%
$15^{\circ} < T^{\circ} \leq 20^{\circ}$	297	27	9,1%
$T^{\circ} > 20^{\circ}$	85	11	12,9%

Tableau XIX - Répartition des élèves en fonction de la température.

### $\beta$ - L'humidité relative ou hygrométrie

Les élèves ont couru à une hygrométrie moyenne de  $40,2\% \pm 16,9\%$ , avec un minima de  $10\%$  et un maxima de  $80\%$ .

Les élèves ayant couru par temps sec, défini pour une humidité relative inférieure à  $40\%$ , sont au nombre de 457 dont 47 ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice.

Les élèves ayant couru à une hygrométrie  $\geq 40\%$ , sont au nombre de 325 dont 21 ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice. Parmi ces 325 élèves :

- 272 ont couru à une hygrométrie comprise entre 40% et 69%, ce qui définit un temps normal et 15 ont présenté un BIE et
- 53 ont couru à une hygrométrie  $\geq 70\%$ , ce qui définit un temps humide et 6 ont présenté un BIE.

Hygrométrie	Nombres d'élèves (n = 782)	BIE constaté (n = 68)	Pourcentage
$H < 40^\circ$	457	47	10,3%
$40^\circ \leq H < 70^\circ$	272	15	5,5%
$H \geq 70^\circ$	53	6	1,8%

Tableau XX - Répartition des élèves en fonction de l'hygrométrie.

#### I - 2 - h - La prévalence de l'asthme induit par l'exercice par classe.

La prévalence de l'asthme induit par l'exercice (« AIE global ») a été évaluée au sein de chaque grappe, c'est à dire dans chaque classe ayant participé à cette étude. Ces prévalences sont reportées sur le tableau XXI.

<b>N° classe (n = 37)</b>	<b>Effectif (n = 782)</b>	<b>AIE global (n = 78)</b>	<b>Prévalence %</b>
1	25	3	12
2	26	4	15,39
3	24	4	16,67
4	17	0	0
5	22	1	4,55
6	24	1	4,17
7	17	2	11,77
8	20	2	10
9	25	3	12
10	20	2	10
11	16	2	12,5
12	17	0	0
13	27	4	14,82
14	17	2	11,77
15	21	2	9,52
16	19	4	21,05
17	21	2	9,52
18	22	1	4,55
19	19	2	10,52
20	20	0	0
21	17	3	17,65
22	16	1	6,25
23	21	2	9,52
24	21	1	4,76
25	16	2	12,50
26	19	3	15,79
27	23	0	0
28	23	4	17,39
29	25	1	4
30	20	2	10
31	31	3	9
32	17	2	11,76
33	19	1	5,26
34	26	2	7,70
35	21	3	14,29
36	21	4	19,05
37	27	3	11,11

Tableau XXI - Prévalence de l'AIE global dans chaque classe.

## II - L'ANALYSE COMPARATIVE

### II - 1 - ANTECEDENTS ET AIE

#### II - 1 - a - L'asthme

• Le pourcentage du nombre d'enfants présentant un bronchospasme induit par l'exercice dans cette étude, est chez les asthmatiques significativement ( $p < 0,0001$ ) plus important que dans la population générale (tableau XXII).

	<b>Asthme connu (n = 84)</b>	<b>Asthme non connu (n = 698)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	27	41	68
Pas de BIE constaté	57	657	714

Tableau XXII - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction de l'existence d'un asthme.

• Le pourcentage du nombre d'enfants souffrant d'asthme induit par l'exercice est chez les asthmatiques significativement ( $p < 0,0001$ ) plus important que dans la population générale (tableau XXIII).

	<b>Asthme connu (n = 84)</b>	<b>Asthme non connu (n = 698)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
AIE global	36	42	78
Pas d'AIE	48	656	704

Tableau XXIII - Comparaison AIE / Pas d'AIE en fonction de l'existence d'un asthme.

## II - 1 - b - Les sifflements nocturnes

- Le nombre d'enfants ayant présenté un BIE dans cette étude est chez les enfants sujets aux sifflements nocturnes au cours des douze derniers mois significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXIV).

---

	<b>Sifflements nocturnes (n = 17)</b>	<b>Pas de sifflement nocturne (n = 765)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	10	58	68
Pas de BIE constaté	7	707	714

---

Tableau XXIV - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction des sifflements nocturnes.

- Le nombre d'enfants souffrant d'un asthme induit par l'exercice est chez les enfants ayant présenté des sifflements nocturnes au cours des douze derniers mois significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXV).

---

	<b>Sifflements nocturnes (n = 17)</b>	<b>Pas de sifflement nocturne (n = 765)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
AIE global	11	67	78
Pas d'AIE	6	698	704

---

Tableau XXV - Comparaison AIE / Pas d'AIE en fonction des sifflements nocturnes ;

## II - 1 - c - Les rhino-conjonctivite saisonnières

- Le nombre d'enfants ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice lors de cette étude est chez les enfants sujets aux rhino-conjonctivites saisonnières significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXVI).

	<b>Rhino. Allergie (n = 228)</b>	<b>Pas de rhino. (n = 554)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	35	33	68
Pas de BIE constaté	193	521	714

Tableau XXVI - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction des Rhino-conjonctivites .

- Le nombre d'enfants souffrant d'AIE est chez les sujets aux rhino-conjonctivites saisonnières significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXVII).

	<b>Rhino. Allergie (n = 228)</b>	<b>Pas de rhino. (n = 554)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
AIE global	42	36	78
Pas d'AIE	186	518	704

Tableau XXVII - Comparaison AIE / Pas d'AIE en fonction des rhino-conjonctivites.

#### II - 1 - d - Les sifflements récents

- Le nombre d'enfants ayant présenté un BIE lors de cette étude est chez les enfants ayant été sujets aux sifflements au cours des douze derniers mois significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXVIII).

	<b>Sifflements récents (n = 128)</b>	<b>Pas de sifflement récent (n = 654)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	29	39	68
Pas de BIE constaté	99	615	714

Tableau XXVIII - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction des sifflements récents.

- Le nombre d'enfants souffrant d'AIE est chez les enfants ayant présenté des sifflements au cours des douze derniers mois significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (Tableau XXIX).

	<b>Sifflements récents (n = 128)</b>	<b>Pas de sifflement récent (n = 654)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
AIE global	36	42	78
Pas d'AIE	92	612	704

Tableau XXIX - Comparaison AIE / Pas d'AIE en fonction des sifflements récents.

### II - 1 - e - Les symptômes évocateurs d'AIE

- Le nombre d'élèves ayant présenté un BIE lors de cette étude est chez les enfants ayant présenté des symptômes évocateurs d'AIE dans le passé significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXX).

	<b>Signes d'AIE (n = 215)</b>	<b>Pas de signe d'AIE (n = 567)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	36	32	68
Pas de BIE constaté	179	535	714

Tableau XXX - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction des signes évocateurs d'AIE.

- Le nombre d'élèves souffrant d'AIE est chez les enfants ayant présenté des symptômes évocateurs d'AIE dans le passé significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (tableau XXXI).

	<b>Signes d'AIE (n = 215)</b>	<b>Pas de signe d'AIE (n = 567)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
AIE global	46	32	78
Pas d'AIE	169	535	704

Tableau XXXI - Comparaison AIE / Pas d'AIE en fonction des signes évocateurs d'AIE.

### II - 1 - f - L'absentéisme

- Le nombre d'élèves ayant présenté un BIE dans cette étude est chez les élèves pour qui un absentéisme pour symptômes asthmatiques est révélé par le questionnaire significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (Tableau XXXII).

	<b>Absentéisme (n = 18)</b>	<b>Pas d'absentéisme (n = 764)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	8	60	68
Pas de BIE constaté	10	704	714

Tableau XXXII - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction des absences scolaires.

- Le nombre d'enfants souffrant d'AIE est chez les élèves pour qui un absentéisme scolaire pour symptômes asthmatiques est révélé par le questionnaire significativement ( $p < 0,0001$ ) plus élevé que dans la population générale (Tableau XXXIII).

	<b>Absentéisme (n = 18)</b>	<b>Pas d'absentéisme (n = 764)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
AIE global	13	65	78
Pas d'AIE	5	699	704

Tableau XXXIII - Comparaison AIE / Pas d'AIE en fonction des absences scolaires.

## II - 1 - g - Les autres symptômes

- Il a été établi une corrélation entre la survenue d'un bronchospasme induit par l'exercice lors de cette étude et le fait que l'élève présente des antécédents de sifflements dans le passé ou de symptômes évocateurs d'AIE ( $p < 0,0001$ ).
- Une corrélation entre la présence d'un asthme induit par l'exercice et les antécédents ci-dessus a été également établie ( $p < 0,0001$ ).

## II - 2 - CONDITIONS ATMOSPHERIQUES

### II - 2 - a - La température

- Aucune corrélation n'a pu être établie entre la température à laquelle s'est déroulée la course et la survenue d'un bronchospasme induit par l'exercice lors de cette étude (tableau XXXIV).

	<b>T° ≤ 5° (n = 31)</b>	<b>T° &gt; 5° (n = 751)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	4	64	68
Pas de BIE constaté	27	687	714

Tableau XXXIV - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction de la température.

- Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre la température à laquelle s'est déroulée la course à humidité relative constante (corrélation partielle) et la survenue d'un bronchospasme induit par l'exercice lors de cette étude.
- Aucune corrélation entre la température à niveau d'hygrométrie constant et le pourcentage de variation du DEP post exercice n'a été établie (corrélation partielle).

## II - 2 - b - L'hygrométrie

- La corrélation entre un bronchospasme induit par l'exercice et le temps sec n'a pu être établie ( $p = 0,0650$ ) (tableau XXXV).
- Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre le niveau d'hygrométrie à laquelle s'est déroulée la course et la survenue d'un bronchospasme induit par l'exercice lors de cette étude, à température constante (corrélation partielle).
- Aucune corrélation entre le niveau d'hygrométrie à température constante et le pourcentage de variation du DEP post exercice n'a été établie.

---

	<b>H &lt; 40° (n = 457)</b>	<b>H ≥ 40° (n = 325)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	47	21	68
Pas de BIE constaté	410	304	714

---

Tableau XXXV - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction de l'hygrométrie.

## II - 3 - REPARTITION PAR LE SEXE

Dans cette étude, 37 filles, soit 9,3% des filles et 31 garçons, soit 8,1% des garçons ont présenté un bronchospasme induit par l'exercice ; cette différence n'est pas significative ( $p = 0,631$ ).

---

	<b>Filles (n = 398)</b>	<b>Garçons (n = 384)</b>	<b>Total (n = 782)</b>
BIE constaté	37	31	68
Pas de BIE constaté	361	353	714

---

Tableau XXXVI - Comparaison BIE / Pas de BIE en fonction du sexe.

### **III - L'ANALYSE DU QUESTIONNAIRE INFIRMIER**

L'effectif des d'infirmières scolaires ayant participé à cette étude est de 17.

Elles sont réparties sur les 22 collèges étudiés, qu'elles visitent en moyenne, 6 jours par mois ; 5 seulement travaillent à temps plein.

#### **III - 1 - LE VECU DE L'ASTHME**

D'après le questionnaire, elles prennent en charge en moyenne 4 classes de sixième chacune, ce qui représente au total 1 733 élèves de sixième.

Elles ont en charge, chacune, 6 enfants asthmatiques connus d'elle ; ce qui permet d'estimer la population des asthmatiques parmi les classes de sixième dont elles s'occupent à 103 enfants.

La prévalence des asthmatiques estimée par les infirmières est donc de **5,9%**.

L'analyse du questionnaire révèle que :

- 6% des asthmatiques sont dispensés d'éducation physique et sportive,
- 18% des infirmières ont assisté au cours du dernier mois à une crise d'asthme,
- 18% d'entre elles sont intervenues lors des six derniers mois, au cours de 4 crises d'asthme dont 3 ont été reliées à la pratique du sport,
- 18% des infirmières ne reçoivent aucune information sur l'existence ou non d'un asthme ; lorsqu'elles en sont informées, c'est à 79% par la famille de l'élève asthmatique et seulement à 21% par un certificat médical,
- 65% des infirmières détiennent des bronchodilatateurs et 71% des bronchodilatateurs proviennent des élèves asthmatiques.

#### **III - 2 - LA CONNAISSANCE DE L'ASTHME**

- 81% des infirmières pensent que l'enfant asthmatique perçoit les modifications pathologiques de ces bronches,
- 87% estiment que cet enfant peut présenter une fonction respiratoire normale,

- la totalité des infirmières s'accordent à dire que le sport peut être pratiqué par l'asthmatique,

- 40% d'entre elles estiment détenir une information suffisante sur la maladie asthmatique.

Leurs connaissances sur les mécanismes en cause dans la maladie asthmatique sont les suivantes :

- la bronchoconstriction est citée à 87%,
- l'oedème et l'inflammation à 50%,
- l'hypersécrétion de mucus à 50%,
- mais les trois mécanismes ne sont associés qu'une seule fois.

La totalité des infirmières estiment connaître les mesures préventives de l'asthme induit par l'exercice ; elles ont proposé :

- la prise d'un bronchodilatateur 10 à 15 minutes avant l'exercice à 81%,
- l'éviction des poussières et des allergènes à 43%,
- d'éviter la pratique du sport par temps froid et sec à 37%,
- d'éviter la pratique du sport lors des surinfections bronchiques à 6%.

Mais elles préconisent également :

- d'éviter la pratique du sport dans un environnement chaud et humide à 18%,
- d'éviter le brouillard (6%) ainsi que le stress et l'anxiété (6%).

Il n'est répertorié que 2 remarques sur l'intérêt d'un échauffement progressif.

La prise en charge de l'élève présentant une crise d'asthme au sein du collège est évaluée sous deux angles différents : l'attitude face à la crise en présence ou non de l'infirmière.

■ En présence de l'infirmière, la gestion de la crise est la suivante :

- rassurer l'enfant à 94%, l'isoler à 44%,
- favoriser la respiration de l'enfant en l'asseyant à 69%, en libérant les voies respiratoires à 31% ou en aérant la pièce à 37%,

- administrer un bronchodilatateur à 94% mais la moitié ne le fait uniquement que s'il existe une prescription médicale ; alors que 20% des infirmières sont prêtes à administrer le

médicaments sans ordonnance préalable si l'asthme est connu et 33% agissent de même sans se soucier de l'existence de cette pathologie,

- prévenir la famille de l'enfant en crise à 37% et les autorités médicales à 25% ; cependant, devant une aggravation de la crise, le médecin ou les secours médicaux sont plus volontiers prévenus que la famille (62% contre 25%).

■ En l'absence de l'infirmière, la prise en charge de la crise consiste à :

- alerter la famille de l'enfant à 81%,
- faire appel aux secours médicaux de façon systématique à 37% et selon l'évolution de la crise à 31%,
- administrer un traitement curatif en présence d'un certificat médical à 37%,
- laisser l'enfant gérer sa crise lui-même à 25% dans la mesure où il s'agit d'un asthmatique connu,
- faire appel à la secouriste lingère à 37%,
- informer le professeur d'EPS à 6%.

## **IV - L'ANALYSE DU QUESTIONNAIRE DES PROFESSEURS**

L'effectif des professeurs d'EPS ayant participé à cette étude est de 33.

### **IV - 1 - LE VECU DE L'ASTHME**

D'après le questionnaire, ils assurent en moyenne l'éducation sportive de 3 classes de sixième chacun, ce qui représente au total 2 275 élèves sous leur responsabilité.

La population d'asthmatiques en classe de sixième dont ils ont la charge est estimée à 93 enfants, ce qui représente une moyenne de 3 asthmatiques par classe.

La prévalence de l'asthme estimée par les professeurs est donc de 4%.

L'analyse du questionnaire révèle que :

- 5% des asthmatiques sont dispensés d'éducation physique et sportive,

- 86% des professeurs ont assisté récemment à une crise d'asthme ; ils ont été témoins de 11 crises au cours du mois précédant l'enquête dont 9 (75%) se sont déroulées en extérieur et de 36 crises au cours des douze derniers mois dont 25 sont survenues en extérieur (70%),
- 90% des professeurs s'estiment informés de l'existence d'un asthme chez leurs élèves, à 32% par la famille de l'enfant, à 46% par l'enfant lui-même, à 29% par un certificat médical et à 11% par l'infirmière scolaire.

#### IV - 2 - LA CONNAISSANCE DE L'ASTHME

- 53% des professeurs d'EPS pensent que l'enfant asthmatique perçoit les modifications pathologiques de ces bronches,
- 69% estiment que cet enfant peut présenter une fonction respiratoire normale.

Leurs connaissances sur les causes de l'asthme sont les suivantes :

- 16% pensent que l'asthme a une composante psychique,
- 65% pensent qu'il s'agit d'un phénomène allergique,
- 52% associent le dérèglement psychique et l'allergie,
- 55% pensent que l'asthme est dû à d'autres facteurs associés aux précédents.

La totalité des enseignants préconisent la pratique du sport chez l'asthmatique et 78% estiment connaître les sports asthmogènes. Ils incriminent :

- la course d'endurance à 50%, alors que seulement 3% d'entre eux la contre-indiquent,
- les sports en extérieur en période printanière à 15% ou en locaux poussiéreux à 20%, alors que 65% pensent que l'asthme est un phénomène allergique,
- les sports collectifs à 12%.

La plongée n'est citée qu'une fois (3%) en raison des difficultés d'intervention en cas de crise. Cependant, la natation en milieu chaud et humide est considérée comme un sport asthmogène par 8% des enseignants.

Les professeurs d'éducation physique et sportive affirment à 90% qu'un aménagement pédagogique est possible pour l'enfant asthmatique et proposent :

- une diminution de la durée de l'exercice à 36%,
- une diminution de l'intensité de l'exercice à 30%,

- une diminution de la durée et de l'intensité de l'exercice à 24%,
- une gestion autonome de l'activité physique par l'enfant asthmatique à 15%,
- une gestion des activités sportive en coordination avec l'enfant asthmatique à 15%,
- une augmentation du temps de récupération à 6%.

Les professeurs prétendent connaître les mesures préventives de l'asthme induit par l'exercice à 79% ; ils citent :

- l'administration pré-exercice de bronchodilatateurs à 77%,
- l'échauffement en début de séance à 15% et l'inspiration nasale à 3%.

Les professeurs sont concernés par cette pathologie et se soucient de la possibilité de traitement en cas de survenue d'une crise d'asthme pendant leurs cours. En effet, 85% d'entre eux ont l'habitude de questionner l'enfant asthmatique sur ce sujet et 90% sont demandeurs d'une formation supplémentaire sur cette pathologie respiratoire pour une meilleure prise en charge de l'enfant asthmatique.

## **C - DISCUSSION**

Ce travail a retrouvé, tout en reposant sur une méthodologie statistique rigoureuse, la prévalence habituelle de l'asthme induit par l'exercice chez les enfants, 9,9% [ 8,2 - 11,7 ].

Le taux de participation, 88,55%, est satisfaisant et seulement 4% des demandes d'autorisations parentales distribuées n'ont pas été rendues.

Les études réalisées selon la même méthodologie, c'est à dire associant un questionnaire et une épreuve d'effort, sont rares en France : une enquête comparable (8) a été menée dans Val-de-Marne en 1998.

Il n'est pas toujours aisé de réaliser ce type d'enquête dans le monde de l'enseignement, mais cette étude a suscité plus d'enthousiasme que de réticence de la part du corps enseignant, des infirmières scolaires, du rectorat et de l'inspection d'académie de la Haute-Vienne.

## **I - DISCUSSION DE LA METHODE**

### **I - 1 - L'ECHANTILLON**

L'échantillon a été déterminé par un sondage en grappe. Les grappes, c'est à dire les classes, n'ont pas été délibérément sélectionnées mais leur choix résulte d'un tirage au sort.

L'effectif de la population d'étude, 782 élèves, est suffisant puisque le nombre minimum de sujets nécessaires était de 769 élèves.

Les grappes s'avèrent, après analyse, suffisamment hétérogènes pour être qualifiées d'efficaces. La prévalence de l'AIE global au sein de chaque grappe varie de 0 à 21,05%.

L'échantillon est donc représentatif de la population d'enfants de sixième de la Haute-Vienne ; alors que dans l'étude de Charton (8), l'échantillon n'a pas été déterminé par tirage au sort et de ce fait, n'est pas représentatif de la population d'élèves de sixième du Val-de-Marne.

## I - 2 - L'EPREUVE D'EFFORT

- La course libre étant réalisée en extérieur (1 classe a couru en salle du fait de conditions climatiques défavorables), il a été impossible de contrôler les caractéristiques de l'air ambiant. Les élèves n'étaient donc pas à l'abri des polluants atmosphériques, mais, l'étude de Branger (10), ne met en évidence aucune incidence significative de la pollution atmosphérique sur la prévalence de l'asthme chez les enfants et celle de Vacek (54) est incapable de démontrer une quelconque corrélation entre la survenue d'un asthme induit par l'exercice et les indices habituels de la qualité de l'air, tels que le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> ou l'ozone.

Les conditions climatiques influencent la survenue d'un bronchospasme induit par l'exercice, puisqu'un des facteurs responsables est l'inhalation d'air sec et froid. Cependant, le climat a été particulièrement clément lors de la réalisation de cette étude puisque seulement 31 enfants ont couru par temps froid. La sensibilité de l'épreuve d'effort n'a donc pas été augmentée par l'inhalation d'air froid, ce qui est réalisé lors des épreuves d'effort en laboratoire.

En extérieur, le maintien d'un environnement standard, comme cela est réalisé en laboratoire, est difficile. Le choix de l'horaire fixe des épreuves a permis d'obtenir des conditions de température relativement homogènes, mais tous les enfants n'ont pas couru à une hygrométrie constante ; cependant ce protocole a l'avantage de reproduire les conditions habituelles de l'activité sportive chez ces enfants.

- La durée de la course a été de 6 minutes et le fait que seul un enfant n'ait pas terminé celle-ci, suggère que la durée du test est optimale.

- L'intensité de l'exercice a été standardisée par la mesure de la fréquence cardiaque dès l'arrêt de la course et l'exclusion des élèves dont cette dernière était inférieure à 80% de leur Fcmax. Lorsque l'intensité de l'effort est contrôlée, on ne note pas de différence significative entre une course libre et une épreuve d'effort en laboratoire sur tapis roulant (50) (respectivement, sensibilité de 56,7% et 53,3%). Seulement 4 enfants ont été exclus de l'étude pour effort insuffisant, ce qui illustre que même des enfants peu entraînés sont susceptibles de réaliser une course à un rythme soutenu. Cependant, ce protocole aurait été insuffisant pour des athlètes entraînés.

- Tout comme en laboratoire, l'épreuve d'effort a été réalisée sans échauffement préalable, mais, les traitements de l'asthme n'ont pas été interrompus le jour de l'étude. Ce dernier élément du protocole a permis une meilleure adhésion de la part des parents des élèves étudiés, l'étude se déroulant en extérieur, loin de tout centre de réanimation. La sensibilité de l'épreuve en a été affectée. Cependant, les 19 élèves ayant pris un traitement de l'asthme le jour de l'enquête l'ont mentionné dans le questionnaire.

Trois de ces élèves étaient des asthmatiques et n'ont pas présenté de bronchospasme induit par l'exercice : on peut donc supposer que leur traitement préventif de l'AIE a été efficace ou correctement inhalé.

Chez cinq élèves asthmatiques sous traitement de l'asthme, un bronchospasme induit par l'exercice a été pourtant constaté : leur traitement préventif était-il inadapté ou incorrectement inhalé ?

Neuf des 10 élèves présentant un AIE avéré avaient pris un traitement de l'asthme le jour de l'épreuve, laquelle n'a engendré aucune chute significative du DEP, ce qui laisse présager que ce traitement leur a offert une protection suffisamment efficace contre l'asthme induit par l'exercice.

### **I - 3 - LA MESURE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE**

- La fonction pulmonaire a été évaluée par la mesure du DEP à l'aide d'un débit-mètre de pointe. Les enquêteurs ont reçu une formation sur l'utilisation du débit-mètre de pointe et l'étalonnage régulier de ce type d'appareil.

Les Mini-Wright peak flow meter, appareils de référence, ont été étalonnés par rapport à un pneumotachographe de référence de type Lilly, lui-même calibré au préalable avec une seringue de 1 litre et dont la courbe de linéarisation a été vérifiée, par un standard de laboratoire (le sujet témoin du laboratoire d'EFR : Explorations Fonctionnelles Respiratoires).

Chaque jour de l'étude, un autre sujet témoin a soufflé dans tous les débit-mètres de pointe afin de s'assurer qu'ils avaient tous la même valeur, la lecture comparative ne devant pas s'écarter de  $\pm 5\%$ .

- L'utilisation du débit-mètre de pointe s'est avérée être d'une grande simplicité auprès des enfants. Ces derniers ont rapidement compris sa manipulation, mais fait remarquable, certains asthmatiques ne l'avaient jamais utilisé. Cet instrument pourtant peu encombrant et peu coûteux devrait faire partie de la trousse de tout asthmatique ou au moins du médecin traitant qui devrait l'utiliser de façon régulière lors des consultations de l'enfant asthmatique.

- La graduation du débit-mètre de pointe, de 10 en 10 l/min, lui confère un manque de précision, qui a influé sur l'inclusion de certains élèves dans la catégorie « limite », c'est à dire pour une chute du DEP post exercice comprise entre 14 et 15%, ou la catégorie « BIE constaté ».

- La positivité de l'épreuve d'effort est définie pour une chute d'au moins 15% du DEP post exercice par rapport à la valeur de repos de l'enfant comme dans de nombreuses études (8, 54, 55, 56, 69, 96, 97, 98, 101, 102, 105, 107). Les mesures ont été effectuées à 5 et 10 minutes après l'arrêt de l'exercice.

Cependant, parmi les 8 élèves inclus dans la catégorie « limite », 4 ont été symptomatiques sans présenter pour autant une chute significative du DEP à 5 et 10 minutes après l'arrêt de l'exercice. Il aurait probablement été nécessaire de poursuivre les mesures du DEP jusqu'à 30 minutes après la fin de la course afin d'objectiver un bronchospasme induit par l'exercice, même si ce dernier est généralement observé dans les 10 premières minutes suivant l'arrêt de l'exercice (1, 50, 54). De plus, parmi eux, 2 étaient asthmatiques connus et n'avaient pas interrompu leur traitement de fond ; dans leur cas, seule une épreuve d'effort en laboratoire couplée à une spirométrie au delà des 10 premières minutes après la fin de l'exercice pourrait affirmer ou infirmer le diagnostic d'asthme induit par l'exercice.

- Un élève n'ayant pris aucun traitement de l'asthme le jour de l'enquête a été inclus dans la catégorie « AIE connu », alors que 3 semaines avant, un diagnostic d'asthme induit par l'exercice avait été confirmé par une épreuve d'effort dans le laboratoire d'EFR de Limoges. Il est en effet reconnu que la mesure du DEP est moins sensible que celle du VEMS dans la détection du bronchospasme (64), mais il faut également prendre en compte que l'hyperréactivité bronchique varie dans le temps (19).

Il convient de ne pas oublier que le débit-mètre de pointe n'est qu'un instrument de dépistage et que la mesure du bronchospasme par le DEP n'est qu'un élément d'orientation pour le diagnostic éventuel d'un AIE.

#### I - 4 - LE QUESTIONNAIRE

- Il a été au préalable testé sur une population d'enfants d'âge équivalent hospitalisés dans le service de Pédiatrie de l'Hôpital de Limoges et s'inspire de celui utilisé dans l'étude ISAAC (110).

- Il a été rempli sans grande difficulté par les élèves étudiés. Mais l'item du questionnaire intitulé « As-tu déjà présenté une irritation des yeux, de la gorge, des éternuements à une période particulière de l'année ? » a suscité bien des questions. Les enquêteurs ont uniformément guidé les élèves par l'emploi des termes « rhume des foins », « rhinite et conjonctivite allergiques » ; mais le pourcentage élevé de réponses affirmatives (29,15% contre 7,5% de moyenne dans l'étude ISAAC) et la faible prévalence de l'AIE dans cette population (18,42% contre 35 à 40% dans la littérature) laisse présager que certains élèves ayant des antécédents d'allergie autres que la rhinite saisonnière aient pu répondre « oui » à cette question. Il aurait peut être été utile d'ajouter un item au questionnaire concernant les allergies cutanées, mais celui-ci en comportait déjà neuf.

- L'antécédent de sifflements nocturnes au cours des douze derniers mois semble un bon indicateur dans le dépistage de l'AIE. L'antécédent d'asthme nocturne est le facteur prédictif majeur (VPP la plus élevée : 64,70%) dans la détection de l'AIE.

- Si la question portant sur les antécédents de signes évocateurs d'asthme induit par l'exercice avait été un critère de sélection pour la participation à l'épreuve d'effort, 32 élèves, soit 47% des élèves ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice dans cette étude, n'auraient pas été dépistés. En effet, ses symptômes peuvent être interprétés par les enfants comme un épisode de survenue normale après un effort intense ; de plus, le déni des symptômes et de la maladie en général est une attitude habituelle dans cette tranche d'âge. Ceci est également illustré par le fait qu'un enfant de la catégorie « AIE connu » a refusé de

répondre de façon affirmative à la question intitulée « As-tu déjà présenté de l'asthme ? » en expliquant à l'enquêteur qu'il souffrait d'un « asthme à l'effort » sans être asthmatique pour autant, comme le lui avait dit son médecin traitant. Le corps médical a parfois des scrupules à utiliser le terme « asthme » chez certains enfants qui seraient susceptibles de ressentir cette pathologie comme une exclusion vis à vis des camarades de leur âge.

Le questionnaire dans cette étude est très spécifique mais peu sensible, et utilisé seul, n'aurait pas permis un dépistage « fiable » de l'asthme induit par l'exercice ; son intérêt majeur est l'identification de la population à risque.

### ■ Au total

- Sur les 78 élèves souffrant d'AIE, 29 enfants, soit 37,18%, n'ont aucun antécédent d'asthme ou de rhinite allergique.

L'asthme induit par l'exercice peut être la seule manifestation d'une hyperréactivité bronchique, d'où l'intérêt d'associer au questionnaire une épreuve d'effort pour compenser le manque de fiabilité d'un questionnaire utilisé seul.

- Dans cette étude, 21 enfants ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice, soit 30,9%, ont été asymptomatiques. En effet, l'enfant asthmatique ne perçoit pas de façon systématique les modifications du calibre bronchique. Cependant, comme cela a été constaté dans cette étude, la difficulté réside aussi pour certains, dans l'expression par des mots simples de ces symptômes.

Le bronchospasme mesuré par le DEP est le seul signe d'AIE chez ces enfants asymptomatiques ; l'épreuve d'effort est donc primordiale pour le diagnostic de l'asthme induit par l'exercice.

- Le pourcentage d'élèves ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice dans cette enquête, non déclarés asthmatiques, a été de 60,3% (41 enfants), contre 84% dans l'étude du Val-de-Marne (8).

L'épreuve d'effort, qui couplée à la mesure du DEP est un moyen simple et économique de détection de l'AIE, est essentielle au diagnostic de l'asthme.

## II - DISCUSSION DES RESULTATS

### II - 1 - LA PREVALENCE DE L'ASTHME

- Le questionnaire a permis d'estimer la prévalence de l'asthme dans la population d'enfants de sixième de la Haute-Vienne à 10,74% [ 8,7 - 12,8 ]. La prévalence habituellement rapportée est comprise entre 1,5 et 23% (94) avec la plus part des estimations entre 6 et 12%. L'étude d'étendue mondiale ISAAC (110) révèle une prévalence globale de 8,8% (entre 1,6 et 36,8%), celle de la France variant de 9 à 18% environ. La prévalence en Haute-Vienne est donc en concordance avec cette étude. Les prévalences les plus élevées ont été rapportées au Royaume Uni, en Nouvelle Zélande, en Australie et en République d'Irlande suivis par le Canada, les USA et les pays d'Amérique du Sud et Centrale. La France cependant, se situe parmi les pays à haute prévalence d'asthme, devant la Suède, les pays du pourtour méditerranéen, l'Ethiopie, les pays de l'Europe de l'Est, l'Inde, la Chine et l'Indonésie où la prévalence de l'asthme chez les enfants est la plus faible.

- Il a été retrouvé une fréquence plus élevée de l'asthme chez les garçons (68,85%) comme cela est généralement décrit (7, 8, 9).

- L'échantillon de départ comportait 891 élèves, dont 102 n'ont pas été inclus dans la population de l'étude. Parmi ces 102 enfants n'ayant pas participé à l'enquête, 11 étaient asthmatiques connus de l'infirmière ou du professeur d'EPS. Au total, on comptabilise 95 élèves asthmatiques sur une population de 891 enfants, la prévalence aurait donc été de 10,66%, c'est à dire sensiblement identique. Les données manquantes n'ont donc pas été pénalisantes.

- L'absentéisme est la conséquence la plus directe de la répercussion de l'asthme sur la vie scolaire. Dans cette étude, les 18 enfants ayant présenté des absences pour trouble respiratoire sont des asthmatiques connus. Le pourcentage d'absentéisme pour trouble respiratoire des élèves asthmatiques est donc de 24,32%. Dans l'étude de Bordeaux (15), 40% des enfants souffrant d'un asthme grave (types III et IV de la classification de Vialate) ont des absences scolaires répétées. L'étude de Dubus (7,9) rapporte un absentéisme scolaire plus

important dans la population asthmatique que dans la population générale, avec respectivement 22 jours d'absences pour maladie dont 6,5 pour asthme contre 4,5 jours sur l'année scolaire 1992-1993. Nous ne pouvons comparer les chiffres recueillis par cette étude, puisque nous sommes dans l'incapacité d'établir une quelconque corrélation entre l'absentéisme et la gravité de l'asthme et que le nombre de jours d'absence n'apparaît pas sur le questionnaire.

## II - 2 - LA PREVALENCE DE L'AIE

La prévalence du Bronchospasme Induit par l'Exercice constaté dans cette étude est de 8,7% [ 6,9 - 10,5].

La prévalence de l'Asthme Induit par l'Exercice global (BIE constatés et AIE connus) est de 9,9% [ 8,2 - 11,7 ].

- Dans les enquêtes antérieures, la prévalence de l'AIE varie de 5,6 à 30% pour une fourchette entre 6 et 13% (2), chiffres avec lesquels, les résultats de cette étude sont en accord.

Les études comparables, c'est à dire ayant utilisé l'association course libre extérieure et une chute du DEP post exercice d'au moins 15% de la valeur de repos dans une population d'enfants ou d'adolescents, ont retrouvé une prévalence de l'asthme induit par l'exercice sensiblement identique, près de 10% : 11% pour l'étude de Busquets (107), à Barcelone et 9,9% pour celle de Charton (8), dans le Val-de-Marne. Néanmoins, les études moins récentes avancent des chiffres inférieurs aux alentours de 7% (69, 99, 102), ce qui laisse supposer une augmentation constante de cette pathologie au cours de la décennie. Les études britanniques ou de l'Amérique du Nord, conformément à la prévalence de l'asthme dans leur pays, rapportent des chiffres sensiblement supérieurs : 16% pour l'étude de Williams (101) au Royaume Uni, 12,5% pour celle de Randolph (55) aux USA et 13,2% pour celle de Vacek (54) au Canada.

- Dans cette étude, 42,85% des asthmatiques souffrent d'asthme induit par l'exercice, ce qui est en accord avec les chiffres généralement rapportés dans la littérature (de 40 à 90%) ; mais seulement 18,42% des sujets souffrant de rhino-conjonctivite saisonnière ont un asthme

induit par l'exercice, ce qui est nettement inférieur aux 35 à 40% généralement rapportés (1, 2, 20, 27).

- Les antécédents d'asthme nocturne sont un bon indicateur de l'AIE comme le montrent les études de Dartiguenave (94) et de Charton (8).

- En ce qui concerne le traitement pharmacologique préventif de l'AIE, seulement 19 élèves asthmatiques en bénéficient, soit 22,62%. Ce chiffre confirme que la prise en charge des asthmatiques est insuffisante. L'étude de Dartiguenave (94) révèle que 7% des asthmatiques déclarés bénéficient d'un traitement préventif avant l'effort ; l'asthme dans cette tranche d'âge est sous-traité.

### II - 3 - QUESTIONNAIRES INFIRMIERS ET DES PROFESSEURS

Les infirmières scolaires et les professeurs d'éducation physique et sportive sont unanimement concernés par l'asthme, puisque le taux de réponse est de 100%.

Dans l'étude de Dubus (7, 9) l'asthme est considéré comme un problème mineur par la majorité du personnel scolaire.

- La prévalence de l'asthme estimée par les infirmières a été de 5,9% et par les professeurs de 4%, ce qui confirme la sous-évaluation de cette pathologie par le milieu de l'enseignement (13). Cependant, il a été noté une discordance sur l'effectif à leur charge, alors qu'il aurait dû être similaire. Ces prévalences sont donc discutables et il convient de comparer les estimations respectives du nombre d'asthmatiques connus, qui sont sensiblement équivalentes (103 pour les infirmières et 93 pour les professeurs).

- **Le vécu de l'asthme** : il est différent, mais ceci s'explique aisément par le faible effectif des infirmières scolaires et le temps passé au contact de ces enfants : leur présence dans chaque collège est en moyenne de 6 jours par mois. Les infirmières scolaires semblent également moins informées du problème respiratoire des élèves que les professeurs d'EPS, puisque 18% d'entre elles ne reçoivent aucune information à ce sujet, alors que seulement 10% des professeurs s'estiment non informés.

Parmi les infirmières informées de la pathologie asthmatique des élèves, seulement 21% d'entre elles le sont par un certificat médical, contre 29% pour les professeurs d'EPS. Ceci illustre qu'il n'existe pas de réel travail conjoint entre le personnel scolaire et les médecins, alors que chaque enfant asthmatique devrait remettre un certificat médical en début d'année scolaire à l'infirmière et à son professeur d'EPS dans le but d'une meilleure prise en charge.

Au sein même de l'enseignement, on note un déficit de communication entre les divers protagonistes, puisque seulement 11% des professeurs informés de l'asthme de leurs élèves, le sont par le biais de l'infirmière de l'établissement.

A propos des dispenses de sport, leurs réponses sont identiques (6 et 5%), ce qui signifie que lorsque le médecin rédige une dispense, il l'adresse à l'infirmière comme au professeur d'éducation physique.

Dans cette étude, 86% des professeurs ont assisté récemment à une crise lors des cours d'EPS, alors que c'est le cas pour seulement 18% des infirmières. Celles-ci sont intervenues lors de 4 crises d'asthme, dont 3 survenues au décours d'une activité sportive, alors que les professeurs ont assisté à 11 crises dans le même laps de temps. Le bronchospasme induit par l'exercice est en effet la manifestation de l'asthme la plus courante en milieu scolaire.

Les crises d'asthme survenues en plein air représentent 70% des crises lors des cours d'EPS, mais nous n'avons pu déterminer si le facteur favorisant était l'inhalation d'air sec et froid, celle d'allergènes ou l'intensité supérieure des activités d'extérieur.

- **La prise en charge par les infirmières** : le fait que les infirmières n'interviennent que lors de 36% des crises, implique la gestion de la crise par l'élève lui-même ou avec l'aide de son professeur. En effet, en l'absence de l'infirmière, l'autogestion est de mise dans 25% des cas, contre 70% dans l'étude de Dubus (7). Néanmoins, la prise en charge de l'enfant asthmatique semble satisfaisante, dans la mesure où l'infirmière scolaire est présente. On retrouve la détention de bronchodilatateurs chez 65% des infirmières contre 1/3 dans l'enquête de Dubus (9). La prudence dans l'administration d'un traitement curatif de l'asthme a été observé dans cette étude. En effet, aucune loi, à notre connaissance, n'autorise les infirmières à administrer un traitement en l'absence d'une prescription médicale. Malgré cela, 31% des infirmières scolaires prennent le risque de traiter l'enfant devant des signes évidents de bronchospasme. On ne peut pourtant les blâmer car il semblerait qu'elles se posent la question suivante : « l'abstention thérapeutique ne serait-elle pas considérée dans ce cas,

comme une attitude de non assistance à personne en danger ? ». L'attitude la plus simple serait pourtant de faire appel aux conseils d'un médecin d'urgence par téléphone. Mais, ce problème n'aurait aucune raison d'être en présence d'une communication efficace entre le médecin traitant et milieu scolaire.

- **La connaissance de l'asthme** : les infirmières estiment à 40% détenir une information suffisante sur l'asthme, cependant, un manque de connaissance a été mis en évidence : 81% d'entre elles pensent à tort que l'enfant asthmatique est conscient de son obstruction bronchique. A propos de la physiopathologie de l'asthme, une seule infirmière associe le bronchospasme, l'inflammation et l'hypersécrétion. Quant aux mesures préventives, la prise d'un bronchodilatateur est citée à 81% mais aucune ne parlent des cromones. Un rappel sur les mécanismes de l'asthme et une actualisation de son traitement devraient être suggérés, par le moyen d'un enseignement continu.

La connaissance globale des professeurs d'EPS sur l'asthme est satisfaisante. Dans cette étude, 53% des professeurs pensent que l'enfant est conscient du bronchospasme, contre 58% dans celle de Ménardo (13) et beaucoup estiment que le psychique est une des composantes essentielles de l'asthme. Ils sont donc susceptibles d'imposer à leurs élèves des efforts non appropriés. Quant aux sports asthmogènes, 78% d'entre eux estiment les connaître, cependant 8% citent à tort la natation. Leur motivation est évidente : 90% des professeurs estiment qu'un aménagement pédagogique est réalisable pour l'asthmatique et dans l'ensemble, ils ont intégré que plus que l'activité sportive en elle-même, c'est l'intensité élevée de l'effort et son caractère prolongé qui détermine son asthmogénicité. La course d'endurance n'est pas formellement contre-indiquée, mais nécessite chez l'asthmatique des mesures préventives, telles que l'échauffement préalable et la prise d'un traitement avant l'exercice. Il serait donc intéressant qu'un enseignement sur la prophylaxie de l'asthme induit par l'exercice leur soit délivré, afin qu'ils se sentent moins démunis face à leurs élèves asthmatiques. Ils en sont conscients et 90% d'entre eux sont désireux d'informations supplémentaires.

### **III - CONSEQUENCES ET IMPLICATIONS**

#### **III - 1 - LE DEPISTAGE DE L'ASTHME**

- Parmi les 68 enfants ayant présenté un bronchospasme induit par l'exercice lors de cette enquête, 27 sont des asthmatiques connus et 41 ne le sont pas, soit 63%.

Dans l'étude de Jones (56), sur les 93 élèves ayant une chute significative du DEP, on dénombrait 33 asthmatiques et 60 non déclarés asthmatiques, soit 64,5%. Parmi 55 des élèves dépistés, 32 d'entre eux ont développé dans les 6 ans, un asthme « cliniquement reconnu ».

Il est estimé que 29 à 51% des asthmatiques sont asymptomatiques en dehors de l'effort (54) ou non diagnostiqués. L'AIE peut être la première manifestation de l'asthme et sa découverte doit faire suspecter un asthme « chronique » sous-jacent.

La recherche d'un AIE peut donc permettre une détection précoce de la maladie asthmatique, dans le but d'une prise en charge tôt dans l'enfance. Nous n'aurons pas la possibilité de suivre les 41 enfants qui ont été dépistés par l'épreuve d'effort, mais leur famille et leur médecin ont été informés et nous espérons qu'ainsi, ils bénéficieront d'une prise en charge et d'un traitement précoce.

#### **III - 2 - IMPLICATIONS EN TERME DE SANTE PUBLIQUE**

- Une prise en charge efficace des enfants asthmatiques en milieu scolaire ne se conçoit sans une connaissance suffisante de l'asthme et une étroite coopération entre les parents, l'élève, le médecin traitant, le médecin et les infirmières scolaires et les professeurs d'éducation physique et sportive. Cette étude a permis à la plus part des protagonistes d'en prendre conscience.

- L'éducation du personnel enseignant sur la pathologie asthmatique devrait être effectué par l'infirmière scolaire qui a un rôle privilégié à leur côtés. La réalisation d'actions de formation continue doit leur permettre de tenir leur connaissances à jour.

- Les professeurs d'éducation physique et sportive, au décours de cette étude, ont pris conscience de la manière dont l'activité sportive doit être abordée chez les enfants asthmatiques.

- Un compte rendu des résultats de l'étude, ainsi qu'une information sur l'asthme et sa prise en charge dans le milieu de l'enseignement, sera présenté à l'Inspection de l'Académie de la Haute-Vienne et au Rectorat de Limoges en Décembre 1998 et Janvier 1999.

- Dans l'avenir, il est à espérer que les pharmacies des collèges s'enrichiront d'une chambre d'inhalation qui facilite l'administration des bronchodilatateurs inhalés, en particulier au moment des crises, et d'un débit-mètre de pointe. Les infirmières ainsi que les professeurs ont été brièvement formés lors de cette étude à l'utilisation du débit-mètre de pointe. Ainsi, il n'est pas inconcevable de penser que le personnel scolaire médical et paramédical, avec l'aide des professeurs, puisse procéder à un dépistage annuel des enfants asthmatiques par une épreuve d'effort lors des cours d'EPS. Les professeur d'éducation physique devrait détenir également, cet appareil peu coûteux, de façon à évaluer la fonction respiratoire de repos des élèves asthmatiques avant des courses d'endurance par temps froid et sec, afin de ne pas leur imposer des efforts non adaptés.

## CONCLUSION

\*\*\*\*\*

Un travail épidémiologique, transversal, à partir d'un sondage en grappe stratifié, a permis de montrer que 10,74% des élèves étudiés souffrent d'asthme et que 9,9% présentent un asthme induit par l'exercice.

Cette enquête montre qu'en Haute-Vienne, dans la population des élèves de sixième, l'asthme reste sous diagnostiqué puisque 41 élèves asthmatiques non déclarés ont été dépistés. Ils ont été adressés à leur médecin traitant en vue d'une prise en charge médicale efficace.

L'asthme est aussi globalement sous-estimé par les acteurs principaux de la prise en charge de l'enfant asthmatique en milieu scolaire.

Outre cet intérêt épidémiologique, cette étude a permis de réactualiser les connaissances des infirmières scolaires et des professeurs d'éducation physique et sportive sur l'asthme. De plus, elle leur a permis de prendre conscience qu'une prise en charge efficace de l'enfant asthmatique implique une étroite coopération entre les divers protagonistes.

Les pharmacies des collèges s'enrichiront d'un nouvel instrument, le débit-mètre de pointe, qui sera désormais fort utile aux infirmières scolaires et aux professeurs d'EPS de la Haute-Vienne.

## ANNEXES

\*\*\*\*\*

## ANNEXE 1

### Note d'information aux parents

L'asthme est une maladie touchant de plus en plus d'enfants et d'adultes dans la plupart des pays. Elle concerne en France 5 à 8% des adultes et 8 à 10% des enfants. Elle est responsable chaque année de 2 000 morts qui pourraient être évités par une meilleure prévention et surtout un meilleur diagnostic. Une forme d'asthme est en relation avec la réalisation d'un effort physique, notamment lors du sport. Celle-ci est largement sous-estimée car, entre les efforts, il n'existe aucun symptôme et aucune obstruction des bronches.

L'asthme d'effort est difficile à diagnostiquer et il est souvent méconnu à la fois des médecins, mais également des différents intervenants de l'éducation nationale.

Des études épidémiologiques ont été réalisées dans de nombreux pays et ont chiffré cet asthme d'effort à environ 6 à 13% des enfants.

Ces études sont cependant rares en France. Le Comité de Lutte contre les Maladies Respiratoires et la Tuberculose est une association dont l'un des objectifs est d'améliorer la connaissance des maladies respiratoires et leur prévention.

Le comité a proposé à l'Inspection Académique de la Haute-Vienne de réaliser une étude sur les enfants en 6ème au cours des enseignements d'éducation physique et sportive. Il s'agit de rechercher un rétrécissement des voies aériennes en relation éventuelle avec l'effort, rétrécissement survenant soit chez des asthmatiques connus, soit chez des enfants non asthmatiques, dont la pathologie est jusqu'alors ignorée.

Ce courrier vous est adressé par l'intermédiaire du professeur d'éducation physique et sportive, lui-même sous la responsabilité du principal de l'établissement et de l'Inspection Académique de la Haute Vienne.

Il s'agit chez votre enfant de faire une mesure de la fonction respiratoire avec un appareil très simple : un débit-mètre qui permet de connaître sa capacité respiratoire. Une fois la mesure réalisée au repos, les enfants, dont les capacités respiratoires seront suffisantes, réaliseront ensuite un effort sous contrôle de leur professeur (une course libre de 6 minutes). Une nouvelle mesure sera réalisée 5 minutes et 10 minutes après la fin de l'effort. Cette étude sera pratiquée sous contrôle médical d'un interne en Pédiatrie

Il ne sera réalisé aucune prise de sang, ni aucun examen invasif chez votre enfant. Il s'agit d'une simple évaluation de la fonction respiratoire.

Ceci ne pourra déboucher que sur une meilleure connaissance et une meilleure prévention de ce type de maladie, qui est facilement accessible à des traitements simples.

Nous vous tiendrons informé des résultats.

En cas de survenue d'une gêne respiratoire, il sera proposé à votre enfant de réaliser une consultation auprès de son médecin généraliste habituel. Il n'y aura aucune autre convocation, ni aucune autre investigation.

Pour tout renseignement complémentaire, vous pouvez contacter Monsieur le Professeur Vergnenègre au 05-55-05-68-19 de 8h30 à 17h.

---

A renvoyer au Directeur du collège

### **AUTORISATION DE PARTICIPATION A L'ETUDE**

Je soussigné.....  
tuteur légal de l'enfant.....  
demeurant à.....

autorise mon fils, ma fille, à participer à l'étude portant sur la prévalence de l'asthme d'effort dans les collèges du département de la Haute-Vienne.

Cette étude a fait l'objet d'un accord du Comité d'Ethique de la région Limousin, en date du Jeudi 18 décembre 1997.

J'ai reçu un exemplaire du formulaire. J'ai bien compris le but de l'étude et j'ai pu avoir toutes les explications de la part des médecins.

Faire précéder la signature de la mention «Lu et approuvé»,

Date et signature

## ANNEXE 2

### QUESTIONNAIRE DESTINE AUX ENFANTS

Nom :

Nom du Médecin Traitant :

As-tu déjà présenté des sifflements dans la poitrine, à un moment quelconque dans le passé ?

Oui  Non  Ne sait pas

As-tu déjà présenté des sifflements dans la poitrine, à un moment quelconque pendant les 12 derniers mois ?

Oui  Non  Ne sait pas

As-tu déjà été réveillé, pendant les 12 derniers mois, par des sifflements ?

Jamais   
une nuit par semaine   
une ou plusieurs nuits

As-tu déjà présenté de l'asthme ? Oui  Non  Ne sait pas

As-tu déjà, pendant les 12 derniers mois, eu des sifflements dans la poitrine, ou une toux ou un essoufflement très prolongé, pendant ou après l'effort ?

Oui  Non  Ne sait pas

As-tu déjà présenté une irritation au niveau des yeux, de la gorge, des éternuements à une période particulière de l'année ?

Oui  Non  Ne sait pas

As-tu déjà manqué l'école en raison de sifflements ou d'essoufflements prolongés ?

Oui  Non  Ne sait pas

As-tu l'habitude de prendre un médicament avant la réalisation d'un effort ?

Oui  Non  Ne sait pas

si oui, lequel ? : .....

As-tu pris un médicament aujourd'hui avant de venir à ton cours de sport ?

Oui  Non  Ne sait pas

### ANNEXE 3

## QUESTIONNAIRE DESTINE AUX PROFESSEURS D'EDUCATION PHYSIQUE OU SPORTIVE

Description de l'asthme d'effort :

Adresse du Collège :

Nombre de classes de 6ème prises en charge dans l'établissement :

Nombre total d'élèves de 6ème :

Nombre d'enfants asthmatiques connus dans les différentes classes de 6ème :

Nombre d'enfants de 6ème dispensés de sport pour asthme :

Nombre de manifestations à type de sifflement ou de crises d'asthme survenues pendant les cours d'éducation physique ou sportive durant le dernier mois :

en salle :

à l'extérieur :

Nombre de manifestations cliniques, de sibilants ou de crises d'asthme survenues pendant les cours d'éducation physique ou sportive durant la dernière année :

en salle :

à l'extérieur :

Avez-vous été informé du problème médical de l'enfant :

par la famille : ....

par l'enfant :

par un certificat médical :

autre :

### Connaissances sur l'asthme :

L'enfant asthmatique perçoit-il spontanément les modifications pathologiques de ses bronches ?

Oui

Non

L'enfant asthmatique peut-il avoir une fonction respiratoire normale ?

Oui

Non

Ne sait pas

Pensez-vous que l'asthme soit dû ?:

à un dérèglement psychique

à de l'allergie

à de l'allergie et à un dérèglement psychique

à d'autres facteurs associés à l'un des précédents .

L'enfant asthmatique peut-il, dans l'ensemble, pratiquer le sport à l'école ?

Oui

Non

Ne sait pas

Connaissez-vous les sports pouvant entraîner de l'asthme ? :

Oui

Non

Ne sait pas

Citez un exemple :

Les sports d'endurance sont-ils contraindiqués chez l'asthmatique ?

Oui

Non

Ne sait pas

Lesquels ? :

Pouvez-vous aménager votre enseignement pour l'enfant asthmatique ?

Oui

Non

Aménagements spécifiques :

Connaissez-vous les mesures préventives pouvant empêcher la survenue des crises d'asthme au cours de l'effort ?

Oui

Non

Lesquelles ? :

Avez-vous l'habitude de vous renseigner pour savoir si l'enfant asthmatique peut disposer de ses médicaments ?

Oui

Non

Pensez-vous que l'information sur cette maladie soit suffisante ?

Oui

Non

Ne sait pas

ANNEXE 4

QUESTIONNAIRE DESTINE AUX INFIRMIERES

temps complet :

temps partiel :

si oui, nombre de jours par mois : / \_\_\_ /

Description de l'asthme d'effort :

Adresse du Collège :

Nombre de classes de 6ème, prises en charge dans l'établissement :

Nombre total d'élèves de 6ème :

Nombre d'enfants asthmatiques connus dans les différentes classes de 6ème :

Nombre d'enfants dispensés de sport pour asthme dans les classes de 6ème :

Nombre de manifestations à type de sifflement ou de crises d'asthme survenues dans l'établissement durant le dernier mois :

Nombre de manifestations cliniques, de sibilants ou de crises d'asthme survenues au décours d'un exercice physique, pour lesquelles on vous a demandé d'intervenir, au cours des derniers 6 mois :

pendant le cours d'éducation physique :

en dehors du cours d'éducation physique :

Avez-vous été informé du problème médical de l'enfant :

par la famille :

par l'enfant :

par un certificat médical :

autre :

si autre, préciser : .....

Détenez-vous des bronchodilatateurs :

provenant de l'enfant :

appartenant à l'infirmierie :

trousse d'urgence (infirmière itinérante) :

Quels médicaments ?.....

.....

Connaissances sur l'asthme :

L'enfant asthmatique perçoit-il spontanément les modifications pathologiques de ses bronches ?  
Oui Non

L'enfant asthmatique peut-il avoir une fonction respiratoire normale ?  
Oui Non Ne sait pas

Quels sont les mécanismes en cause dans la maladie asthmatique ?  
préciser : .....  
.....

L'enfant asthmatique peut-il, dans l'ensemble, pratiquer le sport à l'école ?  
Oui Non Ne sait pas

Connaissez-vous les mesures préventives pouvant empêcher la survenue des crises d'asthme au cours de l'effort ?

Lesquelles ? : .....  
.....

Pensez-vous que votre information sur cette maladie soit suffisante ?  
Oui Non Ne sait pas

On vous amène un enfant faisant une crise d'asthme à l'infirmerie, que faites-vous ?  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Quelle est la procédure de prise en charge lorsque l'infirmière n'est pas là ?  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....





## ANNEXE 6

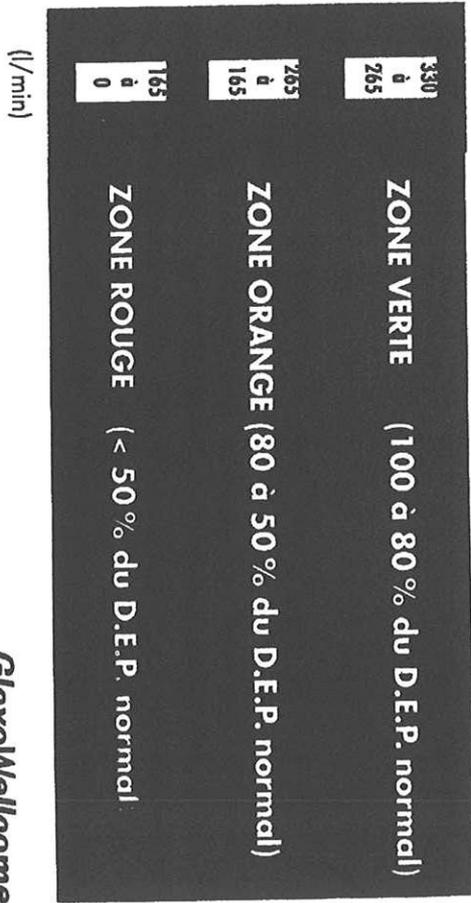
# PROGRAMME DE SUIVI DES PATIENTS ASTHMATIQUES ENFANTS ET ADOLESCENTS

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

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

Détermination des valeurs de Débit Expiratoire de Pointe (Peak Flow) chez l'enfant																						
110	130	150	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350	370	390	410	430	450	470	490	510	530	550

Amener la flèche sur la valeur optimale du D.E.P. du patient,  
se reporter ensuite à l'échelle ci-dessous qui vous indiquera les 3 zones personnelles du patient.



GlaxoWellcome

PRINTED IN FRANCE MAHÉ S.A.

**ANNEXE 7**

AGE	FC MAX	80% FC MAX
9	202	162
10	202	162
11	201	161
12	200	160
13	199	159
14	199	159
15	198	158
16	197	158

DEP	85% DEP	75% DEP	50% DEP
250	213	188	125
260	221	195	130
270	230	203	135
280	238	210	140
290	247	218	145
300	255	225	150
310	264	233	155
320	272	240	160
330	281	248	165
340	289	255	170
350	298	263	175
360	306	270	180
370	315	278	185
380	323	285	190
390	332	293	195
400	340	300	200
410	349	308	205
420	357	315	210
430	366	323	215
440	374	330	220
450	383	338	225
460	391	345	230
470	400	353	235
480	408	360	240
490	417	368	245
500	425	375	250

## **BIBLIOGRAPHIE**

\*\*\*\*\*

- 1 - Weiler J.M. : Exercice-induced asthma : a practical guide to definitions, diagnosis, prevalence and treatment. *Allergy and Asthma Proc* 1996 ; 17 : 315 - 325.
- 2 - Randolph C : Exercice-induced asthma : Update on Pathophysiology, Clinical Diagnosis, and Treatment. *Curr. Probl Pediatr* 1997 ; 27 : 53 - 77.
- 3 - Lockhart A, Malo JL : Hyperréactivité bronchique. Définitions et historique. *Rev Mal Repir* 1994 ; 11 : 85 - 92.
- 4 - Godard P, Chanz P, Bousquet J, Demoly P, Pujol JL, Michel FB : Abrégés d'asthmologie. Ed Masson 1996 ; 31 - 35.
- 5 - Godard P, Chanz P, Bousquet J, Demoly P, Pujol JL, Michel FB : Abrégés d'asthmologie. Ed Masson 1996 ; 50 - 57.
- 6 - Bonnaud F : Révision accélérée en Pneumologie. 1986 ; 8 - 36.
- 7 - Dubus JC, Marcheschi H, Brisse F : L'asthme au collège. *Rev Fr Allergol* 1994 ; 471 - 474.
- 8 - Charton C, Droulers I, Girault E, Kopcsan M, Laurent C : Intérêt du débit expiratoire après l'effort. *Rev Mal Repir*, 1998 ; 15, 263 - 268.
- 9 - Dubus JC, Stremler N, Samperiz S : Adolescence, asthme et collège. 1994 ; 5 - 7.
- 10 - Branger B, De Cornulier M, Brouillard J et al. : Asthme à l'école primaire. Enquête à Saint Nazaire et sa région. *BEH*, 1996 ; 13 - 63.
- 11 - Flandin-Blety C, Barrier G : Le SAMU de Paris et l'asthme grave de l'enfant. *Rev Fr Allergol*, 1991 ; 31, 112 - 116.
- 12 - Gachie JP : L'enfant asthmatique à l'école. Approche épidémiologique : point de vue des enseignants. « *Psychologie Médicale* », 1980 ; 12, 5 : 1061- 1063.

13 - Menardo-Mazeran G, Michel FB, Menardo JL : L'enfant asthmatique et le sport au collège. Rev Mal Resp, 1990 ; 7 : 45 - 49.

14 - Tessier JF : L'enfant asthmatique à l'école. Approche épidémiologique : les répercussion sur la qualité de la scolarité. « Psychologie Médicale », 1980 ; 12, 5 : 1067 - 1072.

15 - Tortigue MT : L'asthme infantile. Ses facteurs pronostiques et ses répercussions médico-sociales. 1979, Thèse de Médecine n° 127, Bordeaux.

16 - Tessier JF, Fréour P, Gachie JP, Bernadou M, Decourcelles JF : Approche épidémiologique de l'asthme des enfants d'âge scolaire à Bordeaux. Etude par questionnaire et examen fonctionnel respiratoire par courbes débit-volume. Rev Fr Mal Resp, 1979 ; 7 : 213 - 217.

17 - Gervais P, Gervais A, Theobald C, Morault S : L'enfant asthmatique à l'école. Problèmes médico-scolaires de l'enfant asthmatique. « Psychologie Médicale », 1980 ; 12, 5 : 1075 - 1079.

18 - Belcher NG, Rees PJ, Clark TJH, Lee TH : A comparison of the refractory periods induced by hypertronic airway challenge and exercise in bronchial asthma. Am Rev Respir Dis, 1987 ; 135 : 822 - 825.

19 - Fayon MJ : L'exploration de l'hyperréactivité bronchique chez l'enfant. Rev Mal Respir, 1998 ; 15 : 8 - 9.

20 - Nicolet-Chatelain G : Asthme induit par l'exercice. Rev Med Suisse Romande 1997 ; 117 : 465 - 470.

21 - McFadden ER Jr, Gilbert IA : Exercise-induced asthma. N Engl J Med 1994 ; 330 :1362-7.

22 - Freed AN : Models and mechanisms exercise-induced asthma. Eur Respir J, 1995 ; 8 :1770-85.

- 23 - Godard P, Chanz P, Bousquet J, Demoly P, Pujol JL, Michel FB : Abrégés d'asthmologie. Ed Masson 1996 ; 181-184.
- 24 - Ricardo A, Spector L : Exercise-induced asthma. Sports Med, 1998 ; 25 :1-6.
- 25 - McFadden ER Jr : Exercise-induced airway obstruction. Clin Chest Med 1995;16 :667-82.
- 26 - McFadden ER Jr, Lenner KA, Strohl KP : Post-exertional airway rewarming and thermally- induced asthma. J Clin Invest 1986 ; 78 :18-25.
- 27 - William E Pierson : Exercise-induced bronchospasm in children and adolescents. Pediatric Allergic Disease 1988 ; 35 :1031-39.
- 28 - McFadden ER Jr : Exercise-induced asthma as a vascular phenomenon. Lancet 1990 ;335 :880-3.
- 29 - Jarjour NN, Calhoun WJ : Exercise-induced asthma is not associated with mast cell activation or airway inflammation. J Allergy Clin Immunol 1992 ; 89 : 60-68.
- 30 - McFadden ER Jr , Ingram RH Jr : Exercise-induced asthma : Observations on the initiating stimulus. N Engl J Med 1979 ; 301 :763.
- 31 - Deal EC Jr, McFadden ER Jr, Ingram RH Jr : Hyperpnea and heat flux : Initial reaction sequence in exercise-induced asthma. J Appl Physiol 1979 ; 46 :476.
- 32 - Anderson SD, Schoeffel RE, Follet R et al : Sensitivity to heat and water loss at rest and during exercise in asthmatics patients. Eur J Respir Dis 1982 ; 63 :459.
- 33 - Anderson SD : Exercise-induced asthma. Principles and practice of allergy : Mosby,1993 ;1350-67.

- 34 - Bianco S, Voghi M, Robuschi M, et al: Prevention of Exercise-induced bronchoconstriction by inhaled furosemide. *Lancet* 1988 ;2 :252-5.
- 35 - November E, Frongia G, Lombardi E, Resti M, Zammarchi E, Vierucci A: The preventive effect and duration of action of two doses of inhaled furosemide on Exercise-induced asthma in children. *J Allergy Clin Immunol* 1995 ; 96 :906-9.
- 36 - Eggleston PA, Kagey-Sobotka A, Schleimer RP et al : Interaction between hyperosmolar and IgE-mediated histamine release from basophils and mast cells. *Am Rev Respir Dis* 1984 ; 130 :36.
- 37 - Finnerty JP, Holgate ST : The contribution of histamine release and vagal reflexes, alone and in combination to exercise-induced asthma. *Eur Respir J* 1993 ; 6 : 1132-37.
- 38 - Manning P, Waston R, margolskee D, Williams V, Schwarz J, O'Byrne P :Inhibition of Exercise-induced bronchconstriction by MK-571, a potent leucotriene D4 receptor antagonist. *N Engl J Med* 1990 ; 323 : 1736-39.
- 39 - O'Byrne P, Jones C : The effect of indomethacin on Exercise-induced bronchconstriction and refractoriness after exercise. *Am Rev Respir Dis* 1986 ; 134 : 69-72.
- 40 - Shimizu T, Mochizuki H, Shigeta M, Morikawa A : The effect of inhaled indomethacin on Exercise-induced bronchconstriction in children with asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1997 ; 155 : 170-3.
- 41 - McFadden ER Jr , Gilbert IA : Exercise-induced asthma . *N Engl J Med* 1994 ; 330 : 1362-7.
- 42 - Giesbrecht GG, Younes M : Exercise and cold-induced asthma. *Can J Appl Physiiol* 1995 ; 20 : 300-14.
- 43 - Zawadski DK, Lenner KA, McFadden ER : Reexamination of late asthmatic response to exercise. *Am Rev Respir Dis* 1988 ; 137 :837-41.

- 44 - Lee TH, Nagakura T, Papagerorgiou N et al : Exercise-induced late asthmatic reactions with neutrophil chemotactic activity. *N Engl J Med* 1983 ; 308 : 1502-5.
- 45 - Suman O, Babcock M, Pegelow D , Jarjour N, Reddan W : Airway obstruction during exercise in asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1995 ; 152 : 24-31.
- 46 - Reiff DB, Choudry MB, Pride NB : The effect of prolonged submaximal warm-up exercise-induced asthma. *Am Rev Respir Dis* 1989 ; 139 : 479-84.
- 47 - Hahn AG, Nogrady SG, Tumulty DM, et al : Histamine reactivity during the refractory period after exercise-induced asthma. *Thorax* 1984 ; 39: 919-23.
- 48 - Ruffin P : Le sport chez l'adolescent asthmatique. *Rev Int Pediatr* 1985 ; 8-10.
- 49 - Nève V, Osika E, La Rocca MCI, Boulé M : Un test d'hyperventilation isocapnique adapté à la ventilation de repos de l'enfant. *Rev Mal Respir* 1997 ; 14 : 371-17.
- 50 - Servano Garci de la Rubia, Pajaron-Fernandez MJ, Sanchez-Solis M, Moro IM, Perz-Flores D, Pajaron-Ahumada M : Exercise-induced asthma in children : a comparative study of free and treadmill running. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1998 ; 80 : 232-36.
- 51 - Provost-Craig MA, Arbour KS, Sestili DC, et al : The incidence of exercise-induced bronchospasm in competitive figure skaters. *J Asthma* 1996 ;33 : 67-71.
- 52 - Habby MM, Peat JK, Woolcock AJ : An exercise challenge for epidemiological studies of childhood asthma : validity and repetability. *Eur Respir J* 1995 ; 8 : 729-36.
- 53 - Powell CVE, White RD, Primhak RA : Longitudinal study of free running exercise challenge : Reproducibility. *Arch Dis Child* 1996 ; 74 :108-14.
- 54 - Vacek L : Incidence of exercise-induced asthma in high school population in British Columbia. *Allergy and Asthma Proc* 1997 ; 18 : 89-91.

- 55 - Randolph C, Fraser B, Matasavage C : The free running athletic screening test for exercise-induced asthma in high school. *Allergy and Asthma Proc* 1997 ; 18 : 93-8.
- 56 - Jones A, Bowen M : Screening for childhood asthma using an exercise test. *Br J Gen Pract* 1994 ; 44 : 127-31.
- 57 - Godard P, Chanz P, Bousquet J, Demoly P, Pujol JL, Michel FB : *Abrégés d'asthmologie*. Ed Masson 1996 ; 185-189.
- 58 - Quanger H, Stocks J, Polgar G, Wise M, Kalberg J, Borsboom G : Compilation of référence values for lung function measurements in children. *Eur Respir J* 1989 ; 2 : suppl 4 : 184s-261s.
- 59 - Godfrey S, Kamburoff PL, Nairn JR : Spirometry, lung volumes and airway resistance in normal children aged 5 to 18 years. *Brit J Dis Chest* 1970 ; 64 : 15-24.
- 60 - Quanger H, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR, Pederson OF : Peak expiratory flow : conclusions and recommendations of a working party of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : suppl 24 : 2s-8s.
- 61 - Pederson OF : The peak flow working group : physiological determinants of peak expiratory flow. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : suppl 24 : 11s-16s.
- 62 - Miller MR, Pederson OF : The peak flow working group : the characteristics and calibration of devices for recording peak expiratory flow. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : suppl 24 : 17s-22s.
- 63 - Lebowitz MD, Sherrill DL, Kaltenborn W, Burrows B : Peak expiratory flow from maximum expiratory flow volums curves in a community population : cross-sectional and longitudinal analyses. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : suppl 24 : 29s-38s.
- 64 - Paggiaro PL, Moscato G, Giannini D, Di Franco A, Gherson G : Relationship between peak expiratory flow (PEF) and FEV1. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : suppl 24 : 39s-41s.

- 65 - Grimfeld D : Intérêt de la mesure du DEP dans la surveillance de l'enfant asthmatique. *Médecine et enfance* 1993 ; 553-554.
- 66 - Connolly CK, Chan NS : Relationship between different measurements of respiratory function in asthma. *Respiration* 1987 ; 52 : 22-33.
- 67 - Pederson OF, Miller MR : The peak flow working group : the definition of peak expiratory flow. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : suppl 24 : 9s-10s.
- 68 - Busquets RM, Anto JM, Sunyer J, Sancho N, Vall O : Prevalence of asthma related symptoms and bronchial responsiveness to exercise in children aged 13-14 years in Barcelona. Spain *Eur Respir J* 1996 ; 9 : 2094-8.
- 69 - Bardagi s, Agudo A, Gonzalez CA, Romro PV : Prevalence of exercise-induced airway narrowing in schoolchildren from a Mediterranean town. *Am Rev Respir Dis* 1993 ; 147 : 1112-15.
- 70 - Varray A : Bilan, enjeux et futurs défis du réentraînement à l'effort des asthmatiques. *Alvéole* 1994 ; 1-11.
- 71 - Fung KP, Chow OK, So SY : Attenuation of exercise-induced asthma by acupuncture. *Lancet* 1986 ; 20/27 : 1419-22.
- 72 - Schanning J, Vilsvik J, Henriksen AH, Bratten G : Efficacy and duration of salmeterol powder inhalation in protecting against exercise-induced bronchoconstriction. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1996 ; 71 : 57-60.
- 73 - Carlsen KH, Roksund O, Isholt K, Nja F, Leegaard J, Bratten G : Overnight protection by inhaled salmeterol. *Eur Respir J* 1995 ; 8 : 1852-5.
- 74 - De Benedicts FM, Tuteri G, Pazelli P, Niccoli A, Mezzetti D, Vacarro R : Salmeterol in exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children : comparison of two doses. *Eur Respir J* 1996 ; 9 : 2099-103.

- 75 - Daugbjerg P, Nielsen KG, Skov M, Bisgaard H : Duration of action of formoterol and salbutamol dry-powder inhalation in prevention of exercise-induced asthma in children. *Acta Paediatr* 1996 ; 85 : 684-7.
- 76 - Bonner AL, Spezia E, Piovesan P, Chiocca E, Maiocchi G : Inhaled formoterol in prevention of exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *Am J Respir Crit Care Med* 1994 ; 149 : 935-9.
- 77 - Ramage L, Lipworth BJ, Ingram CG, Cree IA, Dhillon DP : Reduced protection against bronchoconstriction after chronic dosing with salmeterol. *Respir Med* 1994 ; 88 : 363-8.
- 78 - Hansen-Flaschen J, Scotland H : New treatments for exercise-induced asthma. *The New England J Med* 1998 ; 339 : 193-4.
- 79 - Nelson JA, Strauss L, Skowronski M, Ciuffo R, Novack R, McFadden ER Jr : Effect of a long term salmeterol treatment on exercise-induced asthma. *The New England J Med* 1998 ; 339 : 141-46.
- 80 - Simons FE, Gerstner TV, Cheang MS : Tolerance to the bronchoprotection effect of salmeterol in adolescents with exercise-induced asthma using concurrent inhaled glucocorticoid treatment. *Pediatrics* 1997 ; 99 : 655-9.
- 81 - Novembre E, Frongia GF, Veneruso G, Vierucci A : Inhibition of exercise-induced asthma by nedocromil sodium and sodium cromoglycate in children. *Pediatr Allergy Immunol* 1994 ; 5 : 107-10.
- 82 - Cavallo A, Cassaniti C, Glogger A, Magrini H : Action of nedocromil sodium in exercise-induced asthma in adolescents. *J Investig Allergol Clin Immunol* 1995 ; 5 : 286-8.
- 83 - Verrotti A, Verini M, Amadio S, Morgese G : Effectiveness of nedocromil sodium in prevention of exercise-induced asthma in children. *Panminerva Med* 1995 ; 37 : 210-3.

84 - De Benedicts FM, Tuteri G, Pazelli P, Bertotto A, Bruni L, Vacarro R : Cromolyn versus nedocromil : duration of action in exercise-induced asthma in children. *J Allergy Clin Immunol* 1995 ; 96 : 510-4.

85 - De Benedicts FM, Tuteri G, Bertotto A, Bruni L, Vacarro R : Comparison of the protective effects of cromolyn sodium and nedocromil sodium in the treatment of exercise-induced asthma in children. *J Allergy Clin Immunol* 1994 ; 94 : 644-8.

86 - Valero A, Garrigo E, Malet A, Estruch A, Gispert J, Rubio E : Exercise-induced asthma prophylaxis in athletes using inhaled nedocromil sodium. *Allergol Immunol* 1996 ; 24 : 81-6.

87 - Pichaipat V, Tongpenyai Y, Nerntong T, Sriprapachiranont C : the protective effect of inhaled terbutaline, sodium cromoglycate and budesonide on exercise-induced asthma in children ; *J Med Assoc Thai* 1995; 78 : 505-8.

88 - Oseid S, Mellbye E, Hem E : Effect of nedocromil sodium on exercise-induced bronchoconstriction exacerbated by inhalation of cold air. *Scand J Med Sci Sports* 1995 ; 5 : 88-93.

89 -Carrigo J, Danta I, Ahmed T : Time course of the protective effect of inhaled heparin on exercise-induced asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1996 ; 153 : 1702-7.

90 - Melo RE, Sole D, Naspitz CK : Comparative efficacy of inhaled furosemide and disodium cromoglycate in the treatment of on exercise-induced asthma in children.*J Allergy Clin Immunol* 1997 ; 99 : 204-9.

91 - Novembre E, Frongia G, Lombardi E, Veneruso G, Vierucci A : The preventive effect of nedocromil or furosemide alone or in combination on exercise-induced asthma in children. *J Allergy Clin Immunol* 1994 ; 94 : 201-6.

92 - Ichinose M, Miura M, Yamauchi H, Kageyama N : A neurokinin 1-receptor antagonist improves exercise-induced airway narrowing in asthmatics patients. *Am Respir Crit Care Med* 1996 ; 153 : 936641.

93 - Jonathan A, Leff MD, William W, Busse MD, Pearlman D : Montelukast, a leukotriene-receptor antagonist, for the treatment of mild asthma and exercise-induced bronchoconstriction. The New England J Med 1998 ; 339 : 147-52.

94 - Dartiguenave C, Momasi, Fauroux B et al : Prévalence de l'asthme ou des symptômes évocateurs d'asthme chez les enfants au cours élémentaire 2<sup>ième</sup> année à Paris en 1994, BHE, 1996 ; 31:

95 - Bierman CW, Kawabori I, Pierson WE : Incidence of exercise-induced asthma in children. Pediatrics 56, suppl: 847-50.

96 - Burr ML, Butland BK, King S, Vaughan-Williams E : Changes in asthma prevalence : Two surveys 15 years apart. Arch Dis Child 1989 ; 64 : 145-56.

97 - Rice SG, Bierman CW, Chapiro GG et al : Identification of exercise-induced asthma among intercollegiate athletes ; Ann Allergy 1985 ; 55 : 790-3.

98 - Bransford RP, McNutt GM, Fink JN : Exercise-induced asthma in adolescent gym class population ; Int Arch Allergy Appl Immunol 1991 ; 94 : 272-4.

99 - Kielly BJ, Niell P, Galliven S : Comparison of the prevalence of reversible airway obstruction in rural an urban Zimbamwean children. Thorax 1991 ; 46 : 549-55.

100 - Rupp Nt, Guill MF, Brudno DS : Unrecognized exercise-induced bronchospasm in adolescent athletes. Arm J Dis Child 1992 ; 146 : 941-4.

101 - Williams D, Bruton J, Wilson I : Screening a state middle school for asthma using the free running asthma screening test. Arch Dis Child 1993 ; 69 : 667-9.

102 - Agudo A, Bardagi S, Romero PV, Gonzalez CA : Exercise-induced airway narrowing and exposure to environmental tobacco smoke in schoolchildren. Arm J Epidemiol 1994 ; 140 : 409-17.

103 - Nichols DBJ, Longsworth FG : Prevalence of exercise-induced asthma in school children in Kingston, St Andrew, and St Catherine, Jamaica. West Indian Med J 1995 ; 44 :16-29.

104 - Ernst P, Demissie K, Joseph L, et al. : Socioeconomic status and indicators of asthma in children. Am J Respir Crit Care Med 1995 ; 152 : 570-75.

105 - Feinstein RA, LA Russa J, Wang-Dohlman A, Bartolucci AA : Screening adolescent athletes for exercise-induced asthma. Clin J Sport Med 1996 ; 6 : 119-23.

106 - Mannix ET, Farber MO, Palange P, Galassetti P, Manfredi F : Exercise-induced asthma in figure skaters. Chest 1996 ; 109 : 312-5.

107 - Busquets RM, Anto JM, Sunyer J, Sancho N, Vall O : Prevalence of asthma-related symptoms and bronchial responsiveness to exercise in children aged 13-14 years in Barcelona, Spain. Eur Respir J 1996 ; 9 : 2094-8.

108 - Addo-Yobo EO, Custovic A, Taggart SC et al : Exercise-induced bronchospasm in Ghana : differences in prevalence between urban and rural schoolchildren. Thorax 1997 ; 52 :161-5.

109 - Heaman DJ, Estes J : The free-running asthma screening test : an approach to screening for exercise-induced asthma in rural Alabama. J Sch Health 1997 ; 67 :83-8.

110 - Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema : ISAAC. The Lancet 1998 ; 351 :1225-32.

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b>	14
<b>PREMIERE PARTIE : ETAT DE LA QUESTION</b>	
<b>A - ASPECTS FONDAMENTAUX DE L'ASTHME</b>	16
<b>I - DEFINITIONS</b>	
<b>II - CARACTERES ANATOMOPATHOLOGIQUES</b>	
<b>III - PHYSIOPATHOLOGIE</b>	17
III - 1 - LE SYSTEME PARASYMPATIQUE	
III - 2 - LE SYSTEME SYMPATIQUE	
III - 3 - LE SYSTEME NANC	19
III - 4 - CELLULES REACTIVES ET MEDIATEURS CHIMIQUES	23
III - 4 - a - Les médiateurs préformés	24
III - 4 - b - Les médiateurs secondaires	
III - 4 - c - Les cytokines ou interleukines	27
III - 4 - d - Au total	
<b>IV - ASPECTS CLINIQUES</b>	29
<b>V - ETIOLOGIES</b>	
<b>B - L'ASTHME ET LA VIE SCOLAIRE</b>	32
<b>I - L'ENVIRONNEMENT SCOLAIRE</b>	
<b>II - PRISE EN CHARGE DE L'ASTHME EN MILIEU SCOLAIRE</b>	
<b>III - REPERCUSSIONS DE L'ASTHME SUR LA VIE SCOLAIRE</b>	34
III - 1 - ABSENTEISME SCOLAIRE	
III - 2 - RETARD SCOLAIRE	35

## **C - L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERCICE**

<b>I - DEFINITIONS</b>	37
<b>II - HISTORIQUE</b>	38
<b>III - PHYSIOPATHOLOGIE</b>	39
<b>IV - VARIATION DE LA FONCTION PULMONAIRE</b>	44
<b>V - DIAGNOSTIC</b>	49
V - 1 - L'INTERROGATOIRE	
V - 2 - LA CLINIQUE	50
V - 3 - LE DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL	51
V - 4 - LES FACTEURS INFLUENCANTS	
V - 5 - LES TEST DE PROVOCATION	52
V - 5 - a - Généralités	
V - 5 - b - Les épreuves d'effort	54
$\alpha$ - Indications	
$\beta$ - Contre-indications	55
$\gamma$ - Conditions de réalisation	
$\delta$ - Méthodes	
V - 5 - c - L'évaluation de la fonction respiratoire	59
$\alpha$ - Les méthodes	
$\beta$ - Les résultats	68
<b>VI - TRAITEMENT</b>	
VI - 1 - CHOIX DE L'ACTIVITE SPORTIVE	70
VI - 2 - LES MESURES NON PHARMACOLOGIQUES	73
VI - 3 - LE TRAITEMENT PHARMACOLOGIQUE	77
VI - 3 - a - Fonction pulmonaire de repos normale	
VI - 3 - b - Fonction pulmonaire de repos anormale	88
VI - 3 - c - L'observance chez l'adolescent	90
VI - 3 - d - L'utilisation des spray	91
<b>VII - EPIDEMIOLOGIE</b>	92

## **DEUXIEME PARTIE : L'ENQUETE**

### **A - MATERIEL ET METHODE**

<b>I - LES OBJECTIFS DE L'ENQUETE</b>	102
<b>II - LE LIEU DE L'ETUDE</b>	
<b>III - LA PERIODE DE L'ETUDE</b>	105
<b>IV - LE TYPE D'ETUDE ET L'ECHANTILLON</b>	
<b>V - LA METHODE UTILISEE</b>	108
V - 1 - QUESTIONNAIRE DES ENFANTS	
V - 2 - EPREUVE D'EFFORT	109
V - 3 - INTERROGATOIRE ET EXAMEN CLINIQUE	
V - 4 - QUESTIONNAIRE DES PROFESSEURS	111
V - 5 - QUESTIONNAIRE DES INFIRMIERES SCOLAIRES	
<b>VI - POPULATION D'ETUDE</b>	
VI - 1 - CRITERES D'INCLUSION	112
VI - 2 - CRITERES D'EXCLUSION	
<b>VII - DEFINITION DES CAS</b>	
VII - 1 - L'ASTHME	113
VII - 2 - L'ASTHME INDUIT PAR L'EXERICE	
<b>VIII - DEROULEMENT PRATIQUE DE L'ETUDE</b>	
VIII - 1 - AUTORISATIONS ET PRESENTATION DE L'ETUDE	114
VIII - 2 - REALISATION PRATIQUE	117
VIII - 2 - a - Sur le terrain	
VIII - 2 - b - Au retour de l'épreuve	119
<b>IX - ANALYSE STATISTIQUE</b>	120

### **B - LES RESULTATS**

<b>I - L'ANALYSE DESCRIPTIVE</b>	121
I - 1 - LA DESCRIPTION DE LA POPULATION ETUDIEE	
I - 1 - a - Le taux de couverture de l'étude	

I - 1 - b - Les caractéristiques individuelles de la population	122
$\alpha$ - L'âge, le sexe et la taille	
$\beta$ - Les antécédents personnels et la prévalence de l'asthme	
$\gamma$ - Les traitement de l'asthme	124
I - 2 - L'ANALYSE DE L'EPREUVE D'EFFORT	
I - 2 - a - La prévalence de l'asthme induit par l'exercice	
I - 2 - b - La sévérité du bronchospasme induit par l'exercice	125
I - 2 - c - La symptomatologie	
I - 2 - d - L'asthme induit par l'exercice et antécédents respiratoires	126
I - 2 - e - La valeur du questionnaire	128
I - 2 - f - Les traitements pris avant l'épreuve	
I - 2 - g - Les conditions climatiques lors de la course	129
$\alpha$ - La température	
$\beta$ - L'humidité relative ou hygrométrie	
I - 2 - h - La prévalence de l'asthme induit par l'exercice par classe	130
<b>II - ANALYSE COMPARATIVE</b>	132
II - 1 - ANTECEDENTS ET AIE	
II - 1 - a - L'asthme	
II - 1 - b - Les sifflements nocturnes	133
II - 1 - c - Les rhinoconjunctivites saisonnières	
II - 1 - d - Les sifflements récents	134
II - 1 - e - Les symptômes évocateurs d'AIE	135
II - 1 - f - L'absentéisme	136
II - 1 - g - Les autre symptômes	
II - 2 - CONDITIONS ATMOSPHERIQUES	137
II - 2 - a - La température	
II - 2 - b - L'hygrométrie	
III - 3 - REPARTITION PAR LE SEXE	138
<b>III - ANALYSE DU QUESTIONNAIRE INFIRMIER</b>	
III - 1 - LE VECU DE L'ASTHME	139
III - 2 - LA CONNAISSANCE DE L'ASTHME	
<b>IV - ANALYSE DU QUESTIONNAIRE DES PROFESSEURS</b>	141

IV - 1 - LE VECU DE L'ASTHME	
IV - 2 - LA CONNAISSANCE DE L'ASTHME	142
<b>C - DISCUSSION</b>	
<b>I - DISCUSSION DE LA METHODE</b>	144
I - 1 - L'ECHANTILLON	
I - 2 - L'EPREUVE D'EFFORT	145
I - 3 - LA MESURE DE LA FONCTION RESPIRATOIRE	146
I - 4 - LE QUESTIONNAIRE	148
<b>II - DISCUSSION DES RESULTATS</b>	
II - 1- PREVALENCE DE L'ASTHME	150
II - 2 - PREVALENCE DE L'AIE	151
II - 3 - QUESTIONNAIRES INFIRMIERS ET DES PROFESSEURS	152
<b>III - CONSEQUENCES ET IMPLICATIONS</b>	
III - 1 - LE DEPISTAGE DE L'ASHTME	155
III - 2 - IMPLICATIONS EN TERME DE SANTE PUBLIQUE	
<b>CONCLUSION</b>	157
<b>ANNEXES</b>	159
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	174

# SERMENT D'HIPPOCRATE

---

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

BON A IMPRIMER N° 61

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

## RESUME

L'asthme est la pathologie la plus fréquente en pédiatrie et reste sous-évaluée.

L'asthme induit par l'exercice, chez les enfants d'âge scolaire est mal connu.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la prévalence de l'asthme induit par l'exercice chez les élèves de sixième de la Haute-Vienne.

Un sondage en grappe a permis de déterminer un échantillon représentatif.

Un questionnaire sur les antécédents respiratoires et une épreuve d'effort (course libre en extérieur, associée à la mesure du débit expiratoire de pointe) ont été utilisés.

L'effectif de la population d'étude était de 782 élèves et la prévalence de l'asthme induit par l'exercice a été estimée à 9,9 [ 8,2 - 11,7 ].

L'intérêt épidémiologique a été le dépistage de 41 enfants non déclarés asthmatiques.

Cette enquête a permis de réactualiser les connaissances sur l'asthme du personnel des collèges et de mettre en place un projet d'information dans le milieu de l'enseignement, pour une meilleure prise en charge des asthmatiques en milieu scolaire.

\*\*\*\*\*

**MOTS CLEFS :** Asthme - Exercice - Enfant - Ecole.