



**HAL**  
open science

# Prévalence des symptômes respiratoires et leurs facteurs de risques chez les nageurs de haut niveau en France

Clément Saccheri

► **To cite this version:**

Clément Saccheri. Prévalence des symptômes respiratoires et leurs facteurs de risques chez les nageurs de haut niveau en France. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01690214

**HAL Id: dumas-01690214**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01690214>**

Submitted on 22 Jan 2018

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

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

UNIVERSITE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS  
FACULTÉ DE MÉDECINE

THÈSE d'EXERCICE DE MÉDECINE  
En vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Docteur en Médecine

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE  
MÉDECINE DE NICE  
Le Lundi 2 octobre 2017

Par

**Clément SACCHERI**

Né le 20 Octobre 1989 à Nice (06)  
Interne de D.E.S de pneumologie

**Prévalence des symptômes respiratoires et leurs  
facteurs de risques chez les nageurs de haut niveau  
en France**

Etude SWIMBREATH

**Devant le jury composé de :**

Monsieur le Professeur Charles-Hugo MARQUETTE

Président du jury

Monsieur le Professeur Patrick BAQUÉ

Assesseur

Monsieur le Professeur Jean DELLAMONICA

Assesseur

Madame le Docteur Sylvie LEROY

Assesseur

Madame le Docteur Johana PRADELLI

Directrice de thèse

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen	M. BAQUÉ Patrick
Vice-Doyen	M. BOILEAU Pascal
Assesseurs	M. ESNAULT Vincent M. CARLES Michel Mme BREUIL Véronique M. MARTY Pierre
Conservateur de la bibliothèque	Mme DE LEMOS Annelise
Directrice administrative des services	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël M. RAMPAL Patrick M. BENCHIMOL Daniel

Professeurs Honoraires

M ALBERTINI Marc	M. HARTER Michel
M. BALAS Daniel	M. INGLESAKIS Jean-André
M. BATT Michel	M. JOURDAN Jacques
M. BLAIVE Bruno	M. LALANNE Claude-Michel
M. BOQUET Patrice	M. LAMBERT Jean-Claude
M. BOURGEON André	M. LAZDUNSKI Michel
M. BOUTTÉ Patrick	M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. BRUNETON Jean-Noël	M. LE BAS Pierre
Mme BUSSIERE Françoise	M. LE FICHOUX Yves
M. CAMOUS Jean-Pierre	Mme LEBRETON Elisabeth
M. CANIVET Bertrand	M. LOUBIERE Robert
M. CASSUTO Jill-patrice	M. MARIANI Roger
M. CHATEL Marcel	M. MASSEYEFF René
M. COUSSEMENT Alain	M. MATTEI Mathieu
Mme CRENESSE Dominique	M. MOUIEL Jean
M. DARCOURT Guy	Mme MYQUEL Martine
M. DELLAMONICA Pierre	M. OLLIER Amédée
M. DELMONT Jean	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DEMARD François	M. SAUTRON Jean Baptiste
M. DOLISI Claude	M. SCHNEIDER Maurice
M. FRANCO Alain	M. TOUBOL Jacques
M. FREYCHET Pierre	M. TRAN Dinh Khiem
M. GÉRARD Jean-Pierre	M VAN OBERGHEN Emmanuel
M. GILLET Jean-Yves	M. ZIEGLER Gérard
M. GRELLIER Patrick	
M. GRIMAUD Dominique	

## Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

### M.C.A. Honoraire

Mlle ALLINE Madeleine

### M.C.U. Honoraires

M. ARNOLD Jacques  
M. BASTERIS Bernard  
Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie  
Mme DONZEAU Michèle  
M. EMILIOZZI Roméo  
M. FRANKEN Philippe  
M. GASTAUD Marcel  
M. GIRARD-PIPAU Fernand  
M. GIUDICELLI Jean  
M. MAGNÉ Jacques  
Mme MEMRAN Nadine  
M. MENGUAL Raymond  
M. PHILIP Patrick  
M. POIRÉE Jean-Claude  
Mme ROURE Marie-Claire

### PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M.	BENCHIMOL Daniel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	DESNUELLE Claude	Biologie Cellulaire (44.03)
Mme	EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GASTAUD Pierre	Ophthalmologie (55.02)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
M.	LEFTHERIOTIS Geogres	Physiologie- médecine vasculaire
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M.	PRINGUEY Dominique	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

## Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

### PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)

## Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

### PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophtalmologie (55.02)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
Mlle	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	DELLAMONICA Jean	réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénérologie (50-03)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	ROUX Christian	rhumatologie (50.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

## Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

### PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M. HOFLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

### MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

### PROFESSEURS AGRÉGÉS

Mme LANDI Rebecca Anglais

Mme ROSE Patricia Anglais

### MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme ALUNNI Véronique Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)

M. AMBROSETTI Damien Cytologie et Histologie (42.02)

Mme BANNWARTH Sylvie Génétique (47.04)

M. BENOLIEL José Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)

Mme BERNARD-POMIER Ghislaine Immunologie (47.03)

Mme BUREL-VANDENBOS Fanny Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)

M. DOGLIO Alain Bactériologie-Virologie (45.01)

M DOYEN Jérôme Radiothérapie (47.02)

M FAVRE Guillaume Néphrologie (52.03)

M. FOSSE Thierry Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)

M. GARRAFFO Rodolphe Pharmacologie Fondamentale (48.03)

Mme GIOVANNINI-CHAMI Lisa Pédiatrie (54.01)

Mme HINAULT Charlotte Biochimie et biologie moléculaire (44.01)

M. HUMBERT Olivier Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)

Mme LAMY Brigitte Bactériologie-virologie (45.01)

Mme LEGROS Laurence Hématologie et Transfusion (47.01)

Mme LONG-MIRA Elodie Cytologie et Histologie (42.02)

Mme MAGNIÉ Marie-Noëlle Physiologie (44.02)

Mme MOCERI Pamela Cardiologie (51.02)

Mme MUSSO-LASSALLE Sandra Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)

M. NAÏMI Mourad Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)

Mme POMARES Christelle Parasitologie et mycologie (45.02)

Mme SEITZ-POLSKI barbara Immunologie (47.03)

M. TESTA Jean Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)

M. TOULON Pierre Hématologie et Transfusion (47.01)

## Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

### PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

M. DURAND Matthieu Urologie (52.04)

### PROFESSEURS ASSOCIÉS

M. GARDON Gilles Médecine Générale (53.03)  
M. GONZALEZ Jean-François Chirurgie Orthopédique et traumatologie ( 50.02)  
M. PAPA Michel Médecine Générale (53.03)  
M. WELLS Michael Anatomie-Cytologie ( 42.03)

### MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

M BALDIN Jean-Luc Médecine Générale (53.03)  
Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)  
Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

### PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

M. BERTRAND François Médecine Interne  
M. BROCKER Patrice Médecine Interne Option Gériatrie  
M. CHEVALLIER Daniel Urologie  
Mme FOURNIER-MEHOUAS Manuella Médecine Physique et Réadaptation  
M. JAMBOU Patrick Coordination prélèvements d'organes  
M. ODIN Guillaume Chirurgie maxilo-faciale  
M. PEYRADE Frédéric Onco-Hématologie  
M. PICCARD Bertrand Psychiatrie  
M. QUARANTA Jean-François Santé Publique

## Remerciements

« Tout ce que tu feras sera dérisoire, mais il est essentiel que tu le fasses »

Gandhi

« Le sport mesure la valeur humaine en millimètres et en centièmes de seconde »

Bernard Arcand

Aux membres du jury

**À Monsieur le Président du jury, le Professeur Charles-Hugo MARQUETTE,**

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse.  
Cher maître je souhaiterais vous remercier très sincèrement de m'avoir accueilli dans votre service et de votre soutien constant tout au long de mon parcours. Votre expertise, vos qualités d'enseignement et vos compétences suscitent mon admiration.  
Recevez ici l'expression de ma profonde considération.

**À Monsieur le Professeur Jean DELLAMONICA,**

Je vous remercie d'avoir accepté d'être membre de mon jury et de juger mon travail.  
La réanimation est une spécialité dès plus intéressante par son ouverture sur l'ensemble des domaines de la médecine alors j'espère que vous apprécierez ce détour vers la médecine du sport et la pneumologie. Même si nous n'avons pas travaillé directement ensemble, votre accessibilité et votre simplicité sont des qualités que j'admire chez vous.  
Soyez assuré de mon plus profond respect.

**À Monsieur le doyen de la faculté de médecine de Nice, le Professeur Patrick BAQUÉ,**

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger à mon jury de thèse et de juger mon travail.  
C'est un honneur pour moi tant j'admire comme tout étudiant niçois le professeur que vous êtes. Votre passion de la transmission du savoir médicale mais aussi de valeurs humaines resteront pour moi une inspiration. Ce fût un honneur aussi de discuter de réforme de l'enseignement des internes lorsque j'étais président de l'internat et d'apprécier votre vision moderne du sujet.  
Soyez assuré de mon plus profond respect

**À Madame le Docteur Sylvie LEROY,**

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger à mon jury de thèse.  
Vos connaissances et votre travail forcent mon respect, j'en ai toujours été admiratif. Je vous remercie pour votre enseignement, votre disponibilité durant ces années mais aussi pour vos conseils précieux et la confiance que vous m'avez donné tout au long de mon parcours.

**À ma directrice de thèse, le Docteur Johana PRADELLI,**

Ma chère directrice de thèse, merci d'avoir accepté de diriger ce travail qui n'était à la base pas ton sujet de prédilection. Mais tu as toujours été présente quand j'en ai eu besoin et tu as su me guider sans jamais me contraindre.  
Je veux aussi, te dire merci pour m'avoir guidé tout au long de mon internat. Tu as été la chef avec qui j'ai le plus travaillé et c'était toujours avec un plaisir immense. Même si tu as tes côtés « calabrais », tu as toujours été un soutien infailible, toi le 4x4 de la pneumologie qui préfère aller au match de foot en Audi en écoutant du maître Gimms que de parler chiffon autour d'un thé. Avec toi, on a quand même créé le battle table coto vs table J...A. Merci pour ta gentillesse et ta bonne humeur. Et bravo pour ce futur petit footballeur. ☺  
Sois assuré de ma plus profonde considération et de mon très sincère respect.

**Au service de pneumologie du CHU de Nice**, à son équipe médicale et paramédicale.

En particulier :

Au Dr Macone, en médecine il y a les hommes de livres et les hommes de terrain. Je pense pouvoir dire que vous êtes l'homme de terrain par excellence, au chevet des patients depuis plus de 40ans. Durant mes années d'internat vous avez su me transmettre bien sur votre expérience et vos connaissances mais aussi l'importance qu'à l'investissement du médecin auprès de ses malades. Vous en êtes le parfait exemple, et comme disait Hippocrate « On traite un malade et non une maladie ». Je pense sincèrement que le service d'hospitalisation de pneumologie de Nice vous doit beaucoup. Alors même si vous avez quand même un sale caractère, je retiendrai bien des leçons de vous, tant sur un plan médical que humain. Merci pour tout

Au Dr Sanfiorenzo, merci pour son enseignement tout au long de ces années. Merci pour ta confiance et ton soutien à tout épreuve.

Au Dr Sylvia K., merci pour ce semestre en HDS, pour ta bonne humeur, ton humour décalé et ton soutien. Bon courage pour tes nouvelles aventures qui j'en suis sur te rendront heureuse.

Au Dr Andréa M., merci pour ce semestre, pour ta gentillesse, ta patience et pour m'avoir appris quelques expressions grossières en italien mais surtout, merci d'avoir décrit ce tout nouveau syndrome venant tout droit d'Italie le « burd less like syndrome ».

Aux équipes paramédicales du H2, de l'USIR, du H3S, de l'hôpital de Jour et de l'endoscopie, merci pour votre accueil chaleureux et votre bonne humeur. Ça a toujours été un réel bonheur de travailler dans le bâtiment H, grâce à vous tous qui tentez chaque jour d'améliorer le quotidien des patients et de soulager leur souffrance. La douleur des malades est merveilleusement contrebalancée par l'humanité qui règne dans cette équipe. En tant que médecin c'est une chance et un bonheur de voir tout le personnel soignant investit autant dans sa mission. Pour ma part j'estime avoir été chouchouté dans chacun de mes stages. Pour tout ça merci.

**Au service de pneumologie du CH de Cannes du Dr Christophe Perrin**, merci pour votre accueil lors de mon premier stage d'internat.

En particulier, au Dr Christophe Perrin que j'admire par son charisme et son autorité naturelle. Je suis passé jeune interne dans votre service et vous avez su me guider au mieux dans mes premiers pas de médecin.

Au Dr Yannick Duval, je pense que tu m'as appris tout ce que je sais de l'onco-pneumologie. Et oui, mais connaissances à ce sujet sont assez limitées. Merci pour ta gentillesse, ta patience et ton humour durant ces 6mois partagés avec toi.

**A service de cardiologie du CH d'Antibes**, merci au Dr Proton, au Dr Lanfranchi et au Dr Bernasconi pour leur accueil.

**Au service de cardiologie du Pr Emile Ferrari**, merci pour votre accueil, en particulier,

A l'équipe d'IDE de l'USIC avec qui j'ai passé des folles nuits de gardes, toujours à fond même après 5 entrées dans la nuit. Merci pour votre accueil.

Au Dr Olivier Chiche, même si tu n'étais pas là à mon passage dans le service, tu restes mon interlocuteur privilégié en cardiologie. C'est un réel plaisir de travailler avec toi, je tenais à te rendre hommage.

Au Dr Fabien Squara, mon chef de rythmologie, même si je ne mettrai jamais de pile merci pour ton enseignement et ta bonne humeur.

**Au service de Réanimation Médicale du Pr Alexandre Demoule à l'Hôpital de la Pitié Salpêtrière**, qui m'a accueilli chaleureusement lors de mon inter-CHU parisien, en particulier

Au Pr Alexandre Demoule et au Dr Julien Mayaux pour leur enseignement au lit du malade et leur transmission de la rigueur du travail.

Au Dr Elise Morawiec, pour ton aide pour notre étude WeanStim mais aussi pour ton « pragmatisme médical » et tes qualités de synthèse médicale dont on ne peut que s'inspirer.

A mes co-internes, une équipe de choc. J'ai passé peut-être le meilleur semestre de mon internat à la Pitié et vous y êtes pour beaucoup. Alors j'ai hâte de repasser par Paris pour vous voir.

## **Remerciements spéciaux :**

**A la Fédération Française de Natation** et notamment aux Dr Le Pourcelet et Le Garrec qui m'ont aidé à concrétiser cette étude sur les nageurs de haut niveau qui je l'espère ne sera que le commencement de mon parcours en pneumologie du sport.

Au Dr Valérie Bougault, qui m'a gentiment répondu il y a 9 mois quand je lui ai envoyé un mail parce que je souhaitais travailler sur ce sujet passionnant qu'est la pneumologie chez nageur de haut niveau. Merci pour votre disponibilité, vos conseils et votre expertise.

A Jules et Fanny. Merci pour votre aide au bord du bassin pour faire souffler les nageurs et obtenir des résultats intéressants. Ils ne sont pas dans ma thèse par manque d'effectif mais je compte bien finir le travail et le publier. J'espère vous voir tous les 2 en Martinique très vite.

A Yannick W., merci pour ton aide précieuse dans ce travail. Sans toi la régression logistique serait encore un mystère pour moi aujourd'hui et je serais encore en train de recopier des tableaux excel à l'heure qu'il est.

**A mes co-internes,**

Linda, la maman du groupe. Merci d'avoir supporté 4 enfants durant ces années d'internat. Bravo, pour ta réussite tu seras une super chef et un très bon médecin.

A Matthieu, merci pour m'avoir soutenu durant ce fameux trajet Nice-Clermont-Ferrant en voiture un jour d'hiver. Je te souhaite toute la réussite que tu mérites pour la suite.

A mon pote Polo, plus qu'un co-interne un ami. Un garçon gentil, attentionné, modeste et brillant à la fois. On a passé des très bons semestres tous les 2. Grace à toi c'était un plaisir d'aller à l'hôpital tous les jours. Je n'oublierai pas nos parties de ping-pong, la prochaine fois je t'aurais...

A John, on a quand même une machine à café à notre nom, ça ce n'est pas rien. J'ai passé un super semestre au H2 à partager mon bureau avec toi.

A ma ptite Juju, la rebelle. C'était un plaisir de travailler en ta compagnie et de t'apprendre quelques trucs. Tu es la plus parisienne des niçoises. Alors un de ces quatre on se fait une expo ou un tour de paddle, je sais pas.

A Julia, ravi d'avoir partagé ce semestre avec toi. Tu es consciencieuse et investi, il ne te manque plus que la confiance en toi.

Aurélien, tu dois être en train de faire un trail, bon courage pour tes nouvelles courses et la suite des aventures.

Au plus jeunes, bon courage pour la suite.

## **A mon équipe de l'Internat des Hôpitaux Niçois,**

A mon équipe du bureau de l'internat avec qui j'ai vécu une très belle aventure. J'ai pris un plaisir inouï à organiser avec vous tous des événements uniques et marquant comme la soirée ultime de l'hôpital St Roch qui je pense restera dans les mémoires.... ou encore la revue de l'Internat 2015 qui fut un spectacle exceptionnel.

Nous avons aussi travaillé pour améliorer le quotidien et les conditions de travail des internes même cela nous a valu quelques rendez-vous houleux avec l'administration, n'est-ce pas Peskett t Manue ?

Je vous remercie pour tout votre travail et pour votre dévouement. Ce fut une aventure enrichissante durant laquelle j'ai eu le plaisir de travailler avec des personnes de valeur. Merci pour ça

A Pascale, notre secrétaire de l'internat qui m'a épaulé durant cette année à la tête du bureau de l'internat. Merci pour ce que tu fais au quotidien pour tous les internes, on te doit une fière chandelle. Des bisous et prend soins de ton genou ;)

**Aux Swaggy** (Kaa, Dory, Rouky et Hyacinte), sans vous mon internat aurait été vraiment différent et sûrement beaucoup moins drôle. Je n'oublierais pas la carte au trésor des lattes de lit jusqu'à 2h du mat en garde ou bien la fameuse chambre rouge dont j'ai toujours rêvé avec des vraies lanières en cuir ou même encore les apéros et les granitas spéciales Nono. Merci, aussi d'avoir poussée un peu « belle » dans les bras de simba ;). Vous allez me manquer.

**A la Peskett Team.** Plus qu'une bande de copains qui sait faire la fête et qui incarne comme personne l'Agence Tout Risque, j'y ai trouvé des garçons géniaux qui sont devenus de vrais amis sur qui je sais que je peux compter. Alors quel que soit la distance ou le décalage horaire vous pourrez toujours compter sur moi.

Philou, mon p'tit corse. On en a fait du chemin depuis la P1 tous les 2. Ça a commencé en contemplant des talons rouges du haut de l'amphi de St Jean puis on a enchainé les « Critccinis » et les aprêms à la piscine qu'on avait installé dans ton jardin. Tu as été une vraie source de motivation durant toutes ces années d'études, toujours prêt à lancer de nouveaux challenges. Après 10ans d'amitié, on en est là, on finit internat ensemble et on va tous les 2 s'exiler sur une île. Alors même si la vie fait que parfois on se voit moins souvent sache que tu comptes pour moi. N'hésite pas à venir me voir outre-Atlantique, tu seras toujours le bienvenu, on se fera quelques tiges.

A Hugo, le rugbyman. Dr Jekyll et M Hyde, droit, réfléchi, rigoureux la journée. Hugo se transforme la nuit après 1 ou 2 bières, il devient totalement incontrôlable et euphorique. Comme lors de cette fameuse soirée à Prague où tu m'avais tellement fait rire. J'espère partager encore longtemps ces moments avec toi mais n'oublie pas ton blouson rose. Merci pour ta gentillesse mon ami.

A la Viv. Nous nous sommes rapprochés depuis notre voyage au pays d'Allende. Tu te souviens de nos nuits sous une petite tente Quechua à la conquête du Machu Picchu? Tu es un homme exigeant, courageux, respectueux, droit mais pour moi tu es avant tout un ami

attentionné, à l'écoute, ouvert d'esprit avec qui je pourrais débattre pendant des heures. Merci de ta fidélité. Soit heureux avec ta p'tite Chloé et bravo pour ce futur petit bébé ☺

A Pierrot, la trompette. Un vrai magicien toujours prêt à inventer de nouvelles potions sauf si on te propose un battle de techtonik avec Mathilde. Derrière ton masque de clown tu es quelqu'un de foncièrement gentil et d'attentionnée, ce sont des qualités rares. J'espère te voir en Martinique dans quelques temps, on pourra imiter « Anatoli... » sur la plage comme au bon vieux temps.

A Max, l'enfant. Le petit maxou deviendra grand mais pour l'instant il veut toujours jouer, jouer, jouer, manger, manger, manger, dormir, dormir, dormir, ..., ....., ..... . En écrivant tes remerciements, je me remémore la fameuse soirée cuir-moustache où tu avais sans crainte fait rentrer chez toi pas moins de 350 étudiants en médecine moustachus et habillés de façon douteuse. Je crois que le mot qui te caractérise le mieux est « généreux », c'est ce que tu es mais aussi ce que tu aimes ;) . Tu as été un compère et un confident parfait lors de mon escapade parisienne même si avec toi parfois c'est ..... la poisse.

A Redsouille, mon compagnon de voyage. C'est vrai qu'on en a fait des voyages ensembles. Tous les 2, on a foulé le sol de 4 continents différents et cela toujours à la recherche de découverte de nouvelles cultures, d'ouverture d'esprit, sans jamais juger l'autre pour ce qu'il est, en cherchant simplement à rencontrer des Hommes. Par tous ces moments partagés et par nos conversations parfois existentielles, je te dois en partie la vision du monde que j'ai aujourd'hui. On dit que les voyages forment la jeunesse, je pense que les amis avec qui on les partage y sont pour beaucoup. Alors même si, la distance nous a éloigné un temps sache que mon amitié ne compte pas les kilomètres ni les coups de fil. Et souviens toi ce qu'on avait dit : « Un jour, on fera la Panaméricaine à vélo ».

A Pedro, le sage. La pensée philosophique de la bande, qui permet de nous amener à des considérations presque bergsonniennes ..... jusqu'à ce qu'à 3h du matin tu décides de faire tes fameux cafés de l'amitié en chantant « T'as pas perdu ta bonne humeur », tout en dansant avec tout sourire franc et sincère et tout ça toujours avec tes lunettes de soleil. Je crois que cette image te résume bien, un homme foncièrement optimiste, qui vit l'instant présent et profite de chaque instant même si dans ta tête c'est parfois agité. Merci de transmettre au quotidien cette joie de vivre et n'oublie jamais : « Ca pourrait être pire .... »

A Lulu, duracel. Une vraie pile électrique, en témoigne ton déhanché sur une piste de danse et tes exploits d'endurance sportive (Jeanne en témoignera). Merci de nous avoir offert le premier mariage de la Peskett team mais surtout le premier enterrement de vie de garçon de la bande. Je pense qu'intrépide te qualifie bien, souviens toi « C'est une réserve naturelle ? Mais non, vient on va pêcher des langoustes à la main pa ni problem ». Mais c'est pour ça qu'on t'aime mon Lulu. Alors n'oublie pas, tu sais tu seras toujours mon co-chef tut' pour moi.

### **Aux filles de la Peskett,**

Ma Lilou, la plus jolie des mamans. On en a usé des tables de bars ensemble jusqu'au bout de la nuit. Maintenant tu as une grande responsabilité avec ton magnifique petit Sacha, mais je sais que tu es et que tu seras une maman merveilleuse. Tu es pour moi une amie précieuse sur qui je sais que je peux compter. Sache que je serais moi aussi là quoi qu'il arrive

A Jojo, ma jumelle de concours. Depuis le début de nos études on a les mêmes résultats, toujours l'un derrière l'autre, quoi qu'il arrive. Ça nous faisait, une raison de fêter ça et de prendre l'apéro. Toujours à la recherche de ton double, je te souhaite sincèrement de le trouver et d'être heureuse.

A Margaux, la plus cinglante de la bande. J'admire de répartie, ton humour et ta capacité à placer tes fameux « chlings ». Je suis heureux que tu t'épanouisses dans ta vie de tourangelle. Merci pour ta gentillesse, ton soutien et tes fashion-victim lessons durant toutes ces années.

A Mathilde, la cuisinière. Je n'ai jamais mangé de carotte-cake aussi bon que les tiens, enfin je crois que je n'ai jamais mangé d'autre de carotte-cake. Quand je pense à toi, je pense à nos soirées dans ta maison de campagne de St Martin à manger des pizzas au feu de bois et à écouter du Pink Floyd sur un vieux tourne disque. Merci pour ta bonne humeur constante et tes petits plats la parisienne.

### **Aux compagnons de route,**

A Juju et Faf, je pourrais dire à la petite Louise que j'étais présent la première fois que ses parents se sont embrassés et je pourrais lui dire que ses parents sont des gens bien, des amis fidèles. Vous formez une belle famille tout les 3, qui s'agrandira très vite j'en suis sur.

A Audrey et Gauthier, le couple de l'année. Félicitation à vous 2 pour les fiançailles, manque plus qu'à trouver une date. C'était toujours un plaisir de vous voir, Audrey ma ptite fillote et Gauthier le dernier résistant anti kite-surf. J'espère qu'on se fera encore pleins de voyages ensembles et j'ai hâte d'être à votre mariage.

A Doudou, mon ami lillois, tu es l'exemple même du cliché des gens du Nord, accueillant, ouvert d'esprit et chaleureux le seul soucis est que tu n'aimes pas la bière.

### **A la colloc,**

A Lolo mon co-co, mon co-externe, mon compagnon de sous-colles, mon cointerne, mon colloc, mon voisin de chambre, mon ami. On en a partagé des moments ensemble. Un peu bougon au réveil mais tu ne manques jamais une occasion de faire un peu d'humour caustique (même si ça te vaut souvent un bon carton jaune de notre part). Merci de ta disponibilité, de ton honnête et de ton amitié. Surtout garde ce que tu as de plus beau .... ta ptite Sabou bien sûr.

A Peskett, mon partenaire infailible. On s'est rapproché depuis maintenant plus de 4ans et tu ne m'as jamais déçu. Toujours prêt pour de nouvelles aventures, t'as été le premier à me motiver pour le bureau de l'internat et tu as ensuite été un bras droit fantastique, tu m'as initié au squash, et je t'ai initié au kite. Derrière un garçon plein d'humour, un peu grande gueule se cache un homme posé, réfléchi, un ami fidèle, sensible à l'écoute, avec qui j'adore discuter de sujets plus ou moins sérieux., Merci d'avoir géré les comptes de la colloc, merci d'avoir si bien géré le spectacle de la revue, merci de me faire toujours autant rire mais aussi merci d'être toujours là quoi qu'il arrive. Et merci de rendre notre Manue heureuse comme tu le fais.

A Alexis, le sportif de la colloc. Tu m'impressionnes par la volonté infailible que tu as pour atteindre tes objectifs. En témoigne, ton joli chrono au Marathon.... A quand l'Iron Man ? Tu as traversé des moments compliqués ces dernières années mais tu n'as jamais perdu ta joie de vivre. Et maintenant que tu as trouvé ton « bébé chat » je ne vois pas comment ça pourrait être autrement. Merci pour ta spontanéité même s'il faut parfois te modérer un peu.

A Xav, la force tranquille. Le champion du monde de l'inception.... Mais aussi le VP évent de la Peskett. Toujours prêt pour organiser une soirée, une sortie à la montagne, une virée en kite ou même les vacances. Le voyage au Brésil avec Réda, la semaine au lac de Serre-Pançon, la Sri-Lanka et j'en passe. On mange beaucoup moins de champignons de paris depuis que t'es parti de la colloc. Mais tu l'as fait pour de très bonnes raisons, ta Gwendo c'est une perle mais surtout sur ton « mini-moi » au féminin. Alors ça ça vaut des points ;)

### **Aux colloc-ettes,**

A Sabou, merci pour tes petits plats et surtout ton crumble poire chocolat que je n'oublierais pas de sitôt. Merci pour ta bonne humeur, ton sourire et ta douceur. Mais surtout merci de rendre heureux (et de tenter de canaliser) mon lolo. Reste comme tu es.

A Manue, Arlette on formait une bonne équipe face aux « terribles » membres de la CME et à la complexe administration du CHU de Nice pour défendre les droits de nos homologues « travailleurs, travailleuses ». Tu as été la voix forte et autoritaire dont on avait besoin, même à 4h du mat en fin de soirée à l'Archet ;) Merci pour ton soutien et ton aide dans cet aventure. Mais aussi merci pour tes convictions, ton ouverture d'esprit, ton humanité, ta passion pour du sport et ta gentillesse.

A Alice, la ptite guiquette. La dernière arrivée mais pas des moindres. La seule femme au monde à avoir réussi à réguler l'humeur d'Alexis. Mieux que du lithium, alors là, chapeau !!! Une nouvelle vie de chirurgien d'attend, alors félicitation et prend soins du ninou.

A Gwendo, miss rose, une vraie fille. Mais pas trop quand même, ben oui avec toi c'est un p'tit wiski cok et un baudrier dans le coffre de la voiture. Quand on a vu ça, on a tout de suite dit à Xav : « C'est elle.... » Depuis, vous ne vous êtes plus quittés. Merci pour ta soirée ruby's cube, pour ton imitation du singe mais surtout pour ta douceur et pour le bonheur que tu apportes à Xav.

### **A la natation,**

A l'Olympique Nice Natation, mon club de cœur, ma deuxième famille. J'ai l'impression d'être né dans ce club, mon père et mon oncle m'y ont entraîné, j'y est nagé durant 14ans auprès de mon grand frère qui aujourd'hui a pris la succession familiale.

A Fabrice Pellerin, mon entraîneur. Un entraîneur c'est plus qu'une personne qui te dicte l'entraînement à faire. C'est quelqu'un qui te voit évoluer, qui te soutient, qui t'inculque des valeurs, qui t'apprend à te fixer des objectifs toujours plus hauts et à les atteindre. C'est ce que tu m'as appris, le travail et la rigueur qui te permettent d'atteindre des objectifs en tant que sportif mais aussi en tant qu'homme. Merci pour ton aide dans ce travail de thèse et merci pour tout le reste.

### **A mes amis de club et d'entraînement,**

A Clément merci de m'avoir fait autant progresser lorsqu'on se tirait la bourre à l'entraînement,

A Yannick tu seras toujours le petit de 14ans qui a grandi trop vite pour moi. Merci de nous avoir fait tant rêver. Et bonne chance pour la suite.

A Julie, ma camarade d'entraînement et de classe. Même si la vie fait que l'on ne se voit plus très souvent sache que tu restes mon amie et que j'aurais toujours quelques centimes à te passer pour acheter des bonbons ;)

A Marion, une dossiste de qualité et une future infirmière brillante. On a partagé tellement des compétitions ensemble, merci de m'avoir toujours encouragé comme tu le faisais. Ah quand une soirée entre les anciens ?

**A ma famille,** si belle famille dans laquelle j'ai grandi et qui m'a apporté tant d'amour et d'affection.

A papi Jeannot et mamie Chantal, merci pour votre amour et votre soutien. Merci d'être là à vous occuper de vos petits-enfants et votre arrière-petit-fils. Mon enfance si heureuse l'a été aussi grâce à vous. Je suis heureux que vous soyez présents pour ce jour important pour moi.

A mamie Thérèse, Les Cappans, la socca, la paella, les après-midis dans la forêt, tant de souvenirs me reviennent quand je pense à toi. Merci pour ton amour et pour tout ce que tu as fait pour nous. Je suis heureux que tu sois là aujourd'hui, même si IL nous manque. Je suis sûr qu'il nous regarde et qu'il veille sans cesse sur nous.

A Clo, chère tante, chère marraine. J'espère que tu seras fière de ton filleul aujourd'hui. Je voulais aussi te dire merci pour ta bienveillance à mon égard et merci de m'avoir fait découvrir les Pink Floyd quand j'avais 12ans.

A tonton Hub, merci pour ton enseignement au bord du bassin durant ces 3 années, merci d'aider papa à entretenir les oliviers pour pas qu'il se blesse et merci de prendre soins de mamie.

A Octave et Martine, merci pour votre accueil chaleureux lors de mes passages à Lyon. Merci pour votre ouverture d'esprit, votre générosité et votre bienveillance. Octave j'espère que ma présentation et le champagne t'auront plu. Martine merci pour la recharge de gaz à Contes sans quoi on n'aurait pas pu cuir une magnifique côte de bœuf cet été.

**Aux cousins**, une belle bande de .....

Mathieu, le sérieux de la bande mais toujours prêt à faire peur les plus petits avec des histoires lugubres.

Juju, la première fille qui a survécu dans ce monde de garçon. Tu fais le plus beau métier du monde je suis fier de toi.

Quentinou, le karatéka poids plume. On en a fait des chasses à l'homme dans la forêt à se cacher dans les ronces pour gagner à tout prix. J'ai l'impression que tu es toujours aussi casse-cou.

Vincent, même si tu m'as un peu martyrisé il y a bien longtemps, je t'admire cousin une vraie philosophie du carpe diem et une très belle réussite professionnelle. On se refait une soirée à Contes ou ailleurs quand tu veux.

Mathilde, ma petite protégée, ma jumelle. On a toujours été très proche et ce d'autant plus depuis qu'on a décidé de suivre la même voie professionnelle. Merci d'être toujours là à me soutenir, sache que je suis très fier de toi et de ta réussite. Je serais toujours là pour te soutenir, compte sur moi.

A François, mon cousin révolutionnaire, j'adore discuter histoire et géopolitique avec toi, mais ce que je préfère c'est t'emmener dans un bar avec moi parce que je sais que ça annonce une bonne soirée.

A Polo, le petit cousin de 4ans qui a grandi si vite. Et oui et maintenant tu es parti de la maison et tu as déménagé pour de nouvelles aventures, profite ça va être une belle expérience. Mais j'ai quand même hâte qu'on se retrouve pour faire des grosses soirées comme on sait si bien faire.

A Lili, ma belle-sœur adorée mon ami d'enfance avec qui j'ai partagé tant d'aventure. Aujourd'hui tu rends heureuse mon grand frère et tu m'as fait le plus merveilleux neveu que l'on peut rêver. Alors pour tout ça merci ma lili.

A Marius, mon neveu. Aujourd'hui tu ne sais pas encore lire ces lignes mais ça ne serait tarder. Tu es un petit garçon formidable qui j'en suis sûr s'épanouira au sein de cette belle famille. Je te souhaite toute le bonheur du monde mon p'tit gars. Je serais toujours fier de toi et toujours là pour toi. Alors si un jour tu as besoin n'hésite pas à appeler ton tonton kéké.

**A mes parents**, qui m'ont permis de grandir et de m'épanouir dans une famille formidable.

A toi maman, qui a toujours su donner tant d'amour à Thibault, Lucas et moi. Tu as toujours été fier de tes fils, et tu nous as toujours soutenu dans nos initiatives.

Il y a 10ans tu m'accompagnais pour la première fois à la faculté de médecine, aujourd'hui je vais devenir Docteur. J'espère que tu seras fier de moi. En tout cas tu peux être fière de ta famille et de ce que tu as construit avec. Merci pour tout ce que tu as fait pour moi, merci pour les valeurs que tu m'as transmis, merci pour ton amour inconditionnel. Je t'aime maman

A toi papa, tu as toujours fait ce qu'il fallait pour que tes fils s'épanouissent. Même s'il fallait se lever à 6h du matin pour nous amener à la piscine.

Tu m'as transmis la passion de la natation, tu m'as entraîné pendant 2ans et aujourd'hui je suis fier de présenter devant toi ma thèse de médecine effectuée sur des nageurs de hauts niveaux.

J'espère te rendre aussi fier que le jour de ma victoire à la Ptite Vittel Cup où je t'ai vu ému aux larmes.

Merci pour tout ce que tu as toujours fait pour moi, merci de m'avoir soutenu dans mes choix de carrière, merci d'avoir su m'écouter, merci d'être si gentil et si présent. Je t'aime papa.

**A mes frères**, avec qui j'ai grandi, je me suis construit, je me suis épanoui. Mes compagnons de voyage depuis ma venue au monde, sans qui je n'aurais jamais été si heureux dans ma vie.

A Thibault, mon grand frère. Tu le sais tu as toujours été mon model, mon idole. Tu m'as appris à grandir, tu m'as initié à tellement de choses et pas toujours les trucs les plus malins. Je t'ai souvent admiré mais toi tu m'as toujours soutenu et tu étais mon premier supporter aux compétitions puis à la fac. Merci d'avoir prêté tes jouets, merci de nous avoir invité à tes anniversaires d'ado quand on était encore des enfants avec Luc. Merci de toujours m'avoir encouragé même quand je te grattais les pieds à l'entraînement, merci de faire vivre la tradition familiale à l'ONN, et merci de m'avoir donné un neveu aussi beau.

A Lulu, mon frérot. Mon double, et oui quand on était petit, maman tenait absolument à nous habiller pareil. Heureusement c'est fini. Luc, t'as été mon compagnon de chambre jusqu'en P1. Et là, t'as vraiment été patient, comme toujours. Depuis, tu vis de ta passion, l'escrime, un sport esthétique, noble et exigeant quite correspond si bien. Mais quand tu as fini de tirer, tu me rejoins quand même à quelques soirées médecine histoire de décompresser. Merci de ta fidélité, merci de ton sens de l'humour et ton sens de l'imitation unique, merci de ta profonde gentillesse et de ton humanité. Ne change pas.

**A Sandra**, mon amoureuse, Il y a 3ans je découvrais les soins intensifs de pneumologie. Ce jour-là j'ai vu une infirmière belle, grande, blonde, gracieuse, à la fois douce et sur d'elle, c'était toi. Alors le temps a passé mais je n'ai cessé de penser à toi. La vie a bien fait les choses et malgré 6mois passés à Paris aujourd'hui, j'ai le bonheur de pouvoir te regarder tous les matins en me réveillant. A présent ma vie je la vois avec toi.

Mon quotidien est plus beau avec toi. Quand tu es là je sais que tout ira bien.

Merci, de m'avoir soutenu depuis 6mois pour mon travail de thèse, merci de t'être si bien occupé de moi, merci d'avoir été si attentionnée mais surtout merci d'être toi, belle, gentille, humaine, sincère, aimante, généreuse et de me rendre si heureux.

Bientôt nous allons partir tous les 2 à l'autre bout du monde pour vivre de nouvelles aventures. Je ne sais pas de quoi sera fait mon avenir mais j'ai une certitude, il se fera avec toi à mes côtés. Je t'aime

**A ceux partis trop tôt,**

A Camille, une étoile parmi les étoiles. Nous avons grandi ensemble, tu as été à mes côtés pour tant de moments importants de ma vie. Merci de nous avoir fait tant rêver ce soir du 29 juillet 2012... Tu as même réussi à tirer quelques larmes à mon père et ça ce n'était pas facile. Tu me manques...

A Papi Jacques, je suis sûr que tu veilles sur nous de là où tu es. Tu me manques...

## TABLE DE MATIÈRES

<b>I Introduction.....</b>	<b>25</b>
<b>A. Justification scientifique et description générale de la recherche.....</b>	<b>25</b>
<b>B. Objectifs de l'étude.....</b>	<b>27</b>
<b>II. Matériels et méthodes.....</b>	<b>29</b>
<b>A. Schéma expérimental de l'étude.....</b>	<b>29</b>
1. Type d'essai.....	29
2. Sélection des sujets.....	29
<b>B. Déroulement de l'étude.....</b>	<b>30</b>
<b>C. Analyse statistique des données.....</b>	<b>31</b>
<b>III. Résultats.....</b>	<b>32</b>
<b>A. Description de la population.....</b>	<b>32</b>
<b>B. Résultat de l'objectif principal de l'étude.....</b>	<b>34</b>
<b>C. Résultats des objectifs secondaires de l'étude.....</b>	<b>36</b>
1. Prévalence des symptômes respiratoires et leurs facteurs de risque chez les sportifs exposés au chlore.....	36
a. Symptômes respiratoires survenant au repos et à l'effort.....	36
b. Symptômes d'asthme survenant au repos et leurs facteurs de risque.....	39
c. Symptômes de bronchoconstriction à l'effort survenant spécifiquement en piscine.....	41
2. Conditions de survenue et retentissement de la bronchoconstriction à l'effort.....	43
a. Bronchoconstriction à l'effort et type de piscine.....	43
b. Bronchoconstriction à l'effort et intensité de l'exercice.....	43
c. Retentissement de symptômes de bronchoconstriction à l'exercice.....	43
d. Evolution des symptômes de bronchoconstriction à l'effort.....	43
3. Rhinite allergique et facteurs de risque.....	44
4. Suivi des sportifs.....	44

<b>IV. Discussion.....</b>	<b>46</b>
<b>A. Prévalence des symptômes respiratoires chez les sportifs exposés au chlore.....</b>	<b>46</b>
<b>B. Mode de diagnostic utilisé.....</b>	<b>47</b>
<b>C. Facteurs de risques intrinsèques des symptômes respiratoires chez les exposés aux chloramines.....</b>	<b>48</b>
<b>D. Facteurs de risques environnementaux des symptômes respiratoires chez les exposés aux chloramines.....</b>	<b>49</b>
<b>E. Évolution des symptômes de bronchoconstriction induite par l'exercice en piscine.....</b>	<b>50</b>
<b>F. Suivi médical des athlètes pratiquant un sport aquatique.....</b>	<b>51</b>
<b>V. Conclusion.....</b>	<b>53</b>
<b>VI. Références bibliographiques.....</b>	<b>54</b>
<b>VII. Table des illustrations.....</b>	<b>59</b>
<b>VIII. Annexes.....</b>	<b>60</b>
<b>VIII. Serment d'Hippocrate.....</b>	<b>64</b>

# I Introduction

## A. Justification scientifique

La prévalence des pathologies respiratoires est plus élevée chez les sportifs de haut niveau (1, 2). La pratique du sport en compétition à haut niveau est reconnue comme un facteur de risque de développer une bronchoconstriction induite par l'exercice (ancien asthme d'effort). Celle-ci est en partie due à l'hyperventilation répétée qui suffit en elle-même à induire une inflammation et à altérer la muqueuse bronchique par le biais d'un stress mécanique (3). Les modifications structurelles de la muqueuse bronchique induites par l'hyperventilation la rendent d'autant plus vulnérable aux irritants, allergènes et polluants environnementaux.

L'exposition à des aérocontaminants concomitante de l'hyperventilation semble jouer un rôle prépondérant dans la survenue de ces maladies respiratoires. Rundell a observé 30% de bronchoconstriction à l'effort chez les athlètes s'entraînant en patinoire : ces derniers étant exposés à un air froid et sec et aux polluants libérés par l'entretien de la surface de la glace (4).

De même, plusieurs études ont montré une augmentation de la prévalence de la bronchoconstriction à l'effort chez les joggers réguliers exposés de façon intense aux allergènes et aux polluants environnementaux (5, 6).

Les conditions environnementales telles que la température extérieure et le degré d'humidité interviennent également dans la physiopathologie de la bronchoconstriction à l'effort.

Certaines disciplines sportives sont particulièrement concernées, notamment les sports d'hiver comme le ski de fond. Ce sport impliquant des efforts d'hyperventilation prolongée dans des conditions d'air froid et sec est associé à un taux élevé d'hyperréactivité bronchique (7, 8, 9).

Les nageurs font partie d'une population à risque en ce sens qu'ils sont à la fois concernés par le type d'entraînement physique en hyperventilation prolongée et par l'exposition à des irritants environnementaux tels que les chloramines.

Depuis une dizaine d'années plusieurs études se sont intéressées aux risques liés à l'exposition répétée aux produits de dégradations des désinfectants des piscines et notamment les chloramines (10, 11, 12). Les produits de désinfection autorisés en piscine sont le chlore, le brome, l'ozone et le polymère d'hexaméthylbiguanide (PHMB). Le chlore est le

désinfectant de très loin le plus utilisé, quasi exclusivement dans les piscines municipales. Les désinfectants libèrent du chlore gazeux, en particulier le gaz dichlore ( $\text{Cl}_2$ ), l'hypochlorite de sodium ( $\text{NaOCl}$ ) et l'hypochlorite de calcium ( $\text{CaOCl}$ ). Ces produits biocides ont deux inconvénients :

- ils irritent la peau et les muqueuses des nageurs ;
- le chlore libéré réagit avec les matières organiques des nageurs (urines, sueur, salive, sécrétions rhino-pharyngées, lipides de la peau et du cuir chevelu, cosmétiques, mucus, résidus fécaux).

En résulte la formation de produits de dégradation du chlore nommés chloramines. Elles sont présentes dans l'eau de la piscine (monochloramines ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) et dichloramines ( $\text{NHCl}_2$ )) et peuvent se volatiliser sous forme de gaz dans l'atmosphère (trichloramines ( $\text{NCl}_3$ )) (11, 13, 14).

La concentration en chloramines dans l'air et l'eau d'une piscine varie en fonction de plusieurs paramètres : l'ancienneté du bassin, le type de ventilation, la qualité de l'aération (bassin intérieur et bassin extérieur), l'activité qui s'y passe (nombre de personnes nageant à un instant donné dans la piscine) (12). Les chloramines sont surtout présentes au niveau de l'interface air/eau, c'est-à-dire dans la zone d'action et de respiration des nageurs. Ils sont ainsi exposés aux chloramines par ingestion, inhalation et absorption cutanée (15).

L'exposition aux chloramines induit d'une part une augmentation de l'inflammation de la muqueuse bronchique et d'autre part une augmentation de la perméabilité de l'épithélium pulmonaire avec une observation dose-effet (16). L'analyse de biopsies bronchiques de certains nageurs de haut niveau a mis en évidence une inflammation de la muqueuse bronchique avec une augmentation du taux de polynucléaires éosinophiles et de mastocytes, une hyperplasie des cellules caliciformes et une expression accrue de la mucine par rapport aux sujets sains et même aux sujets asthmatiques (17). Cette inflammation bronchique pourrait expliquer en partie l'hyperréactivité bronchique des nageurs.

Les modifications structurelles de la muqueuse bronchique entraînent une augmentation de sa perméabilité et favoriseraient ainsi la sensibilisation aux pneumallergènes.

La relation dose-effet entre l'exposition aux chloramines et le développement de pathologies respiratoires a été démontré dans plusieurs études. L'asthme et la bronchoconstriction à

l'effort des nageurs à haut niveau d'entraînement augmenteraient avec la durée de la carrière ; elles tendraient à s'atténuer ou même à disparaître avec l'arrêt de l'entraînement (18).

L'arrêt de l'exposition aux chloramines suffirait à diminuer les facteurs d'inflammation bronchique et améliorerait la fonction respiratoire (19).

Cette relation dose-effet est particulièrement importante dans la pratique de la natation à haut niveau. En effet, il s'agit d'une discipline imposant de nombreuses heures d'entraînement en piscine dès le plus jeune âge. Dès l'âge de 11 ans, un nageur de niveau régional s'entraîne en moyenne 6 fois par semaine. Chaque entraînement consiste à parcourir plusieurs kilomètres à la nage durant environ 2h, en y intégrant des exercices spécifiques et de nombreux efforts aérobies prolongés. L'accès au haut niveau ne peut se faire sans ces entraînements pluri-quotidiens.

Enfin, l'exposition aux chloramines est également conditionnée par le type de discipline aquatique. Une étude évaluant la prévalence de l'asthme aux jeux olympiques, a montré une augmentation de la prévalence de l'asthme chez les sportifs pratiquant la natation course par rapport aux athlètes pratiquant un autre sport aquatique, à savoir le water-polo, la natation synchronisée, le plongeon et l'eau libre. La différence entre ces groupes de sportifs réside dans le mode d'entraînement. En effet, contrairement au plongeon ou à la natation synchronisée, la natation course induit des efforts d'endurance intenses répétés induisant une hyperventilation importante et prolongée (20). L'exposition aux chloramines et ses effets seraient donc différents selon les nageurs et la discipline exercée.

A ce jour, la prévalence des pathologies respiratoires chez les nageurs de haut niveau français n'est pas connue. Nous nous sommes donc intéressés à la prévalence des symptômes respiratoires chez les sportifs de haut niveau exposés aux chloramines, à l'impact de l'environnement sur leur apparition et à leur retentissement clinique.

## **B. Objectifs de l'étude**

### 1. Objectif et critère de jugement principal

Comparer la prévalence des symptômes d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort entre des sportifs de haut niveau exposés aux chloramines et des sportifs de haut niveau non exposés aux chloramines (groupe contrôle).

### 2. Objectifs et critères de jugement secondaires

- a) Comparer la prévalence des symptômes d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort entre différentes catégories de sportifs de haut niveau exposés aux chloramines : pratiquant de natation course, water-polo, natation synchronisée, plongeon ou encore triathlon- natation eau libre.
- b) Comparer la prévalence de la rhinite allergique entre différentes catégories de sportifs de haut niveau pratiquant : natation, water-polo, natation synchronisée, plongeon, triathlon-eau libre et sportifs hors piscine (cyclisme, athlétisme).
- c) Etudier les facteurs de risque d'asthme et/ou de bronchoconstriction induite par l'exercice (BIE) chez les sportifs de haut niveau exposés aux chloramines.  
Nous avons décrit des facteurs de risques intrinsèques et extrinsèques ou environnementaux.
- d) Evaluer le retentissement et le mode de survenue des symptômes de bronchoconstriction à l'exercice chez les sportifs étudiés.
- e) Evaluer la qualité du suivi pneumologique et respiratoire des sportifs exposés aux chloramines.

## II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### A. Schéma expérimental de l'étude

#### 1. Type d'essai

Il s'agit d'une étude épidémiologique, transversale, observationnelle, nationale menée par le service de pneumologie du CHU de Nice en collaboration avec la section médicale de la Fédération Française de Natation et celle de l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP). Cette étude s'est déroulée du 15/06/2017 au 25/07/2017 par la remise d'un auto-questionnaire informatisé (Annexe 1) auprès de sportifs de haut niveau. Il s'agit d'un questionnaire, adapté pour mieux décrire les conditions de survenue des symptômes respiratoires et le mode de vie des sportifs étudiés.

Ce questionnaire permettait le recueil d'informations précises telles que les données démographiques, le mode de vie, le type d'entraînement sportif, les antécédents médicaux, le suivi médical et les symptômes respiratoires en condition d'entraînement et au repos. Le questionnaire est présenté en annexe. Les items concernant les symptômes respiratoires ont été élaborés à partir de questionnaires validés dans des études épidémiologique sur l'asthme notamment l'étude Isaac. (21, 22).

#### 2. Sélection des sujets

Etaient inclus dans l'étude les sportifs ayant consenti à répondre à ce questionnaire anonymisé via internet.

#### Critères d'inclusions

- Groupe « exposés au chlore » :
  - Sportifs de la Fédération Française de Natation inscrits sur les listes ministérielles de haut niveau (espoirs, juniors, séniors) quel que soit leur sport
  - Nageurs (actifs ou en retraite sportive depuis moins de 5ans) participants (ou ayant participé) au championnat de France de Niveau National 1 et National 2.
  - Age supérieur à 15 ans
- Groupe contrôle :
  - Sportifs pratiquant l'athlétisme ou le cyclisme à haut niveau (niveau championnat de France de Niveau National 1 ou 2 minimum).
  - Age supérieur à 15 ans

## **B. Déroulement de l'étude**

Pour les athlètes pratiquant un sport aquatique, la prise de contact des sportifs s'est faite de différentes façons :

- envoi d'un mail de la section médicale de la Fédération Française de Natation à l'ensemble de sportifs jeunes et seniors inscrits sur des listes ministérielles de haut niveau de la Fédération Française de Natation (équivalents de 900 sportifs).
- prise de contact avec les entraîneurs et les dirigeants de clubs qui ont ensuite informé les sportifs concernés.
- prise de contact direct des sportifs par un investigateur (CS) via les réseaux sociaux (les nageurs ayant fini dans les 16 premiers de chaque épreuve des championnats de France Elite 2017 de natation, les membres des 6 premières équipes du championnat de France de water-polo masculin 2017, les membres de l'équipe de France de natation synchronisée, les membres de l'équipe de France de plongeon).

Le groupe des athlètes « non aquatiques » a été contacté :

- par les responsables de pôles France ou pôles Espoir des sports concernés.
- directement par les investigateurs de l'étude : les athlètes ayant fini dans les 16 premiers des championnats de France élite 2017 du sport concerné (cyclisme sur piste, athlétisme) ont été contactés directement via réseaux sociaux.

Un lien internet redirigeait directement les sportifs sur le questionnaire standardisé, celui-ci était anonyme et les informations recueillies étaient récupérées sur un serveur sécurisé (Lime Survey). Les informations ont ensuite été consignées sur une base de données anonymisée. Ce questionnaire a été disponible durant 40 jours.

Le questionnaire a permis d'identifier différents groupes de sportifs en fonction des symptômes respiratoires décrits :

- Groupe « Symptômes évocateurs de pathologie bronchique », regroupant l'ensemble des sportifs présentant des symptômes respiratoires type « sifflements dans la poitrine », « difficultés respiratoires (gêne respiratoire, essoufflement, oppression thoracique) » et « toux » dans au moins une des conditions suivantes : au repos en

dehors d'une infection, durant ou après un effort effectué hors piscine, durant ou après un effort produit en piscine.

- Groupe « Symptômes d'asthme au repos », défini par : réponse « oui » à la question « Etes-vous asthmatiques ? » et/ou au moins 2 symptômes parmi « toux diurne », « toux nocturne », « sibilants », « oppression thoracique ou gêne respiratoire », « crachats venant des poumons » dans des conditions de repos et hors période d'infection.
- Groupe « Bronchoconstriction à l'effort en piscine », défini par : 1 symptôme parmi « sifflements dans la poitrine », « difficultés respiratoires (gêne respiratoire, essoufflement, oppression thoracique) » et « toux » survenant spécifiquement durant ou après un effort produit en piscine.
- Groupe « Rhinite », défini par : réponse « oui » à la question « Présentez-vous une rhinite ? ».

### **C. Analyse statistique des données**

Les données qualitatives étaient exprimées en effectifs et en pourcentages. Les variables quantitatives étaient exprimées par la médiane et l'interquartile. La distribution gaussienne ou non des variables continues était vérifiée au moyen d'un test de Kolmogorov-Smirnov.

Pour chaque pathologie étudiée, les groupes de sportifs « avec symptômes » et « sans symptômes » étaient comparés pour les données qualitatives par un test *t* de Student ou un test de Mann Whitney en fonction du résultat du test de normalité, et les variables catégorielles étaient comparées par un test de Chi-2.

Pour l'analyse des facteurs de risque indépendants des symptômes respiratoires dans la population de sportifs exposés aux chloramines, l'odd ratio (OR) étaient calculés par une analyse de régression logistique. Les variables pouvant entrer dans la régression logistique devaient être cliniquement pertinentes ou avoir un  $p < 0,20$  en analyse univariée.

Les analyses statistiques ont été effectuées par les logiciels Xlstat. et Prism version 6.0c.

## III. Résultats

### A. Description de la population

873 questionnaires ont été complétés : 780 provenant de disciplines aquatiques et 93 d'autres disciplines (cyclisme et athlétisme correspondant au groupe contrôle).

361 questionnaires incomplets ont été supprimés de l'analyse (328 dans le groupe « sports aquatiques » et 33 dans le groupe « contrôle ») (figure. 1).

514 questionnaires ont été analysés : 451 questionnaires (88%) dans le groupe disciplines aquatiques comprenant :

- 316 nageurs pratiquant la natation course,
- 67 pratiquants du water-polo,
- 33 nageuses synchronisées,
- 6 plongeurs,
- 28 triathlètes et nageurs d'eau libre.

63 questionnaires (12%) ont été analysés dans le groupe contrôle comprenant :

- 26 cyclistes,
- 37 athlètes.

Les caractéristiques des sportifs étudiés sont reportées dans le [tableau 1](#).

Le groupe contrôle n'était pas comparable au groupe des sportifs exposés aux chloramines en termes d'âge et d'intensité d'entraînement. Les sportifs du groupe contrôle étaient plus âgés et leur nombre d'heures d'entraînement hebdomadaires était moindre que celui des athlètes s'entraînant en piscine.

Tableau 1: Description de la population générale

Variable/Statistique	Mode	Population totale	Sports aquatiques (n= 451)	Sports non aquatiques (n= 63)	p
<b>Groupe</b>	Cas	451 (87,7)			
	Témoin	63 (12,3)			
<b>Sexe</b>	Femme	263 (51,2)	229 (50,8)	34 (54)	0,63
	Homme	251 (48,8)	222 (49,2)	29 (46)	
<b>Période d'activité</b>	Arrêt de carrière	70 (13,6)	68 (15,1)	2 (3,2)	<b>0,01</b>
	En activité	444 (86,4)	383 (84,9)	61 (96,8)	
<b>Niveau sportif</b>	N1	179 (34,8)	160 (35,5)	19 (30,2)	0,06
	N2	63 (12,3)	58 (12,9)	5 (7,9)	
	N3	16 (3,1)	15 (3,3)	1 (1,6)	
	finaliste-compétition	61 (11,9)	49 (10,9)	12 (19)	
	équipe-france-jeune	127 (24,7)	115 (25,5)	12 (19)	
	équipe-france-senior	68 (13,2)	54 (12)	14 (22,2)	
<b>Sport pratiqué en compétition</b>	Athlétisme	37 (7,2)		37 (58,7)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Cyclisme	26 (5,1)		26 (41,3)	
	Natation course	323 (62,8)	323 (71,6)		
	Eau libre/ triathlon	33 (6,4)	33 (7,3)		
	Water-polo	61 (11,9)	61 (13,5)		
	Natation synchronisée	27 (5,3)	27 (6)		
	Plongeon	6 (1,2)	6 (1,3)		
	Autre	1 (0,2)	1 (0,2)		
	piscine-int	363 (70,6)	363 (80,5)		<b>&lt; 0,0001</b>
	piscine-ext	83 (16,1)	83 (18,4)		
piscine-int-et-ext	5 (1)	5 (1,1)			
N/D	63 (12,3)		63 (100)		
<b>Type de traitement de la piscine</b>	Chlore	435 (84,6)	435 (96,4)		<b>&lt; 0,0001</b>
	Ozone	13 (2,5)	13 (2,9)		
	Ne sais pas	3 (0,6)	3 (0,6)		
	N/D	63 (12,3)		63 (100)	
<b>Tabagisme</b>	Non	497 (96,7)	434 (96,2)	63 (100)	0,12
	Oui	17 (3,3)	17 (3,8)	0 (0)	
<b>ATCD perso atopie</b>	Non	352 (68,5)	304 (67,4)	48 (76,2)	0,16
	Oui	162 (31,5)	147 (32,6)	15 (23,8)	
<b>ATCD fam atopie</b>	Non	329 (64)	281 (62,3)	48 (76,2)	<b>0,03</b>
	Oui	185 (36)	170 (37,7)	15 (23,8)	
<b>Allergies</b>	Non	360 (70)	312 (69,2)	48 (76,2)	0,26
	Oui	154 (30)	139 (30,8)	15 (23,8)	
<b>Type d'allergie</b>	Aspirine	5 (1)	4 (0,9)	1 (1,6)	0,51
	B-lactamine	21 (4,1)	19 (4,2)	2 (3,2)	
	Autre	13 (2,5)	13 (2,9)	0 (0)	
	Non	475 (92,4)	415 (92)	60 (95,2)	
	Pneumallergènes	Non	404 (78,6)	353 (78,3)	51 (81)
	Oui	110 (21,4)	98 (21,7)	12 (19)	
<b>Médicaments</b>	Non	418 (81,3)	367 (81,4)	51 (81)	0,94
	Oui	96 (18,7)	84 (18,6)	12 (19)	
<b>Traitement inhalé</b>	Non	441 (85,8)	383 (84,9)	58 (92,1)	0,13
	Oui	73 (14,2)	68 (15,1)	5 (7,9)	
<b>Type de traitement inhalé</b>	Bronchodilatateur	46 (8,9)	45 (10)	1 (1,6)	<b>0,01</b>
	Corticoïde inhalé	7 (1,4)	5 (1,1)	2 (3,2)	
	Association fixe corticoïde + BD	15 (2,9)	14 (3,1)	1 (1,6)	
	Aucun	446 (86,8)	387 (85,8)	59 (93,7)	
<b>B2-mimétique avant chaque entraînement</b>	Non	495 (96,53)	436 (96,7)	59 (93,7)	<b>0,03</b>
	Oui	19 (3,7)	15 (3,3)	4 (6,3)	
<b>Fréquence de la prise des B2-mimétiques</b>	>2-fois-par-sem	13 (2,5)	12 (2,7)	1 (1,6)	0,22
	1-2-fois-par-sem	14 (2,7)	13 (2,9)	1 (1,6)	
	1-2-fois-par-mois	19 (3,7)	19 (4,2)	0 (0)	
	une-fois-par-2-mois	14 (2,7)	14 (3,1)	0 (0)	
	Jamais	454 (88,3)	393 (87,1)	61 (96,9)	
<b>AGE</b>		18 [16 ; 23]	18 [16 ; 22]	23 [20 ; 27,5]	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Age début natation en compétition</b>		8 [6 ; 10]	8 [6 ; 10]	10 [7 ; 13]	<b>0,0001</b>
<b>Années d'entraînement quotidien</b>		13 [12 ; 15]	12 [11 ; 14]	18 [16 ; 19]	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Nombre d'heures d'entraînement total /sem</b>		18 [14 ; 22]	20 [14 ; 23]	14 [12 ; 15]	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Nbre d'heures d'entraînement (en piscine) /sem</b>		15 [10 ; 20]	15 [10 ; 20]		<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Nombre d'heures d'entraînement en piscine int</b>		12 [3 ; 17]	12 [3 ; 17]		<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Nombre de kilomètres parcourus /sem</b>		300 [100 ; 400]		300 [100 ; 400]	<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Nombre de kilomètres nagés /sem</b>		40 [20 ; 60]	40 [20 ; 60]		<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Tabac en PA</b>		0,3 [0 ; 2]	0,3 [0 ; 2]		<b>&lt; 0,0001</b>
<b>Mensurations: [Taille (en centimètres)]</b>		175 [169 ; 183]	175 [170 ; 183]	173 [168,5 ; 180]	0,075
<b>Mensurations: [Poids (en kg)]</b>		65 [59 ; 74]	65 [59 ; 74]	63 [59 ; 69]	0,131

\*Données qualitatives exprimées en effectif (n) et %,

\*\*Données quantitatives exprimées en médiane et IC 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> interquartile

## **B. Résultat de l'objectif principal de l'étude**

Dans le groupe « exposés au chlore », 67% des sportifs présentaient des symptômes de pathologies respiratoires hautes (rhinite) et basses (asthme, bronchoconstriction à l'effort) versus 58% des athlètes dans le groupe « contrôle » ( $p=0,12$ ).

289/451 soit 64% sportifs exposés au chlore présentent des symptômes d'asthme ou de bronchoconstriction à l'effort.

36/63 soit 57% des sportifs du groupe contrôle (non exposés au chlore) présentent des symptômes d'asthme ou de bronchoconstriction à l'effort.

Il n'existe pas de différence significative entre les 2 groupes (OR 1,3 ; [0,7 ; 2,3]  $p=0,2$ ) (figure 1).

La figure 2 regroupe la prévalence des différents groupes de symptômes en fonction des sports.

Figure 1 : Flow-chart de l'étude SWIMBREATH

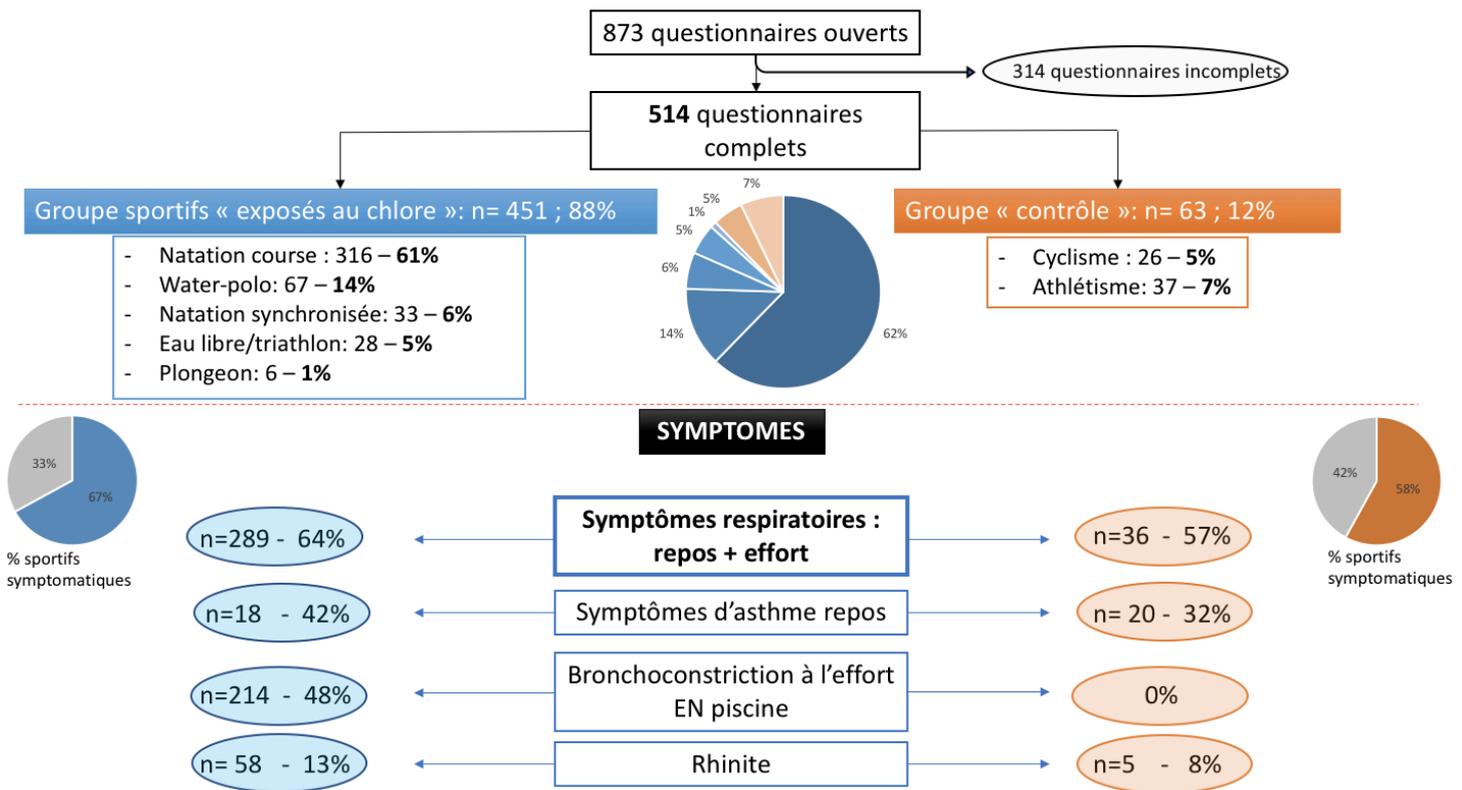
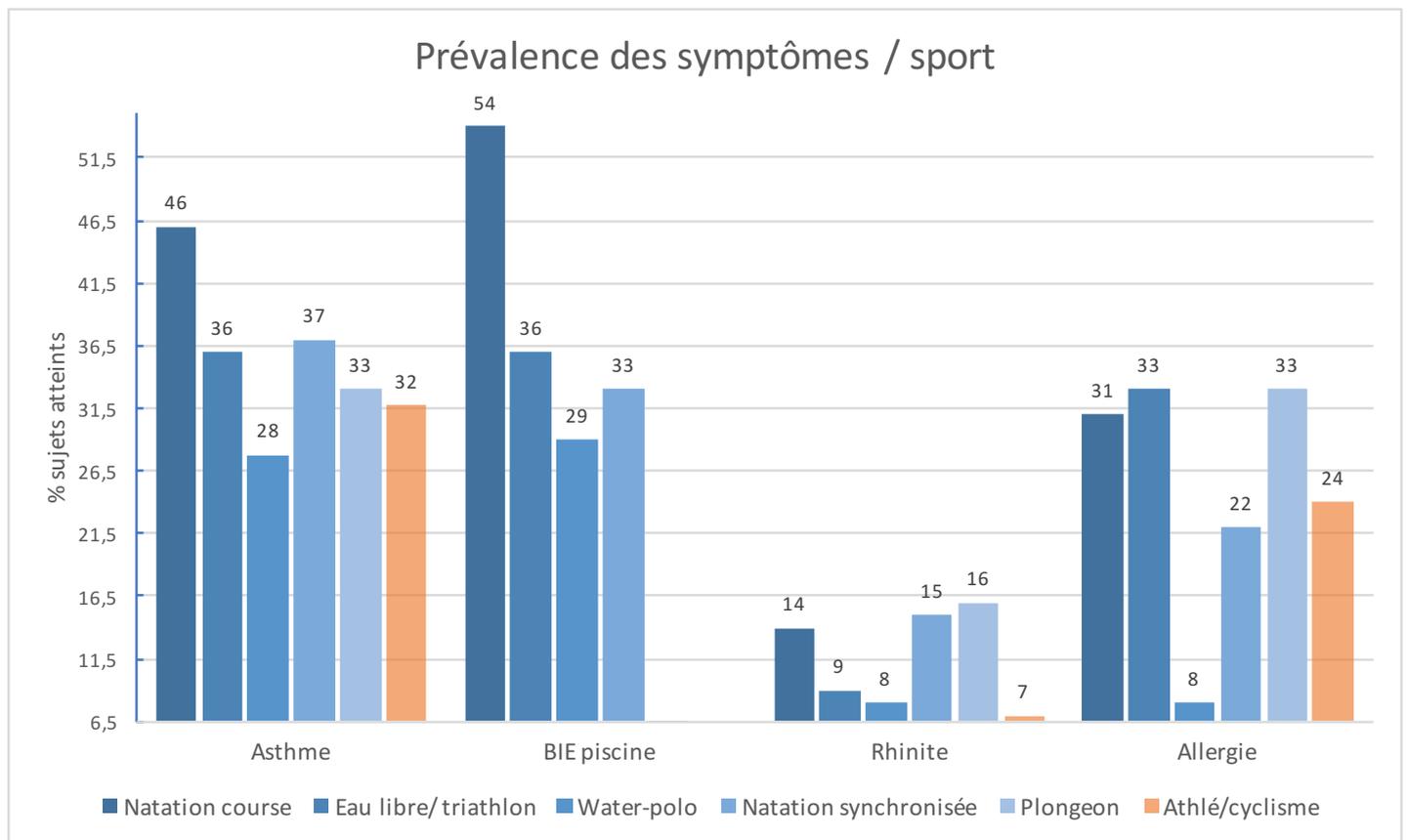


Figure 2 : Prévalence des symptômes d'atteinte respiratoire haute et basse en fonction des sports



## C. Résultats des objectifs secondaires de l'étude

### 1. Prévalence des symptômes respiratoires et leurs facteurs de risque chez les sportifs exposés au chlore

#### a. Symptômes respiratoires survenant au repos et à l'effort

L'analyse de l'ensemble des symptômes respiratoires survenant dans différentes conditions, au repos, à l'effort et quel que soit l'environnement a été effectuée.

Les résultats de l'analyse univariée effectuée sur les 451 sportifs s'entraînant en piscine sont reportés dans le [tableau 2](#).

L'analyse multivariée mettait en évidence 4 facteurs de risque indépendant de présenter des symptômes évocateurs de pathologies bronchiques (tableau 3).

La déclaration d'allergie et de rhinite était associée à une augmentation des symptômes respiratoires évocateurs d'asthme. En effet, chez les sportifs présentant une allergie ou une rhinite, la prévalence des symptômes bronchiques était plus élevée que chez les autres athlètes étudiés, respectivement OR 2,7 ; [1,7 ; 4,5] et OR 2,6 ; [1,2 ; 5,8].

De plus, les hommes étaient moins symptomatiques que les femmes (OR 0,5 ; [0,3 ; 0,7] ;  $p=0,0003$ ). Les pratiquants de natation course présentaient plus de symptômes que les pratiquants d'autres sports aquatiques (OR 2,2 ; [1,4 ; 3,5];  $p=0,0005$ ) (figure 3).

Tableau 2 : analyse univariée : symptômes évocateurs de pathologie bronchique survenant au repos ou à l'effort versus pas de symptômes chez les sportifs exposés aux chloramines.

\*Données qualitatives exprimées en effectif (n) et %

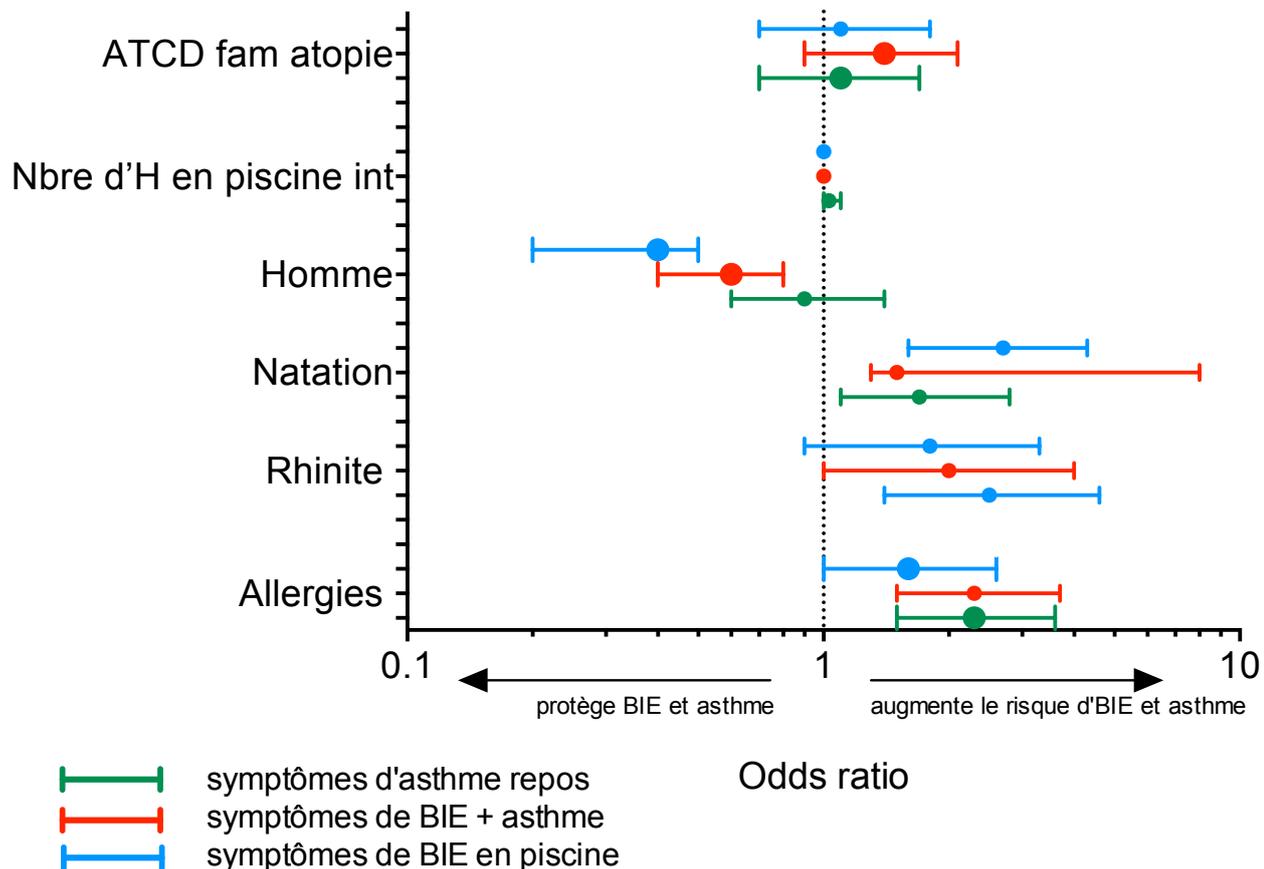
\*\*Données quantitatives exprimées en médiane et IC 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> interquartile

Variable\Statistique	Modalités	Pas de symptômes (n=162)	Symptômes respi (n=289)	p
Symptomes respi	Non			
	Oui			
Groupe	Natation course	101 (62,3)	223 (77,2)	<b>0,001</b>
	Témoin	61 (37,7)	66 (22,8)	
Sexe	Femme	65 (40,1)	164 (56,7)	<b>0,001</b>
	Homme	97 (59,9)	125 (43,3)	
Période d'activité	Arrêt de carrière	17 (10,5)	51 (17,6)	<b>0,042</b>
	En activité	145 (89,5)	238 (82,4)	
Niveau sportif	N1	51 (31,5)	109 (37,7)	<b>0,012</b>
	N2	14 (8,6)	44 (15,2)	
	N3	4 (2,5)	11 (3,8)	
	finaliste-compétition	18 (11,1)	31 (10,7)	
	équipe-france-jeune	57 (35,2)	58 (20,1)	
	équipe-france-senior	18 (11,1)	36 (12,5)	
Sport pratiqué	Natation course	101 (62,3)	223 (77,2)	<b>0,002</b>
	Eau libre/ triathlon	11 (6,8)	22 (7,6)	
	Water-polo	34 (21)	27 (9,3)	
	Natation synchronisée	12 (7,4)	15 (5,2)	
	Plongeon	4 (2,5)	2 (0,7)	
Type de piscine d'entraînement	piscine-int	136 (84)	232 (80,3)	0,334
	piscine-ext	26 (16)	57 (19,7)	
Nombre de personnes dans la piscine à l'entraînement	Moins de 40	122 (75,3)	200 (69,2)	0,169
	Plus de 40	40 (24,7)	89 (30,8)	
Entraînement aux horaires d'ouverture au public	Non	79 (48,8)	134 (46,4)	0,624
	Oui	83 (51,2)	155 (53,6)	
Type de traitement de la piscine	Chlore	157 (96,9)	278 (96,2)	0,338
	Ozone	2 (1,2)	1 (0,3)	
	Ne sais pas	3 (1,9)	10 (3,5)	
Fumez-vous?	Non	158 (97,5)	276 (95,5)	0,278
	Oui	4 (2,5)	13 (4,5)	
ATCD perso atopie	Non	123 (75,9)	181 (62,6)	<b>0,004</b>
	Oui	39 (24,1)	108 (37,4)	
ATCD fam atopie	Non	113 (69,8)	168 (58,1)	<b>0,015</b>
	Oui	49 (30,2)	121 (41,9)	
Allergies	Non	134 (82,7)	178 (61,6)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Oui	28 (17,3)	111 (38,4)	
Rhinite	Non	153 (94,4)	240 (83)	<b>0,001</b>
	Oui	9 (5,6)	49 (17)	
Conjonctivite	Non	152 (93,8)	246 (85,1)	<b>0,006</b>
	Oui	10 (6,2)	43 (14,9)	
Eczéma	Non	152 (93,8)	252 (87,2)	<b>0,03</b>
	Oui	10 (6,2)	37 (12,8)	
AGE		17 [15 ; 22]	18 [16 ; 22]	0,175
Age début compétition		8 [6 ; 10]	8 [6 ; 10]	0,087
Age début sport aquatique		12 [11 ; 14]	12 [11 ; 14]	0,762
Années d'entraînement quot		6 [3 ; 9]	6 [4 ; 9]	0,316
Nbre d'H en piscine /sem		14 [10 ; 19]	16 [10 ; 20]	0,278
Nbre H en piscine intérieure /sem		11,5 [3 ; 16]	12 [3 ; 18]	0,309
Nbre de Km hebdo en piscine		36 [15 ; 60]	45 [23 ; 60]	<b>0,034</b>
Taille (en centimètres)		178 [170 ; 184]	175 [169 ; 183]	0,066
Poids (en kg)		67 [60 ; 75]	64,5 [59 ; 73]	0,248

**Tableau 3 :** Facteurs de risque (OR) des symptômes respiratoires évoquant une atteinte bronchique survenant dans différentes conditions chez les sportifs de haut niveau exposés aux chloramines (analyse multivariée)

	Symptômes respiratoires		Symptômes d'asthme au repos		Symptômes de BIE en piscine	
	OR	IC à 95%	OR	IC à 95%	OR	IC à 95%
<b>Allergies :</b>						
Oui	<b>2,7</b>	<b>[1,7 ; 4,5]</b>	<b>2,3</b>	<b>[1,5 ; 3,6]</b>	<b>1,6</b>	<b>[1,1 ; 2,6]</b>
Non	1		1		1	
<b>Rhinite :</b>						
Oui	<b>2,6</b>	<b>[1,2 ; 5,8]</b>	<b>2,5</b>	<b>[1,4 ; 4,6]</b>	<b>1,8</b>	<b>[0,9 ; 3,3]</b>
Non	1		1		1	
<b>Sport pratiqué :</b>						
Natation course	<b>2,2</b>	<b>[1,4 ; 3,5]</b>	<b>1,7</b>	<b>[1,1 ; 2,8]</b>	<b>2,7</b>	<b>[1,6 ; 4,3]</b>
Autres sports aquatiques	1		1		1	
<b>Heures d'entraînement hebdomadaire EN PISCINE INTERIEURE</b>						
	1,00	[1 ; 1]	1,03	[1 ; 1,1]	1	[1 ; 1]
<b>ATCD fam atopie :</b>						
Oui	1,3	[0,8 ; 2]	1,1	[0,7 ; 1,7]	1,1	[0,7 ; 1,8]
Non	1		1		1	
<b>Sexe :</b>						
Homme	<b>0,5</b>	<b>[0,3 ; 0,7]</b>	0,9	[0,6 ; 1,4]	<b>0,4</b>	<b>[0,2 ; 0,5]</b>
Femme	1		1		1	

**Figure 3 :** Facteurs de risques de symptômes respiratoires chez les sportifs exposés au chloramines (analyse multivariée)



b. Symptômes d'asthme survenant au repos et leurs facteurs de risque chez les sportifs exposés au chlore

La prévalence des symptômes d'asthme de repos chez les athlètes pratiquant un sport aquatique était de 42% (n=189). Il n'a pas été mis en évidence de différence significative par rapport au groupe contrôle: 32% (n=20) (p=0,12). Cependant, lorsqu'on analysait la prévalence en sous-groupe selon la discipline pratiquée, on pouvait observer que la prévalence des symptômes d'asthme était significativement plus élevée chez les pratiquants de natation course : 149 sportifs soit 46% (p=0,05).

L'analyse univariée effectuée chez les 451 sportifs s'entraînant en piscine et donc exposés aux chlores a permis de retrouver des facteurs de risque intrinsèques d'apparition de symptômes d'asthme : les antécédents d'atopie personnelle (p<0,0002) et familiale (p=0,04), les antécédents d'allergies (p < 0,0001) ou de rhinite (p < 0,0001) (tableau 4).

En analyse multivariée, 2 facteurs de risque étaient identifiés :

- un antécédent d'allergie (OR 2,3 [1,5 ; 3,6] ; p=0,0001)
- un antécédent de rhinite (OR 2,5 [1,4 ; 4,6] ; p=0,003).

D'autre part, des facteurs de risque extrinsèques spécifiques à notre population étaient identifiés en analyse univariée tels que :

- la pratique de la natation course par rapport aux autres sports aquatiques (p=0,01)
- le nombre élevé de personnes présentes dans l'eau lors des entraînements (p= 0,04)
- le nombre élevé d'heures d'entraînement en piscine intérieure (p=0,04)
- l'arrêt de carrière (p= 0,03).

D'après l'analyse multi-variée, seule la pratique de la natation course présentait significativement un sur-risque de symptômes d'asthme par rapport aux autres sports aquatiques (OR 1,7 [1,1 ; 2,8] ; p=0,025). Un nombre élevé d'heures d'entraînement en piscine intérieure semblait lié à un sur-risque de présenter des symptômes d'asthme même si les résultats n'étaient pas statistiquement significatifs (OR 1,1 [1 ; 1,1] ; p=0,05) (figure 3).

Seulement 14% des sportifs interrogés consommaient un traitement inhalé (bronchodilatateurs, corticoïdes inhalés, association fixe). Les sportifs exposés aux chloramines ne consommaient pas plus de traitements inhalés que le groupe contrôle (68/451 vs 5/63, p=0,13).

Tableau 4 : analyse univariée : groupes « symptômes d'asthme de repos » versus « pas de symptômes d'asthme » chez les sportifs exposés aux chloramines

\*Données qualitatives exprimées en effectif (n) et %,

\*\*Données quantitatives exprimées en médiane et IC 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> interquartile

Variable\Statistique	Modalités	Symptômes d'asthme repos (n=190)	Pas de symptômes d'asthme (n=261)	p
Symptômes d'asthme	Asthmatique	190 (42,1)		
	RAS	261 (57,9)		
Groupe	Cas	149 (78,4)	175 (67,3)	<b>0,01</b>
	Témoin	41 (21,6)	86 (33,1)	
Sexe	Femme	98 (51,6)	131 (50,4)	0,77
	Homme	92 (48,4)	130 (50)	
Période d'activité	Arrêt de carrière	37 (19,5)	31 (11,9)	<b>0,03</b>
	En activité	153 (80,5)	230 (88,5)	
Niveau sportif	N1	67 (35,3)	93 (35,8)	0,18
	N2	31 (16,3)	27 (10,4)	
	N3	7 (3,7)	8 (3,1)	
	finaliste-compétition	23 (12,1)	26 (10)	
	équipe-france-jeune	38 (20)	77 (29,6)	
	équipe-france-senior	24 (12,6)	30 (11,5)	
Sport pratiqué	Natation course	149 (78,4)	175 (67,3)	0,09
	Eau libre/ triathlon	12 (6,3)	21 (8,1)	
	Water-polo	17 (8,9)	44 (16,9)	
	Natation synchronisée	10 (5,3)	17 (6,5)	
	Plongeon	2 (1,1)	4 (1,5)	
Type de piscine d'entraînement	piscine-int	157 (82,6)	206 (79,2)	0,61
	piscine-ext	31 (16,3)	52 (20)	
	piscine-int-et-ext	2 (1,1)	3 (1,2)	
Nombre de personnes dans la piscine à l'entraînement	Moins de 40	126 (66,3)	196 (75,4)	<b>0,04</b>
	Plus de 40	64 (33,7)	65 (25)	
Entraînement aux horaires d'ouverture au public	Non	81 (42,6)	132 (50,8)	0,10
	Oui	109 (57,4)	129 (49,6)	
Type de traitement de la piscine	Chlore	182 (95,8)	253 (97,3)	
	Ozone	7 (3,7)	6 (2,3)	
	Ne sais pas	1 (0,5)	2 (0,8)	
Fumez-vous?	Non	181 (95,3)	253 (97,3)	0,36
	Oui	9 (4,7)	8 (3,1)	
ATCD perso atopie	Non	110 (57,9)	194 (74,6)	<b>0,0002</b>
	Oui	80 (42,1)	67 (25,8)	
ATCD fam atopie	Non	108 (56,8)	173 (66,5)	<b>0,04</b>
	Oui	82 (43,2)	88 (33,8)	
Allergies	Non	109 (57,4)	203 (78,1)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Oui	81 (42,6)	58 (22,3)	
Rhinite	Non	152 (80)	241 (92,7)	<b>0,0001</b>
	Oui	38 (20)	20 (7,7)	
Conjonctivite	Non	161 (84,7)	237 (91,2)	<b>0,05</b>
	Oui	29 (15,3)	24 (9,2)	
Eczéma	Non	160 (84,2)	244 (93,8)	<b>0,001</b>
	Oui	30 (15,8)	17 (6,5)	
AGE		18 [16 ; 23]	18 [15 ; 22]	0,06
Age début compétition		8 [7 ; 10]	8 [6 ; 10]	0,27
Age début sport aquatique		13 [11 ; 14]	12 [11 ; 14]	0,23
Années d'entraînement quot		5,5 [4 ; 11]	6 [3 ; 9]	0,53
Nbre d'H d'entraînement total /sem		20 [14 ; 24]	20 [14 ; 23]	0,52
Nbre d'H en piscine /sem		16 [10 ; 20]	15 [10 ; 19]	0,17
Nbre H en piscine intérieure /sem		12 [5 ; 18]	11 [2 ; 16]	<b>0,04</b>
Nbre de Km hebdo en piscine		45 [22 ; 60]	40 [15 ; 60]	0,14
Tabac en PA		0,5 [0 ; 2]	0,2 [0 ; 1]	0,19
Taille (en centimètres)		177 [170 ; 183]	175 [169 ; 182]	0,08
Poids (en kg)		65 [60 ; 75]	65 [59 ; 74]	0,34

c. Symptômes de bronchoconstriction induite par l'exercice (BIE) survenant spécifiquement en piscine

La prévalence des symptômes de bronchoconstriction à l'effort survenant spécifiquement en piscine (tous sports aquatiques confondus) était de 47,5% (214/451).

En analyse univariée, de nombreux facteurs étaient significativement liés à la BIE en piscine tel que : le sport pratiqué (sur-risque pour la natation par rapport aux autres sports), le niveau sportif, la présence d'un terrain atopique et d'allergies, le sexe (les femmes étaient plus symptomatiques que les hommes), le kilométrage hebdomadaire élevé (tableau 5.).

De plus, un nombre élevé d'heures d'entraînement en piscine intérieure semblait lié à la survenue de symptômes de BIE en piscine même si cette tendance n'était pas statistiquement significative (BIE 12h/semaine [4 ; 18] ; pas de BIE 10,5h/semaine [3 ; 16] ;  $p=0,06$ ).

Après régression logistique et analyse multivariée les facteurs de risque de BIE en piscine retrouvés étaient :

- La pratique de la natation course par rapport aux autres sports aquatiques (OR 2,6 [1,6 ; 4,3] ;  $p<0,001$ )
- L'antécédent d'allergie (OR 1,7 [1 ; 2,6] ;  $p= 0,03$ )
- Le sexe féminin (OR 1,6 [1,4 ; 1,8] ;  $p<0,001$ )

Dans la population spécifique des pratiquants de « natation course » les mêmes facteurs de risque étaient retrouvés. La présence d'une rhinite était associée à un sur-risque de bronchoconstriction à l'effort en piscine (OR 2,3 [1,1 ; 5] ;  $p= 0,03$ ). Les nageurs ayant un niveau d'équipe de France-jeune semblaient moins symptomatiques que les nageurs de niveau national 1 (OR 0,4 ; [0,2 ; 0,8] ;  $p=0,007$ ) (figure 3).

Tableau 5 : analyse univariée : groupes « symptômes de BIE en piscine » versus « pas de symptômes de BIE en piscine » chez les sportifs exposés aux chloramines.

Variable\Statistique	Modalités	BIE piscine (n= 214)	Pas d'BIE en piscine (n=237)	p
Sexe	Femme	134 (62,6)	95 (40,1)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Homme	80 (37,4)	142 (59,9)	
Période d'activité	Arrêt de carrière	44 (20,6)	24 (10,1)	<b>0,002</b>
	En activité	170 (79,4)	213 (89,9)	
Niveau sportif	N1	81 (37,9)	79 (33,3)	<b>0,005</b>
	N2	37 (17,3)	21 (8,9)	
	N3	6 (2,8)	9 (3,8)	
	finaliste-compétition	22 (10,3)	27 (11,4)	
	équipe-france-jeune	39 (18,2)	76 (32,1)	
	équipe-france-senior	29 (13,6)	25 (10,5)	
Sport pratiqué en compétition	Natation course	174 (81,3)	149 (62,9)	<b>0,0002</b>
	Eau libre/ triathlon	12 (5,6)	21 (8,9)	
	Water-polo	18 (8,4)	43 (18,1)	
	Natation synchronisée	9 (4,2)	18 (7,6)	
	Plongeon	0 (0)	6 (2,5)	
Type de piscine d'entrainement	piscine-int	176 (82,2)	189 (79,7)	0,72
	piscine-ext	38 (17,8)	45 (19)	
Nombre de personnes dans la piscine à l'entrainement	<40	144 (67,3)	178 (75,1)	0,07
	>40	70 (32,7)	59 (24,9)	
Entrainement aux horaires d'ouverture au public	Non	114 (53,3)	124 (52,3)	0,84
	Oui	100 (46,7)	113 (47,7)	
Type de traitement de la piscine	Chlore	205 (95,8)	230 (97)	0,11
	Ozone	9 (4,2)	4 (1,7)	
	N/D	0 (0)	2 (0,8)	
Fumez-vous?	Oui	7 (3,3)	10 (4,2)	0,60
	Non	207 (96,7)	227 (95,8)	
ATCD perso atopie	Oui	84 (39,3)	63 (26,6)	<b>0,004</b>
	Non	130 (60,7)	174 (73,4)	
ATCD fam atopie	Oui	89 (41,6)	81 (34,2)	
	Non	125 (58,4)	156 (65,8)	
Allergies	Oui	81 (37,9)	58 (24,5)	<b>0,002</b>
	Non	133 (62,1)	179 (75,5)	
Rhinite	Oui	37 (17,3)	21 (8,9)	<b>0,01</b>
	Non	177 (82,7)	216 (91,1)	
AGE		18 [16 ; 22]	18 [16 ; 23]	0,50
Années d'entrainement quotidien		5,5 [3 ; 10]	6 [3 ; 10,5]	0,99
Nombre d'heures d'entrainement total /sem		15 [20 ; 24]	14 [20 ; 23]	0,28
Nombre d'heures d'entraînement		12 [4 ; 18]	10,5 [3 ; 16]	0,06
EN PISCINE INTERIEURE /sem				
Nombre de kilomètres nagés /sem		49,5 [27; 60]	36 [15 ; 60]	<b>0,004</b>

\*Données qualitatives exprimées en effectif (n) et %

\*\*Données quantitatives exprimées en médiane et IC 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> interquartile

## 2. Conditions de survenue et retentissement de la bronchoconstriction à l'effort

### a. Bronchoconstriction à l'effort et type de piscine

Parmi les 289 sportifs symptomatiques du groupe « exposés au chlore », 148 (51%) des athlètes présentaient des symptômes respiratoires à la fois lors des entraînements en piscine mais aussi dans d'autres conditions (repos, effort hors piscine), alors que 66 (23%) athlètes reportaient des symptômes uniquement en piscine.

De plus, les symptômes respiratoires en condition d'exposition aux chloramines ne survenaient qu'en piscine intérieure pour 76 sportifs (26%).

Enfin, 80% des sportifs s'entraînant quotidiennement en piscine déclaraient mieux respirer en piscine extérieure qu'en piscine intérieure.

### b. Bronchoconstriction à l'effort et intensité de l'exercice

Nous nous sommes intéressés au type d'effort responsable de l'apparition de symptômes de BIE.

Les symptômes apparaissent pour des efforts sub-maximaux chez respectivement 76% (202/264) et 88% (23/26) des sportifs exposés et non exposés au chlore ( $p=0,20$ ).

La prévalence des symptômes de BIE survenant pour des efforts modérés était plus importante chez sportifs exposés aux chloramines ( $p=0,003$ ).

### c. Retentissement de symptômes de bronchoconstriction à l'exercice

115 sportifs soit 22% de la population étudiée disent présenter des symptômes de BIE empêchant la poursuite de leur effort.

Cette limitation à l'effort était plus fréquemment décrite chez les sportifs exposés au chlore ( $n=110$ , 24%) que chez ceux non exposés au chlore ( $n=5$ , 8%) ( $p=0,003$ ).

#### d. Evolution des symptômes de bronchoconstriction à l'effort

Les symptômes de BIE étaient résolutifs chez 63% des sportifs à l'arrêt de l'entraînement notamment en période de vacances. Il n'a pas été mis en évidence de différence entre les athlètes exposés ou non exposés aux chloramines.

### 3. Rhinite allergique et facteurs de risque

12% des sportifs interrogés présentaient une rhinite allergique. On n'a pas retrouvé de différence de prévalence en fonction des sports pratiqués.

Chez les 451 sportifs s'entraînant en piscine, plusieurs caractères semblaient associés à la rhinite en analyse univariée ([tableau 6](#)) : l'atopie familiale ou personnelle, les antécédents d'allergies, le nombre élevé de personnes présents dans la piscine à l'entraînement ( $p=0,003$ ), le fait de s'entraîner à des horaires d'ouverture au public ( $p=0,01$ ), de nombreuses heures d'entraînement en piscine ( $p=0,04$ ).

En analyse multivariée, la prévalence de la rhinite était significativement plus élevée chez les sportifs s'entraînant à des heures d'ouverture au public (OR 2,2 [1,1 ; 4,4] ;  $p= 0,03$ ).

### 4. Suivi des sportifs

Concernant le suivi médical des sportifs : 94% (483/514) des sujets étudiés avaient déjà consulté un médecin du sport, 67% (343/514) un cardiologue et seulement 24% (124/514) un pneumologue.

325 sportifs de la cohorte soit 63% présentaient des symptômes d'asthme ou de bronchoconstriction à l'effort, parmi eux seulement 58% (189/325) avaient déjà effectué des EFR.

Tableau 6 : analyse univariée des groupes « rhinite » versus « pas de rhinite ».

Variable\Statistique	Modalités	Pas de rhinite (n=393)	Rhinite (n= 58)	p
Groupe	Natation	279 (71)	45 (77,6)	0,30
	Exposés chlore	114 (29)	13 (22,4)	
Sexe	Femme	198 (50,4)	31 (53,4)	0,66
	Homme	195 (49,6)	27 (46,6)	
Période d'activité	Arrêt de carrière	51 (13)	17 (29,3)	<b>0,001</b>
	En activité	342 (87)	41 (70,7)	
Niveau sportif	N1	136 (34,6)	24 (41,4)	0,60
	N2	54 (13,7)	4 (6,9)	
	N3	12 (3,1)	3 (5,2)	
	finaliste-compétition	43 (10,9)	6 (10,3)	
	équipe-france-jeune	102 (26)	13 (22,4)	
	équipe-france-senior	46 (11,7)	8 (13,8)	
Sport pratiqué en compétition	Natation course	279 (71)	45 (77,6)	0,72
	Eau libre/ triathlon	30 (7,6)	3 (5,2)	
	Water-polo	56 (14,2)	5 (8,6)	
	Natation synchronisée	23 (5,9)	4 (6,9)	
	Plongeon	5 (1,3)	1 (1,7)	
Type de piscine d'entraînement	piscine-int	319 (81,2)	49 (84,5)	0,54
	piscine-ext	74 (18,8)	9 (15,5)	
Nombre de personnes dans la piscine à l'entraînement	<40	290 (73,8)	32 (55,2)	<b>0,003</b>
	>40	103 (26,2)	26 (44,8)	
Entraînement aux horaires d'ouverture au public	Non	195 (49,6)	18 (31)	<b>0,01</b>
	Oui	198 (50,4)	40 (69)	
Type de traitement de la piscine	Chlore	377 (95,9)	58 (100)	0,29
	Ozone	13 (3,3)	0 (0)	
	Ne sait pas	3 (0,8)	0 (0)	
Fumez-vous?	Non	377 (95,9)	57 (98,3)	0,38
	Oui	16 (4,1)	1 (1,7)	
ATCD perso atopie	Non	299 (76,1)	5 (8,6)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Oui	94 (23,9)	53 (91,4)	
ATCD fam atopie	Non	260 (66,2)	21 (36,2)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Oui	133 (33,8)	37 (63,8)	
Allergies	Non	286 (72,8)	26 (44,8)	<b>&lt; 0,0001</b>
	Oui	107 (27,2)	32 (55,2)	
Conjonctivite	Non	349 (88,8)	49 (84,5)	0,34
	Oui	44 (11,2)	9 (15,5)	
Eczéma	Non	357 (90,8)	47 (81)	<b>0,02</b>
	Oui	36 (9,2)	11 (19)	
AGE		18 [16 ; 22]	18,5 [16 ; 24]	0,12
Années d'entraînement quot		6 [3 ; 9]	5,5 [4 ; 10]	0,72
Nombres d'heures d'entraînement total/sem		20 [14 ; 23]	20 [15 ; 24]	0,36
Nombre d'heures d'entraînement en piscine/sem		15 [10 ; 19]	17 [12 ; 22]	<b>0,04</b>
Nombre de kilomètres nagés /sem		40 [20 ; 60]	50 [27 ; 70]	0,07

\*Données qualitatives exprimées en effectif (n) et %

\*\*Données quantitatives exprimées en médiane et IC 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> interquartile

## IV. Discussion

### A. Prévalence des symptômes respiratoires chez les sportifs exposés au chlore

Cette étude a permis d'analyser les symptômes respiratoires dans un effectif conséquent de nageurs de haut niveau français (environ 50% des nageurs présents sur les listes ministérielles de haut niveau).

La prévalence des symptômes d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort est plus importante chez les athlètes pratiquant la « natation-course ». La prévalence de la rhinite allergique était comparable chez les sportifs exposés et non exposés au chlore.

Ces résultats sont comparables à ceux retrouvés dans la littérature. Dans l'étude de Helenius portant sur 162 sportifs (49 sprinters ou sportifs de puissance, 71 coureurs de fond et 42 nageurs) comparés à 45 témoins, un asthme était présent chez 14 % des sportifs et 2 % des témoins. Le risque d'asthme était 2 à 4 fois plus élevé chez les nageurs (OR = 10,8 ; IC95 % : 1,10-106,0) que chez les sprinters (OR = 5,49 ; IC95 % : 0,56-53,7) ou coureurs de fond (OR = 2,88 ; IC95 % : 0,30-27,7) (23).

De même, l'étude de Mountjoy (20) mettait en évidence dans un groupe de sportifs participant aux jeux Olympiques une prévalence plus élevée d'asthme chez les nageurs comparé aux autres sports aquatiques. Dans cette étude, le diagnostic de BIE ou d'asthme était posé en fonction de l'existence d'une prescription d'B2 mimétiques pour chaque sportif. Dans ce groupe de sportifs de très haut niveau, la durée d'entraînement des sportifs était considérée comparable. L'hypothèse avancée par l'auteur était que l'importance des exercices aérobies nécessitant un travail d'hyperventilation prolongée jouait un rôle dans l'apparition d'asthme ou de BIE.

Nos résultats corroborent cette hypothèse : en effet, dans notre étude les pratiquants de natation-course étaient plus symptomatiques que les autres sportifs aquatiques notamment pendant les efforts en piscine alors que la durée d'entraînement hebdomadaire des différents groupes de sportifs était comparable.

Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative de prévalence de symptômes évocateurs de pathologie bronchique (asthme ou bronchoconstriction à l'exercice) entre les sportifs exposés et non exposés aux chloramines.

Ceci peut s'expliquer par le faible effectif de sportifs dans le groupe dit « contrôle ». De plus, les deux groupes ne sont pas comparables notamment en termes d'âge, un appariement par l'âge et le sexe en 1/1 aurait été souhaitable si l'effectif du groupe contrôle avait été plus conséquent. Le taux faible de réponse de ce groupe est en parti expliqué par la période estivale de diffusion du questionnaire au sein de l'INSEP, période de repos sportif pour de nombreux athlètes. Enfin, ce groupe est constitué d'une majorité de cyclistes. Or, il a été décrit chez les cyclistes un taux d'asthme supérieur à celui de l'ensemble des sportifs de haut niveau sur une population d'athlètes participants aux Jeux Olympiques d'Eté (20). Un groupe contrôle plus important et plus hétérogène en termes d'activité sportive aurait possiblement permis de mettre en évidence une significativité statistique de notre critère de jugement principal.

## **B. Mode de diagnostic utilisé**

Dans notre étude, la prévalence des symptômes d'asthme ou de bronchoconstriction induite par l'effort était établie par les données anamnestiques tout comme les études épidémiologiques internationales sur l'asthme (21). Nous avons fait le choix d'un auto-questionnaire informatisé présentant l'avantage d'être facilement diffusable même à l'échelle nationale et ainsi d'élargir la population à étude. Des questions à choix multiples et fermées ont permis une exhaustivité du recueil de données.

Une des limites de cette étude est l'absence de confirmation du diagnostic d'asthme par explorations fonctionnelles respiratoires (spirométrie avec test de réversibilité) ou de bronchoconstriction à l'exercice par la réalisation d'un test à la métacholine, épreuve d'effort, ou test d'hyperventilation eupnéique validé par le CIO (24, 25, 26).

Devant des symptômes à type de toux, de dyspnée, de gêne respiratoire, d'oppression thoracique ou de sibilants survenant au pic d'un effort, d'autres diagnostics peuvent être évoqués. Les principaux diagnostics différentiels sont l'obstruction laryngée, les pathologies cardiaques, le surentrainement ou encore l'irritation due aux chloramines sans BIE (27).

Il a été démontré chez des skieurs de fonds que certains athlètes asymptomatiques présentent une bronchoconstriction à l'exercice, alors que d'autres sportifs peuvent présenter des symptômes respiratoires sans BIE (28, 29, 30).

Nous avons montré que plus de 60% des sportifs de notre étude s'entraînant en piscine étaient symptomatiques. Le recueil anamnestique peut expliquer un taux d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort plus élevé que dans les études déjà publiées. En effet, la prévalence de l'asthme en France est estimée à 7,6% (31). De plus Agabiti N. et Bernard A. retrouvaient 11 à 29% de prévalence d'asthme et de bronchoconstriction à l'exercice chez les nageurs de compétition (32, 33, 34). Cependant, les populations de ces travaux sont peu comparables avec notre cohorte. Le taux d'exposition aux chloramines dans ces études était moindre : en effet, l'étude de Bernard A. incluait des grands enfants pratiquant la natation en loisir seulement 2 à 3 fois par semaine. Ceci renforce l'hypothèse de l'existence d'une relation dose-effet entre exposition aux chloramines et asthme/BIE.

Le taux de rhinite rapporté dans notre étude est 12%. Il est bien plus bas que le taux de rhinite dans la population générale (entre 20 à 25%). Cela peut s'expliquer par le mode de diagnostic utilisé. En effet, cette pathologie était identifiée si les athlètes répondaient oui à la question « avez-vous de la rhinite ? ». Une question plus explicite sur les symptômes évocateurs de rhinite aurait certainement permis une meilleure sélection des sujets atteints.

### **C. Facteurs de risques intrinsèques des symptômes respiratoires chez les exposés au chloramines**

Les facteurs de risque intrinsèques identifiés dans notre étude comme le terrain atopique et/ou les allergies ont déjà été décrits chez les nageurs (35). Privinen a étudié les symptômes respiratoires de 200 nageurs finlandais de haut niveau. Dans cette étude, 100% des nageurs diagnostiqués asthmatiques rapportaient des antécédents familiaux d'asthme et 28 des 32 sportifs asthmatiques présentaient des allergies.

Les symptômes respiratoires surviennent pour la grande majorité des athlètes pour des efforts de très haute intensité. Cependant, comme l'a décrit Privinen, certains sportifs exposés aux chloramines sont symptomatiques à l'effort alors même que l'intensité est modérée. Ce constat impliquerait que les mécanismes d'apparition des symptômes d'asthme en piscine est différent du model typique de bronchoconstriction à l'effort initialement décrit (35, 36, 37).

## **D. Facteurs de risques environnementaux des symptômes respiratoires chez les exposés aux chloramines**

Nous avons mis en évidence des facteurs de risque spécifiques de symptômes d'asthme ou de bronchoconstriction à l'effort en piscine tels que le sexe féminin et la pratique de la natation course.

La prévalence de l'asthme en population générale est plus importante pour le sexe féminin. Contrairement à notre étude, ce dernier n'a pas été retenu comme facteur de risque dans l'étude de Montjoy qui mettait en évidence une prévalence d'asthme équivalente chez les sportifs ou sportives de haut niveau exposés aux chloramines (20).

D'autres facteurs tels que le niveau sportif et le nombre d'heures d'entraînement par semaine en piscine représentent un sur risque en analyse univariée. Cependant, ces facteurs ne sont pas retrouvés en analyse multivariée.

Le nombre d'heures d'entraînement élevé en piscine intérieure n'apparaît pas comme un facteur de risque d'asthme dans la population des sportifs exposés aux chloramines. L'influence de cette variable est probablement minorée par l'homogénéité de la population étudiée. En témoigne les écarts types très faibles dans les résultats.

En effet, la durée d'entraînement hebdomadaire en piscine intérieure est globalement comparable pour tous les sportifs étudiés. Les critères d'inclusion choisis ont permis une sélection de sportifs de haut niveau s'entraînant tous entre 16 et 20h par semaine.

La même étude effectuée dans une population plus hétérogène, comportant des sportifs de haut niveau et de sportifs de niveau loisir, s'entraînant seulement 5 à 6 fois par semaine apporterait probablement des informations plus pertinentes sur l'impact du nombre d'heures d'entraînement sur la survenue de symptômes respiratoires.

De plus, l'exposition en piscine intérieure semble importante dans la survenue de symptômes respiratoires. En effet, 80% des sportifs disent mieux respirer en piscine intérieure, certains d'entre eux sont même symptomatiques uniquement en piscine intérieure. Aucune comparaison directe du taux de bronchoconstriction induite par l'exercice en piscine intérieure ou extérieure n'a été publiée mais la concentration de chloramines en bassin extérieur semble plus faible qu'à l'intérieur du fait de l'aération (12).

Dans notre étude le nombre d'années d'entraînement et l'âge correspondant au temps total d'exposition aux chloramines n'influencent pas la survenue des symptômes respiratoires

d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort. Comme nous l'avons expliqué précédemment, cet effet est peut-être minimisé par notre population très homogène en termes d'âge, comprenant des sportifs ayant un âge médian de 18 ans avec des interquartiles très proches.

Nous nous sommes également intéressés aux facteurs environnementaux pouvant influencer la concentration de chloramines dans l'air tel que le nombre de personnes dans la piscine. Un nombre élevé de personnes dans la piscine à l'entraînement semble influencer les symptômes d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort même si son impact seul n'est pas significatif.

Le fait de s'entraîner à des horaires d'ouverture au public n'apparaît pas comme un facteur de risque d'asthme ou de BIE dans notre étude mais est associé à un sur-risque de développer une rhinite. Ce sur-risque est probablement lié à l'augmentation de la production de chloramines dans l'air comme l'a décrit Florentin A. en 2011 (38). Cet auteur démontre que les substances apportées par les nageurs, matière organique ou chimique, déposées à la surface de la peau mais aussi les sécrétions humaines comme la transpiration, l'urine, les cheveux, la salive, les particules cutanées proportionnelles au nombre de personnes présentes dans le bassin, sont la première source de production des chloramines.

Cette concentration de produits de dégradation de chlore est tout de même mieux contrôlée en France depuis quelques années avec les mesures de prévention mises en place telles que la douche et le bonnet de bain obligatoires. Cela minimise l'effet du nombre de nageurs dans la piscine sur l'évolution du taux de chloramines mesuré dans l'air ambiant.

## **E. Evolution des symptômes de BIE en piscine**

Dans notre étude, nous avons pu mettre en évidence une nette diminution des symptômes de BIE après l'arrêt de l'entraînement mais une proportion non négligeable de sportifs restent symptomatiques en période de vacances sportives. Ces résultats sont concordants avec les données de la littérature (28).

A ce jour, peu d'informations sont disponibles concernant l'évolution de l'atteinte bronchique, de la fonction respiratoire et des pathologies allergiques à long terme chez les nageurs.

La bronchoconstriction à l'effort met en jeu de nombreux mécanismes cellulaires mais aussi des modifications d'expression génique dont l'évolution est peu connue (39, 40, 41, 42).

Seul Helenius a étudié l'évolution des symptômes respiratoires de 26 nageurs de haut niveau finlandais en arrêt de carrière. Le taux de bronchoconstriction à l'effort chez les sportifs passait de 31% au moment de l'arrêt de carrière à 12% à 5ans de suivi (18).

Dans notre étude, les sportifs en arrêt de carrière présentaient au moins autant d'asthme et de bronchoconstriction à l'effort que les sportifs en activité. Cette tendance non attendue est très certainement due au mode de sélection des sujets, basé sur le volontariat. On peut imaginer que parmi les sportifs en arrêt de carrière, seul les athlètes les plus symptomatiques et concernés ont répondu au questionnaire, en témoigne d'ailleurs le faible taux de réponse des sportifs retraités (43).

Des études supplémentaires sont nécessaires pour étudier l'évolution au long cours de la fonction respiratoire de ces sportifs de haut niveau. Nous pouvons néanmoins imaginer que les sportifs restant symptomatiques à l'arrêt de l'entraînement ou à l'arrêt de leur carrière présentent des lésions bronchiques persistantes impliquées dans la genèse d'une pathologie asthmatique.

## **F. Suivi médical des athlètes pratiquant un sport aquatique**

Notre étude en concordance avec la littérature médicale a mis en évidence que les sportifs de haut niveau s'entraînant en piscine et notamment les nageurs, sont à risque de développer des pathologies respiratoires tel que de l'asthme, une bronchoconstriction à l'effort ainsi que des pathologies allergiques comme la rhinite.

Pourtant dans notre cohorte, seul un faible effectif de sportifs étudiés avait déjà consulté un pneumologue.

Ces observations interrogent sur la mise en place d'un suivi pneumologique systématique des sportifs de haut niveau s'entraînant en piscine tout comme le prône les recommandations de la société américaine de pneumologie de 2013 (44, 45, 46, 47, 48, 49, 50)

Le diagnostic de bronchoconstriction à l'effort implique une prise en charge spécifique. En effet, il autorise en première intention la prescription de bronchodilatateurs de courte durée d'action 15 minutes avant chaque entraînement ainsi qu'à la demande. En cas d'échec de ce traitement, une corticothérapie inhalée en traitement de fond peut être introduite (44).

A ce jour, aucune étude randomisée contrôlée ou de large cohorte observationnelle n'évalue l'efficacité d'un programme de dépistage de la bronchoconstriction induite par l'exercice en termes de bénéfice sur la santé des athlètes et sur leurs performances sportives

(44). Ces études semblent difficiles à mener (52).

Il a été montré dans une seule étude que le fait de consommer des B2-mimétiques dans le cadre d'une bronchoconstriction induite par l'exercice ou d'un asthme n'est pas en soit un frein à la performance. Fitch a montré chez les nageurs ayant participé aux Jeux Olympiques de Pékin en 2008 que 19,3% d'entre eux avaient une prescription de B2-mimétiques. Ces athlètes ont remporté à eux seuls 32,9% des médailles olympiques (51). Dans notre étude, un nombre non négligeable de sportifs exposés au chlore (24%) se plaint d'une limitation à l'effort du fait de symptômes respiratoires, bien que cette observation ne nous permette pas de préjuger de leur impact en termes de performance sportive.

La question qui se pose: La BIE du nageur est-elle un phénomène protecteur et donc potentiellement bénéfique sur la performance ? Ou peut-elle altérer la performance sportive chez les athlètes de haut niveau ?

## V. Conclusion

Asthme et bronchoconstriction à l'effort sont plus fréquents chez les pratiquant de natation-course, comparé aux sportifs non exposés au chlore et autres sportifs s'entraînant en piscine. Les facteurs de risques liés à ces pathologies sont les antécédents d'atopie familiale et les comorbidités de type rhinite et allergie. Les femmes sont plus symptomatiques que les hommes. Enfin, un nombre d'heures élevé d'entraînement en piscine intérieure semblerait augmenter la prévalence de ces pathologies. Nos résultats renforcent l'hypothèse physiopathologique que l'atteinte respiratoire bronchique des nageurs de haut niveau est influencée par les facteurs de risque classiques d'asthme mais aussi par l'exposition aux chloramines de manière intense associée à des efforts aérobies prolongés.

Les résultats de notre étude incitent à développer un suivi pneumologique et allergologique rapproché chez les pratiquants de sports aquatiques de haut niveau notamment chez les nageurs, même si à ce jour son intérêt en termes de performance et de bénéfice sur la santé n'est pas clairement démontré.

D'autres études sont nécessaires pour étudier l'évolution de l'atteinte respiratoire des nageurs de haut niveau et l'intérêt d'un dépistage systématique des pathologies bronchiques dans cette population.

## VI. Références bibliographiques

1. Fitch KD. Management of allergic olympic athletes. *J Allergy Clin Immunol* 1984; 73: 722-727.
2. Pierson WE, Voy RO. Exercise-induced bronchospasm in the XXIII summer Olympic Games. *N Engl Reg Allergy ROC* 1988;9:209-213.
3. Regnard J et al. Le sport fabrique-t-il des asthmatiques ? *Rev Fr Allergol* 2001 ; 41 : 306-12.
4. Rundell KW. High levels of airborne ultrafine and fine particulate matter in indoor ice arenas. *Inhal Toxicol* 2003;15:237–250.
5. Helenius I, Haahtela T. Allergy and asthma in elite summer sport athletes. *J Allergy Clin Immunol* 2000;106:444–452.
6. McCreanor J, Cullinan P, Nieuwenhuijsen MJ, Stewart-Evans J, Malliarou E, Jarup L, Harrington R, Svartengren M, Han IK, Ohman-Strickland P, et al. Respiratory effects of exposure to diesel traffic in persons with asthma. *N Engl J Med* 2007;357:2348–2358.
7. Rundell KW, Spiering BA, Baumann JM, Evans TM. Bronchoconstriction provoked by exercise in a high-particulate-matter environment is attenuated by montelukast. *Inhal Toxicol* 2005;17:99–105.
8. Sue-Chu M, Henriksen AH, Bjermer L. Non-invasive evaluation of lower airway inflammation in hyper-responsive elite cross-country skiers and asthmatics. *Respir Med* 1999;93:719–725.
9. Sue-Chu M, Larsson L, Moen T, Rennard SI, Bjermer L. Bronchoscopy and bronchoalveolar lavage findings in cross-country skiers with and without “ski asthma.” *Eur Respir J* 1999;13:626–632.
10. Zarzoso, M., Llana, S., & Pérez-Soriano, P. (2010). Potential negative effects of chlorinated swimming pool attendance on health of swimmers and associated staff. *Biology of Sport*, 27(4), 233–240.
11. Chowdhury, S., Alhooshani, K., & Karanfil, T. (2014). Disinfection byproducts in swimming pool: Occurrences, implications and future needs. *Water Research*, 53, 68–109. doi:10.1016/j.watres.2014.01.017
12. Llana-Belloch, S.; Priego Quesada, JI. And al. (2016). Disinfection by-products effect on swimmers oxidative stress and respiratory damage. *Eur J Sport Sci*. 2016 Aug;16(5):609-17.

13. Parrat, J., Donzé, G., Iseli, C., Perret, D., Tomicic, C., & Schenk, O. (2012). Assessment of occupational and public exposure to trichloramine in Swiss indoor swimming pools: A proposal for an occupational exposure limit. *Annals of Occupational Hygiene*, 56(3), 264–277.
14. Schmalz, C., Frimmel, F. H., & Zwiener, C. (2011). Trichloramine in swimming pools – Formation and mass transfer. *Water Research*, 45(8), 2681–2690.
15. Zarzoso, M., Llana, S., & Pérez-Soriano, P. (2010). Potential negative effects of chlorinated swimming pool attendance on health of swimmers and associated staff. *Biology of Sport*, 27(4), 233–240.
16. Bernard A, Carbonnelle S, Michel O, Higué S, De Burbure C, et al. (2003) Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup Environ Med* 60(6): 385–94.
17. Bougault V, Loubaki L, Joubert P, Turmel J, Couture C, Laviolette M, Chakir J, Boulet LP. Airway remodeling and inflammation in competitive swimmers training in indoor chlorinated swimming pools. *J Allergy Clin Immunol*. 2012 Feb;129(2):351-8, 358.e1. doi: 10.1016/j.jaci.2011.11.010.
18. Helenius I, Ryttilä P, Sarna S, Lumme A, Helenius M, Remes V, et al. Effect of continuing or finishing high-level sports on airway inflammation, bronchial hyperresponsiveness, and asthma: a 5-year prospective follow-up study of 42 highly trained swimmers. *J Allergy Clin Immunol* 2002;109:962-8.
19. Fernández-Luna Á1, Gallardo L, Plaza-Carmona M, García-Unanue J, Sánchez-Sánchez J, Felipe JL, Burillo P, Ara I. (jul. 2013) Respiratory function and changes in lung epithelium biomarkers after a short-training intervention in chlorinated vs. ozone indoor pools. *PLoS One*. journal.pone.0068447. doi: 10.1371/ Print 2013.
20. Mountjoy M1, Fitch K2, Boulet LP3, Bougault V4, van Mechelen W5, Verhagen E6. Prevalence and characteristics of asthma in the aquatic disciplines. *J Allergy Clin Immunol*. 2015 Sep;136(3):588-94. doi: 10.1016/j.jaci.2015.01.041. Epub 2015 Mar 24.
21. ISSAC. 1998. Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Steering Committee. *Lancet*. 351: 1225-32.

22. Levesque, Effets respiratoires de la natation en bassin intérieur pour les nageurs de compétition
23. Helenius IJ et al. Asthma and increased bronchial responsiveness in elite athletes: atopy and sport event as risk factors. *J Allergy Clin Immunol* 1998 ; 101 : 646-52.
24. Enright PL, Beck KC, Sherrill DL. Repeatability of spirometry in 18,000 adult patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:235–238. 33. Anderson SD, Silverman M, Konig P, Godfrey S. Exercise-induced asthma. *Br J Dis Chest* 1975;69:1–39.
25. Cropp GJ. The exercise bronchoprovocation test: standardization of procedures and evaluation of response. *J Allergy Clin Immunol* 1979;64:627–633.
26. Kattan M, Keens TG, Mellis CM, Levison H. The response to exercise in normal and asthmatic children. *J Pediatr* 1978;92:718–721.
27. Holzer K, Anderson SD, Douglass J. Exercise in elite summer athletes: challenges for diagnosis. *J Allergy Clin Immunol* 2002;110:374–380. 31. Langdeau JB, Day A, Turcotte H, Boulet LP. Gender differences in the prevalence of airway hyperresponsiveness and asthma in athletes. *Respir Med* 2009;103:401–406.
28. Bougault V1, Turmel J, Boulet LP. Bronchial challenges and respiratory symptoms in elite swimmers and winter sport athletes: Airway hyperresponsiveness in asthma: its measurement and clinical significance. *Chest*. 2010 Aug;138(2 Suppl):31S-37S. doi: 10.1378/chest.09-1689. Epub 2010 Apr 2.
29. Rundell KW, Im J, Mayers LB, Wilber RL, Szmedra L, Schmitz HR. Self-reported symptoms and exercise-induced asthma in the elite athlete. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:208–213.
30. Hallstrand TS, Curtis JR, Koepsell TD, Martin DP, Schoene RB, Sullivan SD, Yorioka GN, Aitken ML. Effectiveness of screening examinations to detect unrecognized exercise-induced bronchoconstriction. *J Pediatr* 2002;141:343–349.
31. Afrite A, Allonier C, Com-Ruelle L, Le Guen N. L'asthme en France en 2006 : prévalence et contrôle des symptômes. *Questions d'économie de la santé Irdes n° 138*. 2008.
32. Agabiti N, Ancona C, Forastiere F, Di Napoli A, Lo Presti E, Corbo GM, D'Orsi F, Perucci CA. Short term respiratory effects of acute exposure to chlorine due to a swimming pool accident. *Occup Environ Med* 2001;58:399–404.

33. Bernard A, Carbonnelle S, Dumont X, Nickmilder M. Infant swimming practice, pulmonary epithelium integrity, and the risk of allergic and respiratory diseases later in childhood. *Pediatrics* 2007;119: 1095–1103.
34. Bernard A, Carbonnelle S, Michel O, Higuët S, de Burbure C, Buchet JP, Hermans C, Dumont X, Doyle I. Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup Environ Med* 2003;60:385–394.
35. Paivinen M, Keskinen K, Tikkanen H, et al. Swimming and asthma: factors underlying respiratory symptoms in competitive swimmers. *The Clinica Respiratory Journal* 2009 ; DOI:10.1111/j.1752-699X.2009.00155.x
36. Anderson SD, Connolly NM, Godfrey S. Comparison of bronchoconstriction induced by cycling and running. *Thorax*. 1971;26(4): 396–401.
37. Mahler DA. Exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(5): 554–61.
38. Florentin, A., Hautemanière, A., & Hartemann, P. (2011). Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 214(6), 461–469.
39. Scollo M, Zanconato S, Ongaro R, Zaramella C, Zacchello F, Baraldi E. Exhaled nitric oxide and exercise-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1047–1050.
40. Carraro S, Corradi M, Zanconato S, Alinovi R, Pasquale MF, Zacchello F, Baraldi E. Exhaled breath condensate cysteinyl leukotrienes are increased in children with exercise-induced bronchoconstriction. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115:764–770.
41. Hallstrand TS, Moody MW, Aitken ML, Henderson WR Jr. Airway immunopathology of asthma with exercise-induced bronchoconstriction. *J Allergy Clin Immunol* 2005;116:586–593.
42. Hallstrand TS, Wurfel MM, Lai Y, Ni Z, Gelb MH, Altemeier WA, Beyer RP, Aitken ML, Henderson WR. Transglutaminase 2, a novel regulator of eicosanoid production in asthma revealed by genome-wide expression profiling of distinct asthma phenotypes. *PLoS One* 2010;5:e8583.
43. Kotaniemi JT, Hassi J, Kataja M, Jonsson E, Laitinen LA, Sovijärvi AR, Lundback B. Does non-responder bias have a significant effect on the results in a postal questionnaire study? *Eur J Epidemiol*. 2001;17(9): 809–17.

44. Parsons. AJRCCM 2013 (an official american thoracic society clinical practise guideline: exercise-induced bronchoconstriction)
45. Dickinson JW, Whyte GP, McConnell AK, Harries MG. Impact of changes in the IOC-MC asthma criteria: a British perspective. *Thorax* 2005;60:629–632.
46. Dickinson JW, Whyte GP, McConnell AK, Harries MG. Screening elite winter athletes for exercise induced asthma: a comparison of three challenge methods. *Br J Sports Med* 2006;40:179–182.
47. Holzer K, Brukner P. Screening of athletes for exercise-induced bronchoconstriction. *Clin J Sport Med* 2004;14:134–138.
48. Boss LP, Wheeler LS, Williams PV, Bartholomew LK, Taggart VS, Redd SC. Population-based screening or case detection for asthma: are we ready? *J Asthma* 2003;40:335–342.
49. Yawn BP. Asthma screening, case identification and treatment in school-based programs. *Curr Opin Pulm Med* 2006;12:23–27.
50. Gerald LB, Sockrider MM, Grad R, Bender BG, Boss LP, Galant SP, Gerritsen J, Joseph CL, Kaplan RM, Madden JA, et al. An official ATS workshop report: issues in screening for asthma in children. *Proc Am Thorac Soc* 2007;4:133–141.
51. Fitch K. Therapeutic use exemptions (TUEs) at the Olympic Games 1992-2012. *Br J Sports Med* 2013;47:815-8.
52. Elston J, Stein K. Public health implications of establishing a national programme to screen young athletes in the UK. *Br J Sports Med* 2011;45:576–582

## VII. Table des illustrations

<u>Figure 1</u> : Flow-chart de l'étude SWIMBREATH.....	35
<u>Figure 2</u> : Prévalence des symptômes d'atteinte respiratoire haute et basse en fonction des sports.....	35
<u>Figure 3</u> : Facteurs de risques de symptômes respiratoires chez les sportifs exposés aux chloramines (analyse multivariée).....	38
<u>Tableau 1</u> : Description de la population générale.....	33
<u>Tableau 2</u> : analyse univariée : symptômes évocateurs de pathologie bronchique survenant au repos ou à l'effort versus pas de symptômes chez les sportifs exposés aux chloramines.....	37
<u>Tableau 3</u> : Facteurs de risque (OR) des symptômes respiratoires évoquant une atteinte bronchique survenant dans différentes conditions chez les sportifs de hauts niveaux exposés aux chloramines (analyse multivariée).....	38
<u>Tableau 4</u> : analyse univariée : groupes « symptômes d'asthme de repos » versus « pas de symptômes d'asthme » chez les sportifs exposés aux chloramines.....	40
<u>Tableau 5</u> : analyse univariée : groupes « symptômes de BIE en piscine » versus « pas de symptômes de BIE en piscine » chez les sportifs exposés aux chloramines.....	42
<u>Tableau 6</u> : analyse univariée des groupes « rhinite » versus « pas de rhinite ».....	45

## VIII. Annexes

### ANNEXE 1 : questionnaire et lettre d'information

*Ce questionnaire rentre dans le cadre d'une étude clinique visant à décrire l'incidence de l'asthme et de l'hyper-réactivité bronchique chez les nageurs de haut niveau et à mettre en évidence les facteurs de risque liés à cette pathologie.*

*Vous êtes sportif de haut niveau (6 entraînements par semaine minimum) et pratiquez un sport aquatique (encore en activité ou "retraité") alors remplissez ce questionnaire. Cela ne prendra que quelques minutes et permettra de compléter les données d'une étude nationale visant à comparer les symptômes respiratoires des nageurs de haut niveau par rapport aux pratiquants d'autres sports aquatiques (plongeon, natation synchronisée, water-polo, triathlon, eau libre). En répondant à ce questionnaire vous acceptez de participer à la recherche clinique SWIMBREATH et acceptez que les données obtenues soient utilisées de façon anonyme à des fins de recherche médicale*

*Nous pensons que de nombreux nageurs présentent des symptômes respiratoires équivalents d'asthme. Si cela se confirme nous pensons qu'un suivi rapproché de la fonction respiratoire des nageurs de haut niveau et des autres sportifs de la FFN pourrait permettre une meilleure prise en charge et une amélioration de leurs performances sportives.*

*Ce questionnaire est anonyme et sécurisé.*

#### Questionnaire sur la santé respiratoire du sportif élite en France (1)

##### I Identité :

Date de naissance : \_\_/\_\_/\_\_\_\_ (jj/mm/aaaa)

Sexe :  Femme  Homme

##### II Historique de votre pratique sportive/ niveau :

Age de début de natation (ou autre sport FFN) en compétition : \_\_\_\_\_

Age de début d'un entraînement quotidien (au moins 6 par semaine) : \_\_\_\_\_

Plus haut niveau de natation FFN actuel ?

- N3  
 N2  
 N1  
 Equipe de France jeune  
 Equipe de France sénior  
 Finaliste sur une grande compétition internationale  
 Autre : précisez : \_\_\_\_\_

##### III Type et conditions d'entraînement

Sport pratiqué en compétition :

Natation course  Eau libre  Water Polo  Plongeon  Natation synchronisée

Nombre d'heure d'entraînement total (par semaine) : \_\_\_\_\_

Nombre d'heures d'entraînement (uniquement en piscine) : \_\_\_\_\_

Nombre d'heures d'entraînement en eau libre (milieu naturel) : \_\_\_\_\_

Kilométrage hebdomadaire moyen : \_\_\_\_\_

Nom de votre piscine et ville d'entraînement : \_\_\_\_\_

Type de piscine :

Intérieure -  extérieure -  Les deux -  Milieu naturel (lac, mer)

Si vous avez coché les deux :

Combien d'heures en piscine intérieure uniquement : \_\_\_\_\_

Entraînement durant des heures d'ouverture au public :  oui  non

Nombre de nageurs (loisir ou compétition) présents dans la piscine à l'heure de votre entraînement (évaluation à 10 près) :  ...

Vous entraînez-vous dans une piscine chlorée ?  OUI  NON

Si non, savez-vous avec quoi elle est désinfectée ?

Ozone  Autre : Précisez : \_\_\_\_\_

##### IV Mode de vie

Fumez-vous ?  Non  Oui

Si oui combien de cigarettes par jour ?  < 5  Entre 5 et 20  > 20

Activité hors sport de haut niveau :

- Nageur professionnel
- Etudiant
- Collégien / Lycéen
- Activité professionnelle
- Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

## V Antécédents

### Antécédents médicaux :

Avez-vous déjà présenté l'une des maladies suivantes ?

- Asthme
- Eczéma dans l'enfance (dermatite atopique)
- Rhinite allergique
- Allergie alimentaire

### Antécédents familiaux :

Vos parents au premier degré (père, mère, frères, sœurs) ont-ils ?

- Asthme
- Rhinite allergique
- Eczéma
- Allergie alimentaire

### Allergies :

Avez-vous des allergies ?

- OUI
- NON

Si oui :

- Alimentaire :
  - Arachide
  - Lait
  - Pêche
  - Crevettes
  - Autres
- Médicamenteuses : préciser ...
- Pneumallergènes :
  - Acariens (« poussière »)
  - Blatte
  - Chat
  - Olivier
  - Boulot
  - Cyprès
  - Iménoptères

Vous avez déjà eu des tests allergologiques ?

- OUI
- NON

## VI Suivi médical / traitement

Qu'en est-il de votre suivi médical ?

Avez-vous déjà consulté :

- Un cardiologue
- Un médecin du sport
- Un pneumologue

Avez-vous déjà eu des EFR (explorations fonctionnelles respiratoires) ?

- OUI
- NON

Si oui :

- Dans le cadre de votre suivi de sportif de haut niveau
- A cause de symptômes respiratoires
- Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Si oui, quel test avez-vous passé ?

- Une spirométrie
- Un test à la Métacholine
- Un test d'hyperventilation
- Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

Prenez-vous des médicaments ?

- Oui
- Non

Prenez-vous régulièrement ou occasionnellement un inhalateur :

- Oui
- Non

Si oui, s'agit-il :

- de beta2 mimétiques (bronchodilatateur type ventoline)
- d'anti-inflammatoires (corticostéroïdes inhalés)
- d'un combiné (bronchodilatateur et Corticostéroïde : Symbicort...)

Je ne sais pas (dans ce cas, notez le nom de la médication ou si vous ne savez pas, sa couleur) : \_\_\_\_\_

Si vous prenez un beta2-mimétique (ventoline), à quelle fréquence ?

- Avant chaque entraînement
- Pendant ou après chaque entraînement
- Plusieurs fois par semaine
- 1 à 2 fois par semaine
- 1 à 2 fois par mois
- Une fois tous les 2 mois

Consommez-vous des corticostéroïdes inhalés ?

- Oui
- Non

Si oui, à quelle fréquence ?

- A chaque entraînement
- Une à deux fois par jour (indépendamment de l'entraînement)
- Plusieurs fois par semaine
- 1 à 2 fois par semaine
- 1 à 2 fois par mois
- Une fois tous les 2 mois

Si oui, qui vous a prescrit ces corticostéroïdes inhalés :

- Mon médecin traitant
- Mon pneumologue
- Un autre médecin
- Personne
- Autre

## VIII Examen physique et symptômes

Taille (m) : \_\_\_\_\_

Poids (kg) : \_\_\_\_\_

IMC : calcul automatique

**Asthme :**

Etes-vous un asthmatique connu ?

- Oui
- Non

Si oui : Oui car :

- Un médecin m'a déclaré asthmatique sur un test de souffle (EFR)
- J'ai toujours pris des médicaments pour l'asthme mais je ne suis plus suivi depuis longtemps
- Je ne prends pas de médicaments et je n'ai pas fait de test de souffle mais je l'ai des symptômes d'asthme

Avez-vous déjà fait une crise d'asthme?

- Oui
- Non

Sifflements :

Avez-vous déjà eu des sifflements ou « sibilants » dans la poitrine à un moment quelconque de votre vie ?

- Oui
- Non

Avez-vous déjà eu des sifflements ou « sibilants » dans la poitrine à un moment quelconque au cours des 12 derniers mois ? OUI / NON

Si oui :

Combien de fois avez-vous eu ces crises de sifflements au cours des 12 derniers mois ?

- 0
- 1 à 3 fois
- 4 à 12 fois
- Plus de 12 fois

Au cours des 12 derniers mois, en moyenne, ces crises de sifflements vous ont-elles réveillées ?

- Jamais réveillé(e) avec des sifflements
- Moins d'une nuit par semaine
- Une ou plusieurs nuits par semaine

Habituellement, lorsque vous n'avez pas de rhume.

Avez-vous l'un des symptômes suivant ?

- Toux nocturne :  NON  OUI
- Toux diurne :  NON  OUI

Si oui, Toussez-vous ainsi la plupart du temps (>3 jours par semaine) pendant au moins 3 mois de suite chaque année ?  NON  OUI

- Des difficultés respiratoires (à type de gêne respiratoire, essoufflement, oppression thoracique)  NON  OUI
- Ramenez-vous des crachats venant des poumons.  NON  OUI
  - o Si oui, Ramenez-vous des crachats qui viennent des poumons la plupart du temps (>3 jours par semaine) pendant trois mois de suite chaque année ?  NON  OUI
- Avez-vous des étournelements ?  NON  OUI

Complétez le tableau suivant : répondez par OUI et NON à chaque symptôme en fonction des conditions d'exercices.

Habituellement, présentez-vous et ou plusieurs de ces symptômes dans les conditions suivantes?

	Activité physique autre que la natation (jogging, cyclisme, ...)	A l'entraînement en piscine
<b>Toux</b>	Durant l'effort	Après la fin de l'effort
<b>Difficultés respiratoires</b> (gêne respiratoire, essoufflement, oppression thoracique)	Après la fin de l'effort	Durant l'effort
<b>Sifflements dans la poitrine</b>		
<b>Éternuements</b>		

Si ces symptômes sont présents à l'effort, vous empêchent-ils de poursuivre votre exercice ? OUI ou NON

	Activité physique autre que la natation (jogging, cyclisme, ...)	A l'entraînement en piscine
<b>Toux</b>		
<b>Difficultés respiratoires</b> (gêne respiratoire, essoufflement, oppression thoracique)		
<b>Sifflements dans la poitrine</b>		
<b>Éternuements</b>		

Si ces symptômes sont présents à l'entraînement en piscine, précisez leurs modes de survenue.

	A n'importe quel entraînement	En bassin intérieur uniquement	Pour des efforts sub-maximaux
<b>Toux</b>			
<b>Difficultés respiratoires</b> (gêne respiratoire, essoufflement, oppression thoracique)			
<b>Sifflements dans la poitrine</b>			
<b>Éternuements</b>			

Si oui à un symptôme que ce soit de repos ou d'effort :

Le symptôme concerné diminue après quelques jours sans entraînement en piscine :

	OUI	NON
<b>Toux</b>		
<b>Éternuements</b>		
<b>Sifflements dans la poitrine</b>		
<b>Difficultés respiratoires</b>		

**Rhinite allergique**

Présentez-vous une rhinite ?

- Oui
- Non

Si oui :

Pensez-vous que votre rhinite allergique impacte votre qualité de vie ?

- Oui
- Non

Avez-vous pris des traitements pour la rhinite durant ces 12 derniers mois ?

- Oui
- Non

Vos symptômes de rhinite allergique sont présents :

- < 4 jours par semaine
- > 4 jours par semaine

Du fait de votre rhinite allergique :

	OUI	NON
Votre sommeil est normal		
Vos activités sociales et loisirs sont normaux		
Vos activités professionnelles et/ou scolaires sont normales		
Vos symptômes sont gênants pour votre pratique sportive		
Vos symptômes sont gênants		

### Symptômes extra-thoraciques ?

Avez-vous eu une conjonctivite sur les 12 derniers mois ?

- Oui  
 Non

Avez-vous de l'eczéma ?

- Oui  
 Non

Avez-vous eu une poussée d'eczéma sur les 12 derniers mois ?

- Oui  
 Non

Avez-vous pris un traitement médical pour traiter de l'eczéma sur les 12 derniers mois ?

- Oui  
 Non

**(1)** *Levezque, Effets respiratoires de la natation en bassin intérieur pour les maqueurs de compétition*

## Serment d'Hippocrate

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans discrimination.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance.

Je donnerai mes soins à l'indigent et je n'exigerai pas un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement la vie ni ne provoquerai délibérément la mort.

Je préserverai l'indépendance nécessaire et je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je perfectionnerai mes connaissances pour assurer au mieux ma mission.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé si j'y manque.

# Prévalence des symptômes respiratoires et leurs facteurs de risques chez les nageurs de haut niveau en France

**Rationnel :** La prévalence des pathologies respiratoires à type d'asthme et d'hyperréactivité bronchique est plus fréquente chez les sportifs de haut niveau. Les sportifs exposés aux chloramines et notamment les nageurs de haut niveau semblent présenter un sur-risque de pathologies bronchiques. Ceci peut s'expliquer en partie par l'exposition aux chloramines et l'hyperventilation prolongée répétée au cours des entraînements physiques. Aucune donnée épidémiologique n'existe sur la santé respiratoire des nageurs de haut niveau en France.

**Objectifs :** L'objectif principal de notre étude était de comparer la prévalence des symptômes respiratoires entre les sportifs de haut niveau s'entraînant en piscine et des athlètes de haut niveau pratiquant un sport d'endurance sans exposition aux chloramines. Les objectifs secondaires consistaient à 1) comparer les symptômes respiratoires et les symptômes de rhinite des différents groupes de sportifs exposés aux chloramines ( water-polo, natation synchronisée, plongeon, triathlon, eau libre) ; 2) analyser les facteurs de risques intrinsèques et environnementaux liés à ces symptômes. ; 3) évaluer le retentissement et le mode de survenue des symptômes de bronchoconstriction à l'effort chez les sportifs étudiés ; 4) étudier la qualité du suivi médical de ces sportifs

**Matériels et méthodes :** Il s'agissait d'une étude épidémiologique nationale utilisant un auto-questionnaire standardisé chez des athlètes d'au moins 15ans pratiquant un sport de la Fédération Française de Natation (natation course, water-polo, natation synchronisée, plongeon, eau libre, triathlon) en compétition niveau national 2 minimum et s'entraînant au moins 6 fois par semaine. Le groupe contrôle était constitué de sportifs pratiquant l'athlétisme ou le cyclisme au niveau national.

**Résultats :** 514 questionnaires ont été analysés, 451 (88%) dans le groupe des disciplines aquatiques (316 nageurs de course, 67 poloïstes, 33 nageuses synchronisées, 6 plongeurs, 28 triathlètes et nageurs d'eau libre) et 63 (12%) pour le groupe contrôle (26 cyclistes et 37 athlètes). Les sportifs exposés aux chloramines ne déclaraient pas plus de symptômes respiratoires que les sportifs non exposés aux chloramines, respectivement 64% et 57% de la population symptomatique (OR 1,3 ; [0,7 ; 2,3] ; p=0,2). En revanche les pratiquants de natation course présentaient significativement plus de symptômes respiratoires évocateurs de pathologies bronchiques (asthme, bronchoconstriction induite par l'exercice) que les autres sportifs s'entraînant en piscine (OR 2,2 ; [1,4 ; 3,5]; p=0,0005). La présence d'allergie, la rhinite, le sexe féminin et la pratique de la natation course étaient des facteurs de risque indépendants de présenter des symptômes respiratoires. Enfin, les questionnaires font état d'un suivi pneumologique des sportifs très modeste au regard de la fréquence des symptômes (24% des sportifs).

**Conclusion :** Les sportifs de haut niveau s'entraînant en piscine décrivent très fréquemment des symptômes respiratoires évocateurs de pathologies bronchiques. Dans notre étude, la pratique de la natation, le sexe féminin, la présence d'allergie et de rhinite apparaissent être des facteurs de risques indépendant de la survenue de ces symptômes respiratoires. L'intérêt se pose d'une évaluation pneumologique systématique des pratiquants de sports aquatiques, par interrogatoire et EFR. A ce jour, nous ne connaissons pas l'intérêt d'un tel dépistage sur la santé des nageurs de haut niveau et sur leurs performances.

