



HAL
open science

Barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs militaires français

Tom Handwerk

► **To cite this version:**

Tom Handwerk. Barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs militaires français. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03258213

HAL Id: dumas-03258213

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03258213v1>

Submitted on 11 Jun 2021

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.



**Faculté
de Médecine**

Aix-Marseille Université

**Barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs
militaires français**

T H E S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

DE MARSEILLE

Le 27 mai 2021

Par Monsieur Tom HANDWERK

Né le 25 novembre 1994 à Mont de Marsan (40)

Élève de l'École du Val-de-Grâce – Paris

Ancien élève de l'École de Santé des Armées – Lyon-Bron

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur MICHEL Justin

Monsieur le Professeur agrégé

du Val de-de-Grâce BLATTEAU Jean-Éric

Monsieur le Docteur MORVAN Jean-Baptiste

Monsieur le Docteur MORIN Jean

Président

Assesseur

Assesseur

Directeur



**Faculté
de Médecine**

Aix-Marseille Université

**Barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs
militaires français**

T H E S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

DE MARSEILLE

Le 27 mai 2021

Par Monsieur Tom HANDWERK

Né le 25 novembre 1994 à Mont de Marsan (40)

Élève de l'École du Val-de-Grâce – Paris

Ancien élève de l'École de Santé des Armées – Lyon-Bron

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur MICHEL Justin

Président

Monsieur le Professeur agrégé

du Val de-de-Grâce BLATTEAU Jean-Éric

Assesseur

Monsieur le Docteur MORVAN Jean-Baptiste

Assesseur

Monsieur le Docteur MORIN Jean

Directeur

FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

Doyen	:	Pr. Georges LEONETTI
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

Asseseurs :

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

Chargés de mission :

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

ÉCOLE DE MEDECINE

Directeur	:	Pr. Jean-Michel VITON
------------------	---	------------------------------

Chargés de mission

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marie-Aleth RICHARD
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

Directrice : **Madame Carole ZAKARIAN**

Chargés de mission

- 1^{er} cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2^{ème} cycle : Madame Cécile NINA

ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

Directeur : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

Chargés de mission

- Masso-kinésithérapie 1^{er} cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2^{ème} cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

Directeur : **Monsieur Sébastien COLSON**

Chargés de mission

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

PROFESSEURS HONORAIRES

MM AGOSTINI Serge
ALDIGHIERI René
ALESSANDRINI Pierre
ALLIEZ Bernard
AQUARON Robert
ARGEME Maxime
ASSADOURIAN Robert
AUFFRAY Jean-Pierre
AUTILLO-TOUATI Amapola
AZORIN Jean-Michel
BAILLE Yves
BARDOT Jacques
BARDOT André
BERARD Pierre
BERGOIN Maurice
BERLAND Yvon
BERNARD Dominique
BERNARD Jean-Louis
BERNARD Jean-Paul
BERNARD Pierre-Marie
BERTRAND Edmond
BISSET Jean-Pierre
BLANC Bernard
BLANC Jean-Louis
BOLLINI Gérard
BONGRAND Pierre
BONNEAU Henri
BONNOIT Jean
BORY Michel
BOTTA Alain
BOTTA-FRIDLUND Danielle
BOURGEADE Augustin
BOUVENOT Gilles
BOUYALA Jean-Marie
BREMOND Georges
BRICOT René
BRUNET Christian
BUREAU Henri
CAMBOULIVES Jean
CANNONI Maurice
CARTOUZOU Guy
CAU Pierre
CHABOT Jean-Michel
CHAMLIAN Albert
CHARPIN Denis
CHARREL Michel

MM DEVRED Philippe
DJIANE Pierre
DONNET Vincent
DUCASSOU Jacques
DUFOUR Michel
DUMON Henri
ENJALBERT Alain
FAUGERE Gérard
FAVRE Roger
FIECHI Marius
FARNARIER Georges
FIGARELLA Jacques
FONTES Michel
FRANCES Yves
FRANCOIS Georges
FUENTES Pierre
GABRIEL Bernard
GALINIER Louis
GALLAIS Hervé
GAMERRE Marc
GARCIN Michel
GARNIER Jean-Marc
GAUTHIER André
GERARD Raymond
GEROLAMI-SANTANDREA André
GIUDICELLI Sébastien
GOUDARD Alain
GOUIN François
GRILLO Jean-Marie
GRIMAUD Jean-Charles
GRISOLI François
GROULIER Pierre
HADIDA/SAYAG Jacqueline
HASSOUN Jacques
HEIM Marc
HOUEL Jean
HUGUET Jean-François
JAQUET Philippe
JAMMES Yves
JOUVE Paulette
JUHAN Claude
JUN Pierre
KAPHAN Gérard
KASBARIAN Michel
KLEISBAUER Jean-Pierre
LACHARD Jean

CHAUVEL Patrick
CHOUX Maurice
CIANFARANI François
CLAVERIE Jean-Michel
CLEMENT Robert
COMBALBERT André
CONTE-DEVOLX Bernard
CORRIOL Jacques
COULANGE Christian
CURVALE Georges
DALMAS Henri
DE MICO Philippe
DELPERO Jean-Robert
DESSEIN Alain
DELARQUE Alain
DEVIN Robert

LAFFARGUE Pierre
LAUGIER René
LE TREUT Yves
LEVY Samuel
LOUCHET Edmond
LOUIS René
LUCIANI Jean-Marie
MAGALON Guy
MAGNAN Jacques
MALLAN- MANCINI Josette
MALMEJAC Claude
MARANINCHI Dominique
MARTIN Claude
MATTEI Jean François
MERCIER Claude
METGE Paul

MM MICHOTEY Georges
MIRANDA François
MONFORT Gérard
MONGES André
MONGIN Maurice
MUNDLER Olivier
NAZARIAN Serge
NICOLI René
NOIRCLERC Michel
OLMER Michel
OREHEK Jean
PAPY Jean-Jacques
PAULIN Raymond
PELOUX Yves
PENAUD Antony
PENE Pierre
PIANA Lucien
PICAUD Robert
PIGNOL Fernand
POGGI Louis
POITOUT Dominique
PONCET Michel
POUGET Jean
PRIVAT Yvan
QUILICHINI Francis
RANQUE Jacques
RANQUE Philippe
RICHAUD Christian
RIDINGS Bernard
ROCHAT Hervé
ROHNER Jean-Jacques
ROUX Hubert

VANUXEM Paul
VERVLOET Daniel
VIALETTES Bernard
WEILLER Pierre-Jean

ROUX Michel
RUFO Marcel
SAHEL José
SALAMON Georges
SALDUCCI Jacques
SAMBUC Roland
SAN MARCO Jean-Louis
SANKALE Marc
SARACCO Jacques
SARLES Jacques
SARLES - PHILIP Nicole
SASTRE Bernard
SCHIANO Alain
SCOTTO Jean-Claude
SEBAHOUN Gérard
SEITZ Jean-François
SERMENT Gérard
SOULAYROL René
STAHL André
TAMALET Jacques
TARANGER-CHARPIN Colette
THIRION Xavier
THOMASSIN Jean-Marc
UNAL Daniel
VAGUE Philippe
VAGUE/JUHAN Irène

EMERITAT

2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTE Bernard	31/08/2019

2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019

2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020

M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021

Honoris causa

1967

MM. les Professeurs

DADI (Italie)
CID DOS SANTOS (Portugal)

1974

MM. les Professeurs

MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)
T.A. LAMBO (Suisse)

1975

MM. les Professeurs

O. SWENSON (U.S.A.)
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

1976

MM. les Professeurs

P. FRANCHIMONT (Belgique)
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

1977

MM. les Professeurs

C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)
C.GIBBS (U.S.A.)
J. DACIE (Grande-Bretagne)

1978

M. le Président

F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

1980

MM. les Professeurs

A. MARGULIS (U.S.A.)
R.D. ADAMS (U.S.A.)

1981

MM. les Professeurs

H. RAPPAPORT (U.S.A.)
M. SCHOU (Danemark)
M. AMENT (U.S.A.)
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)
S. REFSUM (Norvège)

1982

M. le Professeur

W.H. HENDREN (U.S.A.)

1985

MM. les Professeurs

S. MASSRY (U.S.A.)
KLINSMANN (R.D.A.)

1986

MM. les Professeurs

E. MIHICH (U.S.A.)
T. MUNSAT (U.S.A.)
LIANA BOLIS (Suisse)
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

1987	
M. le Professeur	P.J. DYCK (U.S.A.)
1988	
MM. les Professeurs	R. BERGUER (U.S.A.) W.K. ENGEL (U.S.A.) V. ASKANAS (U.S.A.) J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.) A. DAVIGNON (Canada) A. BETTARELLO (Brésil)
1989	
M. le Professeur	P. MUSTACCHI (U.S.A.)
1990	
MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
1991	
MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
1992	
MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
1994	
MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
1995	
MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
1997	
MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
1998	
MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
1999	
MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne)

D. COLLEN (Belgique)
S. DIMAURO (U. S. A.)

2000

MM. les Professeurs

D. SPIEGEL (U. S. A.)
C. R. CONTI (U.S.A.)

2001

MM. les Professeurs

P-B. BENNET (U. S. A.)
G. HUGUES (Grande Bretagne)
J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)

2002

MM. les Professeurs

M. ABEDI (Canada)
K. DAI (Chine)

2003

M. le Professeur
Sir

T. MARRIE (Canada)
G.K. RADDI (Grande Bretagne)

2004

M. le Professeur

M. DAKE (U.S.A.)

2005

M. le Professeur

L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)

2006

M. le Professeur

A. R. CASTANEDA (U.S.A.)

2007

M. le Professeur

S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille
ALBANESE Jacques	COLLART Frédéric
ALIMI Yves	COSTELLO Régis
AMABILE Philippe	COURBIERE Blandine
AMBROSI Pierre	COWEN Didier
ANDRE Nicolas	CRAVELLO Ludovic
ARGENSON Jean-Noël	CUISSET Thomas
ASTOUL Philippe	DA FONSECA David
ATTARIAN Shahram	DAHAN-ALCARAZ Laetitia
AUDOUIN Bertrand	DANIEL Laurent
AUQUIER Pascal	DARMON Patrice
AVIERINOS Jean-François	DAVID Thierry
AZULAY Jean-Philippe	D'ERCOLE Claude
BAILLY Daniel	D'JOURNO Xavier
BARLESI Fabrice	DEHARO Jean-Claude
BARLIER-SETTI Anne	DELAPORTE Emmanuel
BARLOGIS Vincent	DENIS Danièle
BARTHET Marc	DISDIER Patrick
BARTOLI Christophe	DODDOLI Christophe
BARTOLI Jean-Michel	DRANCOURT Michel
BARTOLI Michel	DUBUS Jean-Christophe
BARTOLOMEI Fabrice	DUFFAUD Florence
BASTIDE Cyrille	DUFOUR Henry
BENSOUSSAN Laurent	DURAND Jean-Marc
BERBIS Philippe	DUSSOL Bertrand
BERBIS Julie	EBBO Mikaël
BERDAH Stéphane	EUSEBIO Alexandre
BEROUD Christophe	FABRE Alexandre
BERTUCCI François	FAKHRY Nicolas
BLAISE Didier	FELICIAN Olivier
BLIN Olivier	FENOLLAR Florence
BLONDEL Benjamin	FIGARELLA/BRANGER Dominique
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard
<i>BOUBLI Léon Surnombre</i>	FRANCESCHI Frédéric
BOUFI Mourad	FUENTES Stéphane
BOYER Laurent	GABERT Jean
BREGEON Fabienne	GABORIT Bénédicte
BRETELLE Florence	GAINNIER Marc
BROUQUI Philippe	GARCIA Stéphane
BRUDER Nicolas	GARIBOLDI Vlad
BRUE Thierry	GAUDART Jean
BRUNET Philippe	GAUDY-MARQUESTE Caroline
BURTEY Stéphane	GENTILE Stéphanie
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GERBEAUX Patrick
CASANOVA Dominique	GEROLAMI/SANTANDREA René
CASTINETTI Frédéric	GILBERT/ALESSI Marie-Christine
CECCALDI Mathieu	GIORGI Roch
CHAGNAUD Christophe	GIOVANNI Antoine
CHAMBOST Hervé	GIRARD Nadine
CHAMPSAUR Pierre	GIRAUD/CHABROL Brigitte
CHANEZ Pascal	GONCALVES Anthony
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GRANEL/REY Brigitte
CHARREL Rémi	GRANVAL Philippe
CHAUMOITRE Kathia	GREILLIER Laurent
CHIARONI Jacques	GROB Jean-Jacques
CHINOT Olivier	GUEDJ Eric

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PAGANELLI Franck	ROCHE Pierre-Hugues
PANUEL Michel <i>Surnombre</i>	ROCH Antoine
PAPAZIAN Laurent	ROCHWERGER Richard
PAROLA Philippe	ROLL Patrice
PARRATTE Sébastien <i>Disponibilité</i>	ROSSI Dominique
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROSSI Pascal
PELLETIER Jean	ROUDIER Jean
PERRIN Jeanne	SALAS Sébastien
PETIT Philippe	SARLON-BARTOLI Gabrielle
PHAM Thao	SCAVARDA Didier
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SCHLEINITZ Nicolas
PIQUET Philippe	SEBAG Frédéric
PIRRO Nicolas	SIELEZNEFF Igor
POINSO François	SIMON Nicolas
RACCAH Denis	STEIN Andréas
RANQUE Stéphane	TAIEB David
RAOULT Didier <i>Surnombre</i>	THOMAS Pascal
REGIS Jean	THUNY Franck
REYNAUD/GAUBERT Martine	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès
REYNAUD Rachel	TRIGLIA Jean-Michel
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	TROPIANO Patrick
RICHERI Raphaëlle	TSIMARATOS Michel

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal
AGHABABIAN Valérie
BELIN Pascal
CHABANNON Christian
CHABRIERE Eric
FERON François
LE COZ Pierre
LEVASSEUR Anthony
RANJEVA Jean-Philippe
SOBOL Hagay

PROFESSEUR CERTIFIE

BRANDENBURGER Chantal retraite mars 2021
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI

REVIS Joana

PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GEN

GENTILE Gaëtan

PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE

GUIDA Pierre

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

GUIEU Régis
GUIS Sandrine
GUYE Maxime
GUYOT Laurent
GUYS Jean-Michel Surnombre
HABIB Gilbert
HARDWIGSEN Jean
HARLE Jean-Robert
HOUVENAEGHEL Gilles
JACQUIER Alexis
JOURDE-CHICHE Noémie
JOUVE Jean-Luc
KAPLANSKI Gilles
KARSENTY Gilles
KERBAUL François détachement
KRAHN Martin
LAFFORGUE Pierre
LAGIER Jean-Christophe
LAMBAUDIE Eric
LANCON Christophe
LA SCOLA Bernard
LAUNAY Franck
LAVIEILLE Jean-Pierre
LE CORROLLER Thomas
LECHEVALLIER Eric
LEGRE Régis
LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
LEONE Marc
LEONETTI Georges
LEPIDI Hubert
LEVY Nicolas
MACE Loïc
MAGNAN Pierre-Edouard
MANCINI Julien
MEGE Jean-Louis
MERROT Thierry
METZLER/GUILLEMAIN Catherine
MEYER/DUTOUR Anne
MICCALEF/ROLL Joëlle
MICHEL Fabrice
MICHEL Gérard
MICHEL Justin
MICHELET Pierre
MILH Mathieu
MILLION Matthieu
MOAL Valérie
MORANGE Pierre-Emmanuel
MOULIN Guy
MOUTARDIER Vincent
NAUDIN Jean
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
NICOLLAS Richard
NGUYEN Karine
OLIVE Daniel
OLLIVIER Matthieu
OUAFIK L'Houcine
OVAERT-REGGIO Caroline
PADOVANI Laetitia

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

TURRINI Olivier
VALERO René
VAROQUAUX Arthur Damien
VELLY Lionel
VEY Norbert
VIDAL Vincent
VIENS Patrice
VILLANI Patrick
VITON Jean-Michel
VITTON Véronique
VIEHWEGER Heide Elke détachement
VIVIER Eric
XERRI Luc

AHERFI Sarah	ELDIN Carole	PAULMYER/LACROIX Odile
ANGELAKIS Emmanouil (<i>disponibilité</i>)	FAURE Alice	PESENTI Sébastien
ATLAN Catherine (<i>disponibilité</i>)	FOLETTI Jean- Marc	RADULESCO Thomas
BEGE Thierry	FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie
BELIARD Sophie	FROMNOT Julien	ROBERT Philippe
BENYAMINE Audrey	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
BERTRAND Baptiste	GELSI/BOYER Véronique	ROMANET Pauline
BEYER-BERJOT Laura	GIUSIANO Bernard	SABATIER Renaud
BIRNBAUM David	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BONINI Francesca	GONZALEZ Jean-Michel	SAVEANU Alexandru
BOUCRAUT Joseph	GOURIET Frédérique	SECQ Véronique (<i>disponibilité</i>)
BOULAMERY Audrey	GRAILLON Thomas	STELLMANN Jan-Patrick
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUERIN Carole	SUCHON Pierre
BOUSSEN Salah Michel	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	TABOURET Emeline
BUFFAT Christophe	GUIDON Catherine	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	GUIVARCH Jokthan	TOGA Isabelle
CARRON Romain	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOMASINI Pascale
CASSAGNE Carole	HRAIECH Sami	TOSELLO Barthélémy
CERMOLACCE Michel	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CHAUDET Hervé	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHRETIEN Anne-Sophie	LABIT-BOUVIER Corinne	VELY Frédéric
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VION-DURY Jean
CUNY Thomas	LAGARDE Stanislas	ZATTARA/CANNONI Hélène
DADOUN Frédéric (<i>disponibilité</i>)	LAGIER Aude (<i>disponibilité</i>)	
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DAUMAS Aurélie	LOOSVELD Marie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	MAAROUF Adil	
DELLIAUX Stéphane	MACAGNO Nicolas	
DESPLAT/JEGO Sophie	MAUES DE PAULA André	
DEVILLIER Raynier	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUCONSEIL Pauline	NINOVE Laetitia	
DUFOUR Jean-Charles	NOUGAIREDE Antoine	

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline
COLSON Sébastien	POGGI Marjorie	
DEGIOANNI/SALLE Anna	POUGET Benoît	

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques
 CALVET-MONTREDON Céline
 FORTE Jenny
 JANCZEWSKI Aurélie
 NUSSLI Nicolas
 ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle

THERY Didier

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

BOURRIQUEN Maryline

EVANS-VIALLAT Catherine

LAZZAROTTO Sébastien

LUCAS Guillaume

MATHIEU Marion

MAYENS-RODRIGUES Sandrine

MELLINAS Marie

ROMAN Christophe

TRINQUET Laure

**ESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

ANATOMIE 4201

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)
DANIEL Laurent (PU-PH)
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)
GARCIA Stéphane (PU-PH)
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)
SECQ Véronique (MCU-PH) *disponibilité*

ANTHROPOLOGIE 20

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)
POUGET Benoît (MCF)
VERNA Emeline (MCF)

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501

CHARREL Rémi (PU PH)
DRANCOURT Michel (PU-PH)
FENOLLAR Florence (PU-PH)
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)
LA SCOLA Bernard (PU-PH)
RAOULT *Didier (PU-PH) Surnombre*

AHERFI Sarah (MCU-PH)
ANGELAKIS *Emmanouil (MCU-PH) disponibilité*
DUBOURG Grégory (MCU-PH)
GOURIET Frédérique (MCU-PH)
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)
DESNUES Benoit (MCF) (65ème section)
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)
BRUDER Nicolas (PU-PH)
LEONE Marc (PU-PH)
MICHEL Fabrice (PU-PH)
VELLY Lionel (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)
GUIDON Catherine (MCU-PH)

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)
GABERT Jean (PU-PH)
GUIEU Régis (PU-PH)
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)
FROMNOT Julien (MCU-PH)
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)
ROMANET Pauline (MCU-PH)
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

ANGLAIS 11

BRANDENBURGER Chantal (PRCE) *retraite mars 2021*
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

BIOLOGIE CELLULAIRE 4403

ROLL Patrice (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)
PERRIN Jeanne (PU-PH)

BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301

GUEDJ Eric (PU-PH)

CARDIOLOGIE 5102

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)

GUYE Maxime (PU-PH)
TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale
ET Technologies de Communication 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)
GIORGI Roch (PU-PH)
MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)
GIUSIANO Bernard (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)
BLONDEL Benjamin (PU-PH)
FLECHER Xavier (PU-PH)
OLLIVIER Matthieu (PU-PH)
PARRATTE Sébastien (PU-PH) Disponibilité
ROCHWERGER Richard (PU-PH)
TROPANO Patrick (PU-PH)

ROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE

BERTUCCI François (PU-PH)
CHINOT Olivier (PU-PH)
COWEN Didier (PU-PH)
DUFFAUD Florence (PU-PH)
GONCALVES Anthony (PU-PH)
HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)
LAMBAUDIE Eric (PU-PH)
PADOVANI Laetitia (PH-PH)
SALAS Sébastien (PU-PH)
VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)
TABOURET Emeline (MCU-PH)

BONELLO Laurent (PU-PH)
BONNET Jean-Louis (PU-PH)
CUISSSET Thomas (PU-PH)
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)
FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)
HABIB Gilbert (PU-PH)
PAGANELLI Franck (PU-PH)
THUNY Franck (PU-PH)

CHIRURGIE VISCÉRALE ET DIGESTIVE 5202

BERDAH Stéphane (PU-PH)
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)
SEBAG Frédéric (PU-PH)
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)
BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)
BIRNBAUM David (MCU-PH)
DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)
GUERIN Carole (MCU-PH)
MEGE Diane (MCU-PH)

CHIRURGIE INFANTILE 5402CHIRURGIE INFANTILE 5402

GUYS Jean-Michel (PU-PH) Surnombre
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)
LAUNAY Franck (PU-PH)
MERROT Thierry (PU-PH)
VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) détachement
DARIEL Anne (MCU-PH)
FAURE Alice (MCU-PH)
PESENTI Sébastien (MCU-PH)

FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE 5503

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)
GUYOT Laurent (PU-PH)
FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103

COLLART Frédéric (PU-PH)
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)
 DODDOLI Christophe (PU-PH)
 FOUILLOUX Virginie (PU-PH)
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)
 MACE Loïc (PU-PH)
 THOMAS Pascal (PU-PH)
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,
RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛOLOGIE 5004**

CASANOVA Dominique (PU-PH)
 LEGRE Régis (PU-PH)
 BERTRAND Baptiste (MCU-PH)
 HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104

ALIMI Yves (PU-PH)
 AMABILE Philippe (PU-PH)
 BARTOLI Michel (PU-PH)
 BOUFI Mourad (PU-PH)
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)
 PIQUET Philippe (PU-PH)
 SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201

BARTHET Marc (PU-PH)
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)
 VITTON Véronique (PU-PH)

HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003

BERBIS Philippe (PU-PH)
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

GENETIQUE 4704

BEROUD Christophe (PU-PH)
 KRAHN Martin (PU-PH)
 LEVY Nicolas (PU-PH)
 NGYUEN Karine (PU-PH)

DUSI

COLSON Sébastien (MCF)

TOGA Caroline (MCU-PH)
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)
 LUCAS Guillaume (MAST)
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)
 MELLINAS Marie (MAST)
 ROMAN Christophe (MAST)
 TRINQUET Laure (MAST)

GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403

AGOSTINI Aubert (PU-PH)
BOUBLI Léon (PU-PH) Surnombre
 BRETELLE Florence (PU-PH)
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)
 COURBIERE Blandine (PU-PH)
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)
 D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)
 CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)
 BERBIS Julie (PU-PH)
 BOYER Laurent (PU-PH)
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

BLAISE Didier (PU-PH)
 COSTELLO Régis (PU-PH)
 CHIARONI Jacques (PU-PH)
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)
 VEY Norbert (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

DEVILLIER Raynier (MCU PH)
 GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)
 LOOSVELD Marie (MCU-PH)
 SUCHON Pierre (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

IMMUNOLOGIE 4703

MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)
 OLIVE Daniel (PU-PH)
 VIVIER Eric (PU-PH)

BARTOLI Christophe (PU-PH)
 LEONETTI Georges (PU-PH)
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)
 ROBERT Philippe (MCU-PH)
 VELY Frédéric (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

BROUQUI Philippe (PU-PH)
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)
 MILLION Matthieu (PU-PH)
 PAROLA Philippe (PU-PH)
 STEIN Andréas (PU-PH)

MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

MEDECINE D'URGENCE 4805

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

KERBAUL François (PU-PH) détachement
 MICHELET Pierre (PU-PH)

**MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU
 VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)
 DISDIER Patrick (PU-PH)
 DURAND Jean-Marc (PU-PH)
 EBBO Mikael (PU-PH)
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)
 HARLE Jean-Robert (PU-PH)
 ROSSI Pascal (PU-PH)
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

MEDECINE GENERALE 5303

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

GUIDA Pierre (PR associé Méd. Gén. à mi-temps) retraite au 25/09/2012 (MOAL Valérie (PU-PH)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUSSLI Nicolas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) DUFOUR Henry (PU-PH)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/11/2012) FUENTES Stéphane (PU-PH)

NUTRITION 4404

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité

BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

OPHTALMOLOGIE 5502

DAVID Thierry (PU-PH)

DENIS Danièle (PU-PH)

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

REVIS Joana (PAST) (Orthophonie) (7ème Section)

NEPHROLOGIE 5203

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

NEUROCHIRURGIE 4902

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

GRAILLON Thomas (MCU PH)

NEUROLOGIE 4901

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502**PHILOSOPHIE 17**

RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

PEDIATRIE 5401

PHYSIOLOGIE 4402

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

BAILLY Daniel (PU-PH)

ASTOUL Philippe (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

BARLESI Fabrice (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

RICHERI Raphaëlle (PU-PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

CHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE 16

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

AGHABABIAN Valérie (PR)

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

RHUMATOLOGIE 5001

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

PANUEL Michel (PU-PH) surnombre

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4801

AMBROSI Pierre (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802

GAINNIER Marc (PU-PH)
GERBEAUX Patrick (PU-PH)
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)
ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

UROLOGIE 5204

BASTIDE Cyrille (PU-PH)
KARSENTY Gilles (PU-PH)
LECHEVALLIER Eric (PU-PH)
ROSSI Dominique (PU-PH)



**MINISTÈRE
DES ARMÉES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



ÉCOLE DU VAL DE GRACE - Paris

A Monsieur le médecin chef des services Jean-François GALLET

Directeur de l'École du Val-de-Grâce par intérim

Chevalier de l'ordre national de la Légion d'honneur

Chevalier de l'ordre national du Mérite

Chevalier de l'ordre du Mérite maritime

À notre Président de Jury de Thèse

Monsieur le Professeur Justin MICHEL

Vous nous faites le grand honneur d'assurer la présidence de notre jury.
Nous vous remercions de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à notre travail.

Nous vous prions d'accepter l'assurance de notre profond respect.

.....

À notre Maître et Directeur de Thèse

Monsieur le Médecin Principal Jean MORIN

Vous nous avez fait l'honneur de votre disponibilité, de votre patience et de vos enseignements de grandes qualités.
Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de notre admiration et de notre profonde reconnaissance.

.....

Aux membres de notre Jury de Thèse

Monsieur le Médecin en Chef Jean-Éric BLATTEAU

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait de juger ce travail et de nous faire partager vos connaissances et votre expertise.
Votre présence parmi les membres du jury nous honore.

Monsieur le Médecin Principal Jean-Baptiste MORVAN

Nous vous remercions de votre disponibilité du partage de vos connaissances et de vos nombreux conseils.
Soyez assuré de notre plus grand respect.

REMERCIEMENTS

À l'ensemble du personnel du SMHEP :

Pour m'avoir accueilli dans ce domaine rempli de passion et de partage. Pour leurs nombreux enseignements et leur soutien.

À l'ensemble du personnel de l'École de Plongée de Saint-Mandrier :

Qui m'a aidé pour le recueil de données, les séances de sport et leur accueil pour mon SASPAS.

À l'ensemble du personnel du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie :

Pour l'aide au recueil de données et leur accueil afin de réaliser ce travail.

À l'ensemble du personnel de l'HIA Sainte-Anne :

Du commandement pour notre accueil lors de notre affectation, aux services où j'ai pu passer quelques mois et pour ces nombreuses aventures riches en émotions que j'ai pu vivre. Au service des urgences, de neurologie, de dermatologie, d'oncologie et de pneumologie.

À PJ, que j'ai découvert en tant qu'interne lors de mon premier stage infirmier, qui m'a aidé pour les statistiques.

À l'ensemble du personnel du Bataillon des Marins Pompiers de Marseille :

Où j'ai pu réaliser de nombreuses gardes en SMUR avec des séniors qui m'ont permis de prendre confiance en moi et de m'autonomiser, ainsi qu'aux infirmiers et conducteurs sans qui nous ne sommes rien. Aux moments passés à la popote et aux nombreuses canettes que j'ai payé.

À l'ensemble du personnel de L'École de Santé des Armées :

Pour ces 6 années passées dans « cette sacrée sale boîte » et ces moments inoubliables qui font de nous des Santards. Aux nombreux conseils de mes anciens, à l'amitié et le soutien de ma famille de parrainage.

À l'ensemble du personnel de la DFRI et du CHITS :

Pour m'avoir aidé dans l'obtention des autorisations.

Au Dieu des Santards

Qui veille sur nous et qui m'a permis d'en arriver là aujourd'hui ...

À ma conjointe, Chloé, qui a su être présente dans les meilleurs comme dans les moments les plus difficiles. A son soutien indéfectible, son amour et ses nombreuses relectures. Aux nombreux moments que nous avons passés ensemble et à ceux à venir.

À mes parents, pour m'avoir soutenu tout au long de ma vie et à l'éducation qu'ils m'ont transmis. Merci de m'avoir également offert mon premier niveau de plongée en Nouvelle-Calédonie.

À mes grands-parents, pour leur sagesse, leurs nombreux conseils et leur accueil pour mon année de terminale.

À mes petits frères, Paul et Louis, sur qui je veillerai tout au long de ma vie et les nombreuses aventures que nous avons vécues ensemble.

À l'ensemble de ma famille, cousin, cousines, oncles, tantes avec qui j'ai pu passer de merveilleux moments.

À mes nombreux amis, que j'ai pu rencontrer au travers de mes nombreux déménagements et qui sont toujours présents malgré l'éloignement, la Team Polytechnique, l'équipe du Palmier d'or, le beauf Crew, Camile, Alexandre, Julien...

À l'ensemble des professeurs, que j'ai croisé au cours de mon cursus des bancs de la maternelle à ceux de la faculté de médecine, qui m'ont transmis leur savoir, l'envie d'apprendre et de se perfectionner tous les jours.

À André, mon moniteur de plongée, ancien commando, qui m'a fait découvrir le monde merveilleux de la plongée au sein des coraux, tortues et requins.

À toutes ces personnes, que j'ai pu croiser lors de mes nombreux déménagements qui font de moi l'homme que je suis actuellement.

Aux nombreux patients, que j'ai pu soigner depuis le début de mon externat, leurs échanges, leurs joies, leurs peurs, leurs gentillesse.

À ces grandes personnes, qui ont permis l'essor de la plongée sans qui ce travail serait impossible et ceux qui défendent les richesses de l'océan et m'ont inspiré.

Pas à la Covid 19...

TABLE DES MATIERES

GLOSSAIRE	3
INTRODUCTION	4
1^{ère} PARTIE : RAPPELS	5
I. Notions de physique	5
1. Notion de pression	5
2. Les lois de l'état gazeux.....	6
3. Dissolution des gaz.....	8
4. Cinétique des échanges.....	8
5. Application des lois physiques à la plongée en circuit ouvert à l'air et aux mélanges.....	9
II. Rappels sur les barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus	10
1. Épidémiologie.....	10
2. Les barotraumatismes de l'oreille moyenne	11
a. Physiopathologie	11
b. Présentation clinique.....	15
c. Classification.....	15
d. Diagnostic positif	17
e. Bilan paraclinique	19
f. Diagnostics différentiels	20
g. Évolution.....	23
h. Prise en charge thérapeutique	23
3. Les barotraumatismes des sinus	24
a. Physiopathologie	24
b. Présentation clinique.....	27
c. Classification.....	28
d. Diagnostic positif	28
e. Bilan paraclinique	31
f. Diagnostics différentiels	32
g. Évolution.....	33
h. Prise en charge thérapeutique	34
4. Prévention des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus	36
III. Les spécificités du plongeur militaire	38
1. L'aptitude à la plongée militaire.....	38
2. Les plongeurs dans les armées	41
a. Les plongeurs de la Marine Nationale	42
b. Les plongeurs de l'Armée de l'Air.....	44
c. Les plongeurs de la Gendarmerie Nationale	44
d. Les plongeurs de l'Armée de Terre.....	45
2^{ème} PARTIE : ÉTUDE	47
I. Résumé	47
II. Introduction	48
III. Matériel et méthodes	49
IV. Résultats	51
1. Caractéristiques de la population	51
2. Critère de jugement principal	53
3. Critères de jugement secondaire	53

a.	Caractéristiques des barotraumatismes de l'oreille moyenne	53
b.	Caractéristiques des barotraumatismes sinusiens	55
c.	Impact des barotraumatismes de l'oreille moyenne	58
d.	Impact des barotraumatismes sinusiens	60
e.	Profils des plongées responsables des barotraumatismes	62
f.	Profils des plongeurs victimes de barotraumatismes	64
V.	Discussion	68
1.	Contexte de l'étude	68
a.	Type de l'étude	68
b.	Caractéristiques démographiques de la population	68
2.	Analyse des résultats	69
a.	Critère de jugement principal	69
b.	Critères de jugement secondaires	70
3.	Prévention des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus	75
4.	Limites	77
a.	Type d'étude	77
b.	Biais de sélection	78
c.	Biais d'information	78
	CONCLUSION	79
	BIBLIOGRAPHIE	80
	ANNEXES	85
	LE SERMENT D'HIPPOCRATE	105

GLOSSAIRE :

ADD :	Accident De Décompression
AINS :	Anti Inflammatoire Non Stéroïdien
ATM :	Articulation Temporo-Mandibulaire
BTOI :	Barotraumatisme d'Oreille Interne
BTOM :	Barotraumatisme d'Oreille Moyenne
BTORL :	Barotraumatisme ORL
BTS :	Barotraumatisme Sinusien
BTV :	Béance Tubaire Volontaire
CMAPSM :	Certificat de Médecine Appliquée à la Plongée Sous-Marine
CNC :	Cours Nageur de Combat
CNING :	Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie
CPEOM :	Centre Parachutiste d'Entraînement aux Opérations Maritimes
DTIS :	Diplôme de Technicien en Investigation Subaquatique
EGM :	Élève Guerre des Mines
FOP :	Foramen Ovale Perméable
GPD :	Groupement Plongeur Démineur
IO :	Intervention Offensive
IRM :	Imagerie par Résonance Magnétique
MEC :	Module d'Enseignement Complémentaire
NC :	Nageur de Combat
NIV :	Nystagmus Induit par Vibration
ORL :	Oto-Rhino-Laryngé
PCG :	Plongeur de Combat du Génie
PEA :	Potentiel Évoqué Auditif
PLB :	Plongeur de Bord
PLD :	Plongeur Démineur
PLH :	Plongeur Hélicoptère
SMHEP :	Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise de la Plongée
SSA :	Service de Santé des Armées
VNG :	Vidéonystagmographie
VNS :	Vidéonystagmoscopie
VPN :	Valeur prédictive négative
VPP :	Valeur prédictive positive

INTRODUCTION :

Les premières activités sous-marines utilisées à des fins militaires remontent au V^{ème} siècle avant Jésus-Christ. Grâce à l'essor de la plongée vers la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, avec l'apparition des premiers appareils de plongée autonome, la Marine française a eu une volonté de former des plongeurs pour réaliser des travaux subaquatiques de première nécessité.

L'armée française comptabilise environ 2000 plongeurs militaires d'actives. Leurs missions vont de la visite de coque de navire pour les plongeurs de bord, aux opérations d'attaques offensives pour les nageurs de combats, à la neutralisation de mines pour les plongeurs démineurs, aux recherches de corps pour les plongeurs de la gendarmerie ou encore à l'aide au passage de blindés sur des fleuves pour les plongeurs du génie. Ils remplissent donc des missions variées avec des contraintes spécifiques qui ne sont pas rencontrées en plongée loisir. Le Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise de la Plongée (SMHEP) de l'Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne a pour mission le suivi des plongeurs de l'armée française. Les barotraumatismes de la sphère ORL, constituent les accidents de plongée les plus fréquemment rencontrés. Si l'évolution est le plus souvent favorable, il existe des complications aiguës ou chroniques responsables de séquelles.

L'objectif principal de notre étude est de décrire et d'analyser l'épidémiologie des barotraumatismes de l'oreille moyenne (BTOM) et des sinus (BTS) chez les plongeurs militaires. Il n'existe que très peu d'études sur les barotraumatismes de la sphère ORL chez les plongeurs militaires. Haar (1) montre que les accidents de plongée dans les armées du 1^{er} janvier 1970 au 31 décembre 2010 à type de barotraumatismes représentent 22% (n=120) des accidents de plongée, dont 33% de BTOM (n=42) et 4% de BTS (n=5). En parallèle, il retrouve 37% d'accidents de décompression (ADD) (n=220). Il existe probablement une sous-évaluation des barotraumatismes intéressant l'oreille moyenne et les sinus car fréquemment rencontrés directement dans les unités de plongeurs militaires alors que les accidents rencontrés au SMHEP intéressent souvent les formes graves et séquellaires.

Dans notre travail, nous rappellerons les données physiques et physiologiques de la plongée sous-marine appliquée aux armées. Nous énoncerons, l'état des connaissances actuelles sur les barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus. Enfin nous présenterons notre étude et son impact sur la pratique du médecin militaire généraliste.

1^{ère} PARTIE : RAPPELS

I. Notions de physique

L'immersion entraîne de nombreuses contraintes liées à l'environnement guidées par des lois physiques. Ces contraintes expliquent en partie le mécanisme des accidents de plongée. Leur compréhension est donc fondamentale.

1. Notion de pression

Définition :

La pression (P) est définie comme l'action d'une force (F) sur une unité de surface (S) :

$$P=F/S$$

Dans le système international, la force s'exprime en Newton (N) et la surface en mètre carré (m²). La pression s'exprime alors en Pascal (Pa)

Toutefois, dans le milieu hyperbare, il est plus courant d'utiliser le bar (bar) qui correspond à la pression développée par le poids d'une masse d'1 kg s'exerçant sur une surface de 1cm².

D'après la loi de Pascal :

La pression absolue au cours de la plongée est la somme de la pression atmosphérique avec la pression relative qui en milieu sous-marin est représentée par la pression hydrostatique. Il est admis que la pression atmosphérique est de 1 bar au niveau de la mer et que la pression relative augmente de 1 bar tous les 10 mètres de profondeur. Ainsi à 10 mètres la pression absolue subie par l'organisme est de 1+1=2 bars et de 1+2=3 bars à 20 mètres.

L'équivalence des unités de mesure est la suivante ([Tableau 1](#)) : 1 ATA = 1 atmosphère absolue = 101,3kPA = 1.013 bar = 760 mmHg

La variation pressionnelle (ΔP) est donc plus importante dès les premiers mètres.

UNITE	ABBREVIATION	Pa	hPa	Atm	bar	mmHg, Torr	PSI
Pascal	Pa	1	10 ⁻²	9,8692 10 ⁻⁶	1 10 ⁻⁵	7,5006 10 ⁻³	0,145 10 ⁻³
Hectopascal	hPa	100	1	9,8692 10 ⁻⁴	1 10 ⁻³	7,5006 10 ⁻¹	0,145 10 ⁻¹
Pression absolue	bar _(a)	10 ⁵	10 ³	1,0132	0	7,5006 10 ²	x 14,7
Pression atmosphérique standard	Atm	1,0132 10 ⁵	1,0132 10 ³	1	1,0132	760	0,145 10 ⁻¹
Pression relative	bar	1 10 ⁵	1 10 ³	9,8692 10 ⁻¹	1	7,5006 10 ²	14,504
mmHg 0°C	Torr, mmHg	1,3332 10 ²	1,3332	1,3158 10 ⁻³	1,3332 10 ⁻³	1	1,9337 10 ⁻²
Pound / square inch	PSI	6,8948 10 ³	68,948	6,8046 10 ⁻²	6,8948 10 ⁻²	51,7149	1

Tableau 1 : Table de conversion des unités de pression

2. Les lois de l'état gazeux

La loi de Boyle-Mariotte précise qu' « à température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression à laquelle il est soumis. »

P.V = Constante

Où la Constante = n.R.T

Avec n : nombre de molécules de gaz

R : constante universelle des gaz

T : température absolue

En appliquant ce principe à la plongée (schéma 1):

- A la descente, la pression ambiante autour d'un mélange gazeux augmente entraînant une diminution de son volume.
- A la remontée, la pression ambiante autour d'un mélange gazeux diminue entraînant une augmentation de son volume de façon proportionnelle.

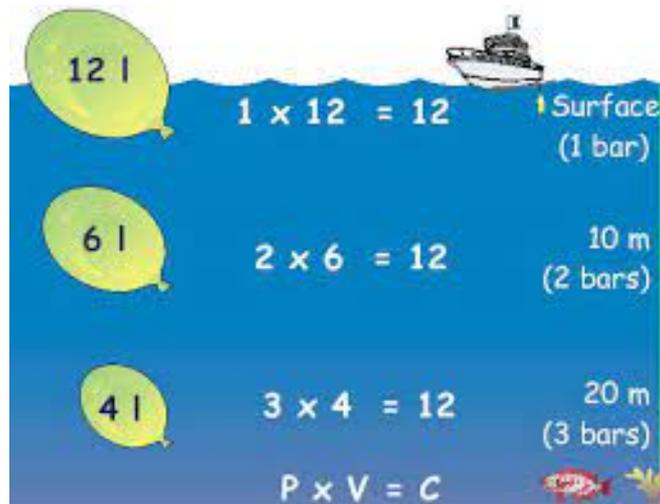


Schéma 1 : illustration de la loi de Boyle-Mariotte

La loi de Boyle-Mariotte permet de mieux comprendre les barotraumatismes en plongée où la variation de pression au cours de la plongée entraîne une variation de volume.

$$P1.V1 = P2.V2$$

La loi de Dalton indique que « la pression totale développée par un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles de chacun des composants, toutes choses étant égales par ailleurs. »

$$P_{tot} = P(i) + P(j) + \dots + P(z)$$

Il en découle que la pression partielle d'un gaz est égale au produit de sa fraction dans le mélange et de la pression totale exercée sur ce mélange.

$$P(i) = F(i).P_{tot}$$

Si on applique le principe de cette loi à la plongée :

Un plongeur qui utilise un mélange Nitrox composé de 40% d'Oxygène et 60% d'Azote respire en réalité :

- en surface ($P_{tot} = \text{Atmosphérique} = 1 \text{ bar}$), une $P(i)$ d'Oxygène de 0.4 bar et une $P(i)$ d'Azote de 0.6 bar
- à 30 m de profondeur ($P_{tot} = 4 \text{ bars}$), une $P(i)$ Oxygène de 1.6 bar et une $P(i)$ Azote de 2.4 bars.

La loi de Dalton permet de comprendre le phénomène de toxicité des gaz en fonction d'une certaine profondeur et des accidents de décompression médullaire.

3. Dissolution des gaz

La loi de Henry énonce qu'« à température constante et à saturation, la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnel à la pression qu'exerce ce gaz sur le liquide. »

Lorsqu'un gaz et un liquide sont mis en contact, il existe un échange à travers l'interface gaz-liquide à la recherche d'un état d'équilibre dit de saturation.

Plus précisément, selon les lois de la thermodynamique, on assiste à un équilibre entre le débit de dissolution et celui de dissociation.

La concentration $C(i)$ des molécules de gaz dissous dans un liquide dépend de la pression $P(i)$ du gaz au-dessus du liquide et de son coefficient de solubilité $S(i)$. Ce coefficient varie selon la nature de ce gaz, la nature du liquide dans lequel il se dissout et la température.

$$P(i) = C(i).S(i)$$

4. Cinétique des échanges

Si on augmente la pression partielle de gaz en phase gazeuse, le liquide devient sous-saturé. Il y a donc un transfert de molécules de gaz vers le milieu liquide, jusqu'à l'obtention d'un nouvel équilibre. En revanche, si la pression partielle d'un gaz diminue, le liquide se trouve en état de sursaturation. Si la différence de pression entre le gaz et le liquide est modérée, le passage de molécules vers la phase gazeuse se fait au niveau de l'interface liquide-gaz. Si cette différence est très importante, le gaz repasse en phase gazeuse au sein même du liquide, créant l'apparition de bulles de gaz dans le liquide : il s'agit alors d'un état dit de sursaturation critique (schéma 2).

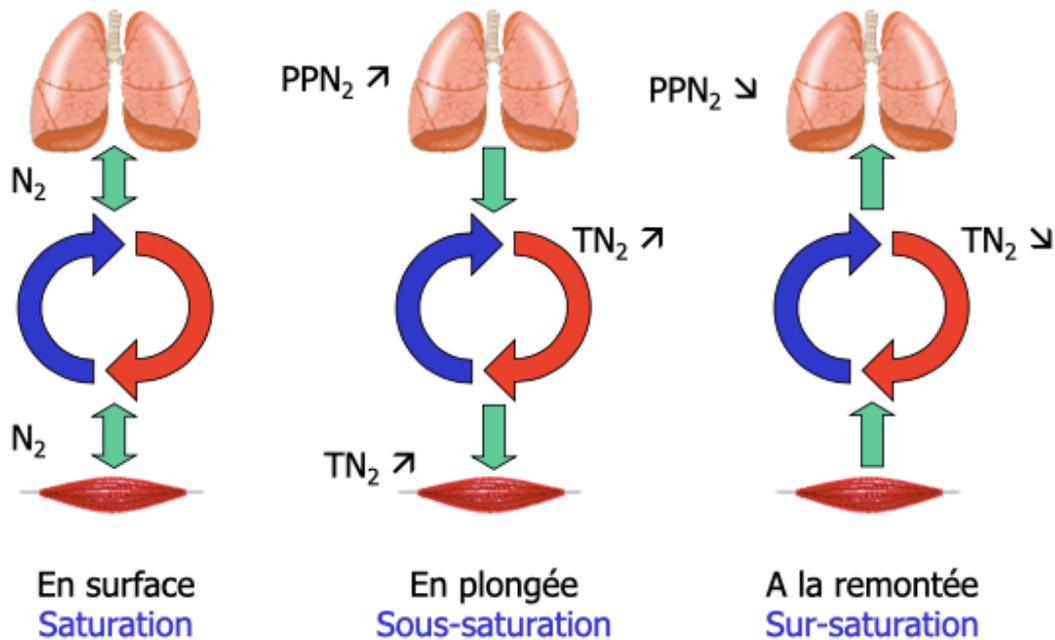


Schéma 2 : cinétique des échanges gazeux
 PPN_2 = pression partielle en azote
 TN_2 = tension (gaz dissous) en azote

5. Application des lois physiques à la plongée en circuit ouvert à l'air et aux mélanges

La plongée en circuit ouvert est le modèle le plus répandu et le plus connu. Les appareils à circuit ouvert permettent d'apporter directement au plongeur à l'aide d'un détendeur relié à une bouteille sous pression un mélange gazeux. Le gaz ventilé est donc identique à celui contenu dans la ou les bouteilles après détente. La fraction de gaz utilisée lors d'un cycle respiratoire est rejetée à l'extérieur et donc perdue.

Le mélange le plus courant en plongée est l'air. Cependant, sa composition limite son utilisation au-delà de 60 mètres. Au-delà de 60 mètres, l'augmentation de la pression partielle en azote (loi de Dalton), peut-être responsable de narcose qui provoque une sensation d'ébriété, d'euphorie et de troubles de la coordination via la modification de la perméabilité de la membrane cellulaire et majore également le risque de survenue d'accident de décompression.

On utilise donc deux principaux mélanges afin de pallier ces risques :

- Le NITROX : il s'agit d'un gaz suroxygéné par rapport à l'air. Son utilisation permet de diminuer sa charge en azote. Cependant son utilisation est

limitée en profondeur par la toxicité de l'oxygène ($PpO_2 > 1.6$ ATA). La concentration de chaque gaz est adaptée en fonction du besoin de la plongée.

- Le TRIMIX : il s'agit d'un mélange de trois gaz, l'oxygène, l'azote et l'hélium. L'hélium permet de limiter la toxicité de l'azote et de l'oxygène.

A noter que d'autres gaz sont employés dans le cadre médical ou de la recherche pour atteindre des profondeurs plus importantes (HELIOX : hélium oxygène, HYDRELIOX : hélium, hydrogène et oxygène).

II. Rappels sur les barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus

1. Épidémiologie

La prévalence des BTOM et BTS est probablement sous-évaluée car les cas mineurs évoluent vers une guérison spontanée. Il existe une surreprésentation des formes graves, hyperalgiques, récidivantes.

Sur 2268 accidents de plongée recensés aux États-Unis et au Canada en 2016 (2) : les barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus sont les plus fréquents (39% des 2268 accidents ; $n=881$), les accidents de décompression arrivant en seconde position (31% des accidents ; $n=694$).

Une étude prospective de 709 plongeurs menée par Taylor (3) suivis pendant un an, note que 52.1% avaient présenté au moins un BTOM dont 25% de récidivants ($n=177$), 34.6% d'au moins un BTS dont 12,8% de récidivants ($n=91$) et 9.2% d'un barotraumatisme dentaire.

Au sein des armées, Arroyo (4), retrouve que les pathologies ORL imputables à la plongée sont responsables de 55% des inaptitudes définitives chez les plongeurs de l'École de plongée de 1982 à 1985. L'étude rétrospective sur les 595 accidents (1) de plongée dans les armées du 1^{er} janvier 1970 au 31 décembre 2010, les barotraumatismes représentent 22% ($n=120$) des accidents, répartis en 33% de BTOM ($n=42$) et 4% de BTS ($n=5$). Les ADD tous confondus représentent 37% des accidents ($n=220$).

L'association de BTS-BTOM et BTOI-BTOM est fréquente. 20% des BTS sont associés à des BTOM (5).

Il n'existe pas à ce jour de cohorte prospective de plongeurs militaires français avec recueil des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus.

2. Les barotraumatismes de l'oreille moyenne

a. Physiopathologie

L'oreille moyenne est la partie de l'appareil auditif comprise entre l'oreille externe et l'oreille interne. Elle est composée chez le mammifère du tympan et de la chaîne des osselets comprenant le marteau, l'enclume et l'étrier (schéma 3).

Elle se compose de 3 entités anatomiques :

- La caisse du tympan comprenant le tympan et la chaîne des osselets qui a pour rôle la transmission du son de l'oreille externe (secteur aérien) vers l'oreille interne (secteur liquidien) à l'aide de la fenêtre ovale.
- La cavité mastoïdienne.
- La trompe d'Eustache ou trompe auditive, est un conduit reliant la caisse du tympan au le pharynx. Elle assure ainsi l'équipression de part et d'autre du tympan entre le pharynx et le conduit externe. Elle mesure en moyenne 3,7 cm de long. La trompe à une direction générale en bas et en dedans et en avant. L'isthme tubaire correspond à la jointure de deux cônes allongés unis par leurs sommets formant un angle de 160 degrés. C'est un étranglement de 2mm de hauteur sur 1mm de large.

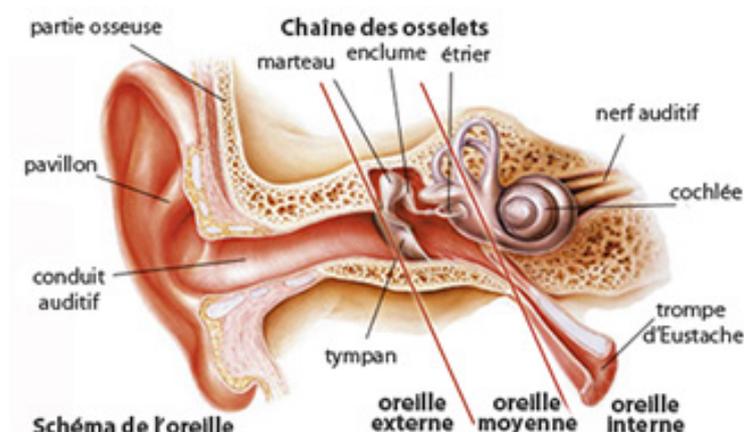


Schéma 3 : anatomie de l'oreille

Lors d'une variation pressionnelle au niveau du conduit auditif externe, l'équilibrage pressionnel de l'oreille moyenne se réalise par la diffusion passive de gaz par la muqueuse mastoïdienne ou par la trompe d'Eustache (6).

Une dépression de 67hPa (67 cm de profondeur en eau) suffit à provoquer des modifications de la microcirculation de la muqueuse et une augmentation de la perméabilité capillaire (7). Une dépression plus importante provoque des effusions plus franches (8)(9) et peut provoquer un épanchement. Une dépression aux alentours de 533hPa peut entraîner une rupture tympanique et un gradient supérieur à 800 hPa peut provoquer une rupture de la fenêtre cochléaire (10).

Le processus de diffusion mastoïdien est insuffisant lors de variations pressionnelles rapides (11). Plusieurs études se sont intéressées au rôle de la cavité mastoïdienne dans la survenue d'un BTOM. Sadé (12) a constaté que 17 patients victimes de BTOM présentent une pneumatisation de la mastoïde plus importante de façon significative (16.85 cm³ vs 12.9 cm³). Sur le plan physiopathologique, le volume de gaz serait plus grand donc la variation absolue plus importante. A l'inverse Uzun (13) trouve dans une population de plongeurs que les cavités mastoïdiennes sont plus faibles chez ceux présentant un BTOM (22,9 cm³ vs 34,1cm³). Toklu (14) quant à lui, ne retrouve pas de relation significative entre volume mastoïdien et la survenue d'un BTOM.

Le mécanisme de la trompe d'Eustache permet de répondre à une variation rapide et intense de la pression ambiante. Elle met en relation la caisse du tympan au rhinopharynx et permet l'équilibre par rapport à la pression ambiante. Tout obstacle anatomique ou pathologique au niveau de l'ostium tubaire ou de la trompe auditive compromet donc l'équilibre pressionnel.

La réalisation de manœuvres d'équilibration permet l'ouverture de la trompe d'Eustache.

- Valsalva : Il s'agit de la manœuvre la plus utilisée. Elle consiste à se pincer le nez et à souffler progressivement bouche fermée. Cependant elle est relativement traumatisante pour les tympans, étant donné que le plongeur force l'équilibrage, mais a pour avantage d'être une des plus aisées à mettre en pratique.

- Frenzel : la manœuvre consiste à plaquer la langue en haut et à l'arrière du palais. Il faut, nez pincé, bouche ouverte et glotte fermée, placer la langue sur le palais en prononçant le son « KE ». Ce mouvement crée ainsi une légère surpression.
- Déglutition : la manœuvre consiste à déglutir pour entrainer une ouverture de la trompe d'Eustache mais présente un certain inconfort en plongée car on ingurgite de l'air au niveau de l'estomac.
- Toynbee : consiste, nez pincé et mâchoire fermée, à effectuer un mouvement de déglutition.
- Béance tubaire volontaire : cette manœuvre se traduit par une stimulation de certains muscles permettant d'ouvrir les trompes d'Eustache. Ceci est réalisé en reproduisant les mouvements provoqués par un bâillement, tout en conservant la mâchoire quasi-fermée. Cette manœuvre est la plus difficile à décrire et nécessite une certaine expérience. C'est la manœuvre avec le moins de risque traumatique.

	VALSALVA	DEGLUTITION	FRENZEL	TOYNBEE	B.T.V DELONCA
NEZ	Pincé	Libre	Pincé	Pincé	Libre
BOUCHE	Fermée	Fermée	Libre	Fermée	Libre
GLOTTE	Ouverte	Fermée	Fermée	Fermée	Libre
ACTION	Souffler dans le nez	Avaler la salive	Langue plaquée sur le palais en prononçant : KE	Avaler la salive	Posture d'ouverture du maxillaire inférieur
RESULTAT	Surpression dans l'oreille moyenne d'origine pulmonaire	Equilibration dans l'oreille moyenne	Surpression d'origine rhino-pharyngée	Dépression	Equilibration
EXECUTION	Facile	Très facile	Assez difficile	Facile	Difficile
SECURITE	Moyenne	Moyenne Risque de stocker l'air dans l'estomac	Bonne	Bonne	Parfaite

Tableau 2 : manœuvres d'équilibration

Des analyses histologiques de l'oreille moyenne sur l'animal ont permis de découvrir des baro et chémorécepteurs responsables de la ventilation de la trompe auditive. Ces barorécepteurs se comportent comme des corpuscules de Pacini (15) dans les cavités de l'oreille moyenne ainsi qu'au niveau des bourrelets tubaires (16). Le stimulus de déséquilibre pressionnel entre les deux compartiments engendre une ouverture tubaire (17)(18). Les chémorécepteurs

sont sensibles au niveau de pression partielle en oxygène. L'hyperoxie (19) et l'hypoxie (16) modifie le délai d'ouverture de la trompe d'Eustache.

En cas de variation pressioennelle brutale et intense au niveau de la membrane tympanique, il peut se produire un BTOI par « coup de piston » de la membrane tympanique via la chaine des osselets contre la fenêtre ovale (schéma 4).

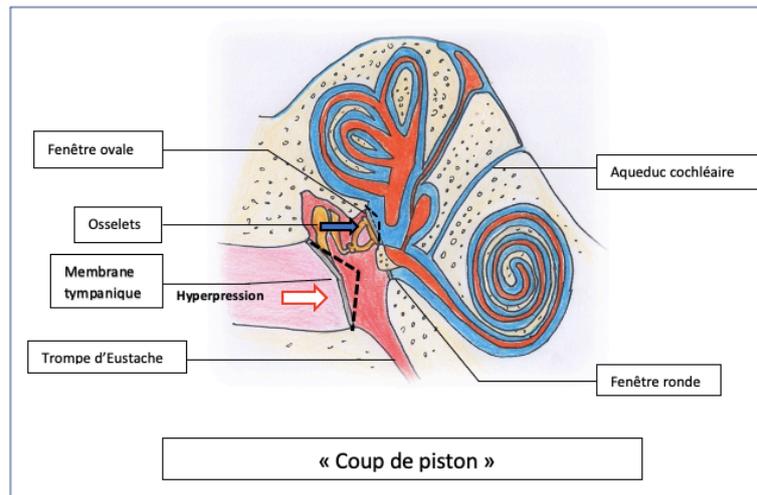


Schéma 4 : mécanisme « coup de piston »

Deux autres mécanismes sont responsables de BTOI au niveau de la fenêtré ronde :

- La voie implosive de Goodhill liée à une brutale hyperpression par l'ouverture de la trompe d'Eustache par une manœuvre de Valsalva forcée (schéma 5) .

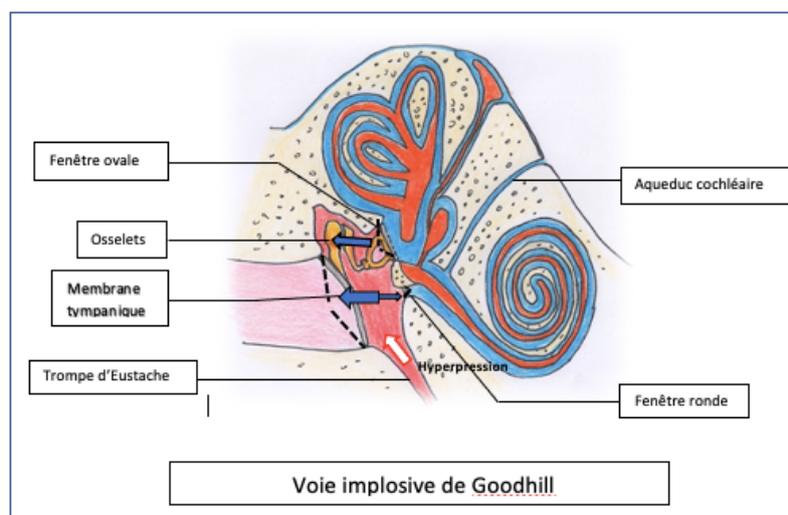


Schéma 5 : mécanisme voie implosive de Goodhill

- La voie explosive de Goodhill liée à une manœuvre de Valsalva forcée qui entraîne une hyperpression du LCR et du liquide périlymphatique via l'aqueduc cochléaire (schéma 6).

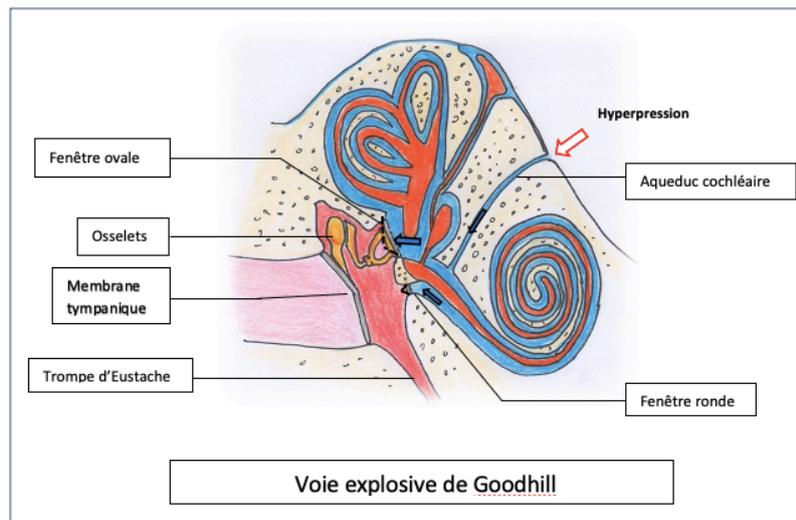


Schéma 6 : mécanisme voie explosive de Goodhill

Enfin une rupture de la fenêtrure ovale ou ronde entraîne une communication entre l'oreille interne et l'oreille moyenne avec une fuite de périlymphe signe une fistule périlymphatique.

b. Présentation clinique

Le BTOM, survient suite à une variation de pression. Il peut survenir lors d'une plongée en apnée ou avec un appareil de plongée, d'un vol, d'activités à type parachutisme ou parapente. Les signes fonctionnels peuvent être une otalgie, une hypoacousie ou une plénitude de l'oreille. Sans compensation efficace par une manœuvre d'équilibration, l'otalgie s'accroît au cours de la descente et peut même devenir syncopale avec un risque de noyade pour le plongeur. En cas de perforation tympanique, une otorragie peut être rapportée et secondairement une otorrhée en cas de surinfection.

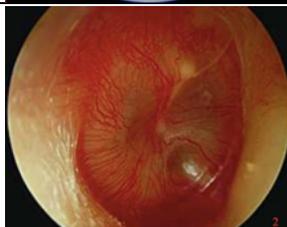
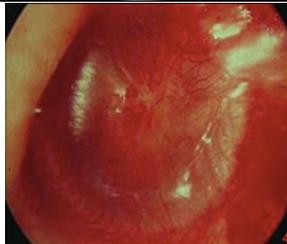
c. Classification

Deux classifications sont habituellement utilisées et reposent sur l'examen otoscopique.

La classification d'Edmonds, (20) est la plus utilisée dans les articles anglo saxons :

- grade 0 : symptômes évocateurs mais tympan normal
- grade 1 : hyperhémie et rétraction tympanique
- grade 2 : grade 1 avec traces hémorragiques tympaniques
- grade 3 : ecchymoses tympaniques importantes
- grade 4 : hémotympan
- grade 5 : perforation tympanique

Cependant la classification la plus utilisée reste celle de Haines et Harris reprise par Riu et Flottes (21) (22) qui permet de guider la stratégie thérapeutique.

	<p>Stade 1 : hyperhémie du manche du marteau</p>
	<p>Stade 2 : tympan congestif et rétracté</p>
	<p>Stade 3 : épanchement séreux rétro tympanique</p>
	<p>Stade 4 : épanchement hémattique ou hémotympan</p>
	<p>Stade 5 : perforation tympanique</p>

d. Diagnostic positif

Le diagnostic est anamnestique et clinique. Les examens paracliniques sont réservés pour les formes cliniques compliquées et en cas de barotraumatismes récidivants à la recherche d'une étiologie.

- **Interrogatoire**

L'interrogatoire précise les circonstances de l'accident. Il recherche les antécédents du patient, une dysperméabilité tubaire préexistante, le type de variation barométrique, la réalisation et l'efficacité des manœuvres d'équilibration, le retrait du milieu traumatogène. Il faut également rechercher l'absence de signe d'atteinte de l'oreille interne à type d'acouphènes, d'hypoacousie sévère, vertiges, instabilité, complication du BTOM.

Nous présentons une liste étiologique des dysperméabilité tubaires.

- L'infection ou l'inflammation aiguë des voies aériennes supérieures.
- Les antécédents rhino-sinusiens chroniques à évoquer devant : hyposmie, anosmie, obstruction nasale, rhinorrhée, épistaxis, céphalées, prurit nasal, éternuements à répétition.
- Les antécédents chirurgicaux ORL notamment le risque de bride post adénoïdectomie.
- Les antécédents acquis ou congénitaux modifiant l'architecture ORL (polype, tumeur, déformation osseuse qu'elle soit traumatique, tumorale, fente vélopalatine, atrésie choanale, déviation septale importante).
- Les antécédents de BTOM ou de BTS et les circonstances de survenue. Une étude menée par Miyazawa (23) montre que les patients atteints d'un BTOM présentent une diminution du temps d'ouverture tubaire en l'absence d'autre cause de dysperméabilité tubaire. Ceci est en accord avec une autre étude menée par Uzun, sur 47 plongeurs qui montre que ceux ayant un antécédent de barotraumatisme sinusien ou de l'oreille moyenne avaient plus de risque d'être victime d'un barotraumatisme sinusien (24).
- Les antécédents de pathologie pulmonaire (asthme, mucoviscidose, dilatation des bronches, allergie).

- Les facteurs extrinsèques dysbariques : les tympanométries réalisées lors de plongées répétées retrouvent un examen pathologique (aspect courbe C) ([image 1](#)) chez 50% des plongeurs à l'issue de la première plongée qui persiste à deux heures chez 10,6% d'entre eux (25). Après la deuxième plongée 70% présentent une courbe en C qui persiste chez 50% des plongeurs à deux heures. Le risque existe en thérapeutique hyperbare (23).

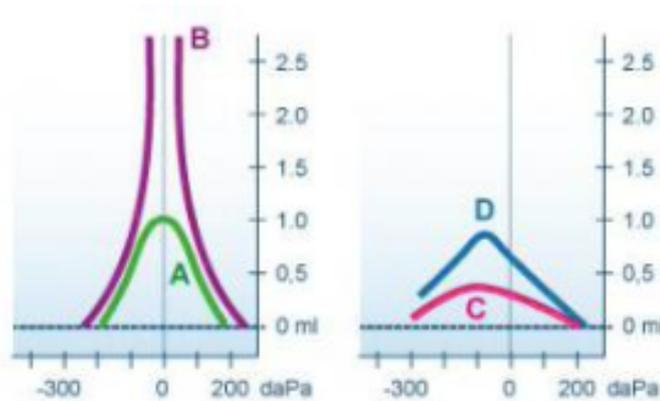


Image 1 : aspect des courbes de tympanométrie

- **Examen clinique**

L'examen clinique comprend un examen otoscopique et une recherche d'obstruction tubaire en réalisant une manœuvre de Valsalva. Le stéthoscope de Toynbee recherche la symétrie et est efficace malgré la présence de bouchon de cérumen. En cas de trouble de l'audition, la réalisation d'une acoumétrie avec les épreuves de Rinne et Weber sera réalisée à l'aide d'un diapason pour orienter sur le type de surdité de transmission ou de perception (26).

S'il existe un doute de perforation tympanique, la présence de bulles lors d'une manœuvre de Valsalva après avoir introduit du sérum physiologique dans le conduit externe est un argument en faveur. Le stéthoscope de Toynbee permet d'entendre le passage de l'air.

L'examen clinique des fosses nasales comporte une rhinoscopie antérieure à l'aide d'un spéculum et d'une endoscopie des fosses nasales et du rhinopharynx avec un nasofibroscope qui recherchera une trace d'épistaxis au niveau du méat moyen en faveur d'une atteinte sinusale maxillaire, ethmoïdale antérieure ou frontale, du méat supérieur en faveur d'une atteinte ethmoïdale postérieure, du récessus ethmoïdo-sphénoïdal en faveur d'une atteinte sphénoïdale ou d'un hémotympan drainé au niveau de l'ostium tubaire.

En cas de suspicion d'une atteinte de l'oreille interne devant une baisse de l'audition, des acouphènes ou des vertiges, il faudra réaliser une acoumétrie, un examen vestibulaire complet avec recherche de nystagmus sous vidéonystagmoscopie et des épreuves vestibulaires statiques (manœuvre de Romberg, des index) et dynamiques (manœuvre de Fukuda, marche en étoile). Un examen neurologique complet et rigoureux à la recherche d'un syndrome méningé, d'un syndrome cérébelleux, d'une atteinte des paires crâniennes est important afin d'éliminer un ADD neuro médullaire ou central.

e. Bilan paraclinique

Dans le cadre d'un premier épisode de BTOM, l'examen clinique suffit au diagnostic. Toutefois, un bilan paraclinique peut être utile afin de réaliser une évaluation du retentissement fonctionnel ou bien à visée médico légale en cas d'accident du travail.

L'audiométrie permettra de mettre en évidence une audition normale ou bien une surdité de transmission en cas d'épanchement rétro tympanique. S'il existe une surdité de perception, cela doit faire penser à une atteinte de l'oreille interne comme évoqué ci-dessus.

Les variations pressionnelles d'une tympanométrie vont de -20hPa à +20hPa et n'est pas contre indiquée lors d'un BTOM. Pour les stades 1 et 2, elle objectivera une courbe décalée vers les pressions négatives (type C) et en cas d'épanchement rétro tympanique, un tracé plat (image 1). Cet examen est utile en cas de doute d'épanchement rétro tympanique ou bien à visée médico légale chez les professionnels (6).

Le bilan des BTOM récidivants associés à des BTS à répétition comprend une consultation ORL spécialisée avec une endoscopie nasale et un scanner des sinus et du massif facial. En cas d'obstruction nasale chronique, la rhinomanométrie associée avec test aux vasoconstricteurs locaux objective l'influence d'un obstacle mécanique et/ou muqueux inflammatoire. L'enquête allergologique recherche un terrain de rhinite allergique.

En cas de suspicion d'atteinte de l'oreille interne, une vidéonystagmographie (VNG) ou une vidéonystagmoscopie (VNS) peut être réalisée afin de rechercher un nystagmus en faveur d'une atteinte vestibulaire. Le nystagmus induit par la vibration (NIV) est réalisé par l'application d'un vibreur sur la mastoïde et peut

faire apparaître, sous lunettes de VNS, une atteinte vestibulaire même ancienne et pourtant bien compensée. Les potentiels évoqués auditifs (PEA) permettent d'évaluer la transmission du son de la cochlée jusqu'au lobe temporal. En cas de test négatif, l'absence d'activité électrique signe une atteinte cochléaire, du nerf auditif ou des aires cérébrales de l'audition.

Exceptionnelle, la fistule périlymphatique doit être recherchée en cas de symptômes progressifs, de surdité fluctuante, d'aggravation secondaire ou positionnelle. Le bilan comprendra une audiométrie tonale, vocale et positionnelle de Frazer et Axel. L'audiométrie positionnelle retrouve une amélioration ≥ 10 dB sur ≥ 3 fréquences. La VNG retrouve une hypo ou une aréflexie vestibulaire. Il faut également rechercher le signe de la fistule de Lucae à la recherche d'un nystagmus ou de malaise à l'hyperpression dans le méat acoustique externe au speculum de Siegle et le signe de Tullio à la recherche d'un malaise ou nystagmus à l'hyperstimulation sonore (80 dB à 250 et 500 Hz).

f. Diagnostics différentiels

- L'otite externe survient lors de la baignade et de la plongée. Cependant, l'apparition de l'otalgie est évocatrice et l'examen clinique retrouve une inflammation du conduit externe qui n'est pas retrouvé en cas de BTOM (27).
- Le barotraumatisme de l'oreille externe (image 2). Il se produit si le conduit auditif externe est obstrué par du cérumen, si une cagoule de plongée est trop serrée ou en cas d'utilisation de tampons auriculaires. Des lésions de la peau du conduit sont possibles.

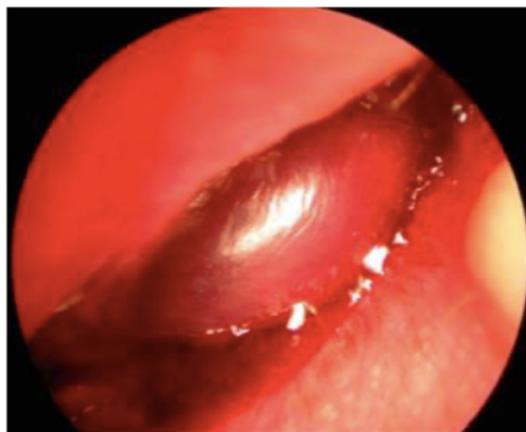


Image 2 : barotraumatisme externe

- Une otite moyenne aigue congestive ou purulente peut compliquer un épisode de rhinopharyngite. Elle est fréquente chez l'enfant mais plus rare chez l'adulte. On peut la différencier d'un BTOM par l'interrogatoire avec des symptômes d'apparition progressifs plutôt que brutaux au décours d'une plongée. L'examen clinique peut retrouver de la fièvre qui n'est pas retrouvée en cas de BTOM. L'épanchement retro tympanique purulent est en faveur d'une otite purulente alors qu'un hémotympan ou un épanchement séreux sont plutôt en faveur d'un BTOM (27).
- Une otite chronique séromuqueuse est favorisée par un terrain de dysperméabilité tubaire. Une otite séromuqueuse peut se révéler par une hypoacousie et doit évoluer depuis plus de 3 mois. Le traitement par corticoïdes en courte durée et lavage des fosses nasales vise la restauration de la perméabilité tubaire. La pose d'aérateur transtympanique pourra donc se discuter en l'absence d'amélioration avec le traitement médical (27).
- Un ADD est à évoquer en cas d'une hypoacousie, d'acouphènes et de troubles de l'équilibre. Cependant l'examen clinique ne retrouve pas d'atteinte tympanique en faveur d'un BTOM, les symptômes apparaissent à l'issue de la phase de décompression, le profil des plongées diffère par des plongées plus profondes (26). Ce diagnostic différentiel est à évoquer car la prise en charge diffère. Le traitement repose sur la recompression du plongeur en caisson hyperbare.
- La naupathie après la plongée peut provoquer des nausées et des vomissements qui peuvent à tort faire penser à une atteinte vestibulaire. Si une naupathie, de nature bénigne est évoquée à la place d'un ADD ou d'un BTOI, elle peut induire un retard de diagnostic, de traitement et de prise en charge.

- **Cas particuliers**

Le BTOM retardé ou oxyotitis (29) est décrit lors des plongées en oxygène pur. Ces accidents surviennent quelques heures après la plongée alors que celle-ci s'est déroulée sans difficulté d'équilibration pressionnelle. Le mécanisme repose sur l'action inhibitrice de l'hyperoxie sur la fonction ventilatoire de la trompe d'Eustache. La décroissance rapide par diffusion du volume d'oxygène accumulé dans l'oreille moyenne entraîne une dépression endotympanique voir

un épanchement rétro tympanique et une diminution de la compliance à distance de la plongée. Le sommeil, au cours duquel l'ouverture de la trompe est moins fréquemment déclenchée par la déglutition, serait un facteur de risque (10).

La physiopathologie du BTOM iatrogène est semblable à celle rencontrée au décours d'une plongée. Il fait suite à une séance d'oxygénothérapie hyperbare chez des patients qui ne sont pas habitués et sensibilisés aux activités à risque de barotraumatismes ou intubés ventilés et présentant souvent des comorbidités. Beuerlein (28) étudie l'incidence des BTOM dans deux groupes :

- Patients valides capable de réaliser les manœuvres d'équilibration et retrouve une incidence de 37%.
- Patients incapables de les réaliser (comateux, ventilés, sédatisés) où il retrouve une incidence de 91%.

Une étude a recensé l'ensemble des événements indésirables rencontrés au cours d'1,5 millions de séances d'oxygénothérapie hyperbare (29). 0,68% étaient associées à des événements indésirables majoritairement composés de barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus.

Dans sa partie tympanique, la paroi du canal du nerf facial peut être très mince voire déhiscente. Le nerf facial est alors nu dans l'oreille moyenne. Cette déhiscence est retrouvée chez 55% de la population. Lors d'une variation de pression dans l'oreille moyenne, l'augmentation de volume comprime les vasa nervorum du nerf facial dans sa partie tympanique réalisant une insuffisance vasculaire locale avec souffrance neuronale et provoque une paralysie faciale périphérique d'origine dysbarique. Une prise en charge rapide dans les 3 heures est importante pour éviter les séquelles et repose sur des manœuvres d'équilibration et une oxygénothérapie normo ou hyperbare (30).

L'échappement gazeux en cas de brèche ou de déhiscence de la cavité de l'oreille moyenne peut créer une pneumocéphalie. Une imagerie cérébrale est indispensable pour établir le diagnostic (image 3).

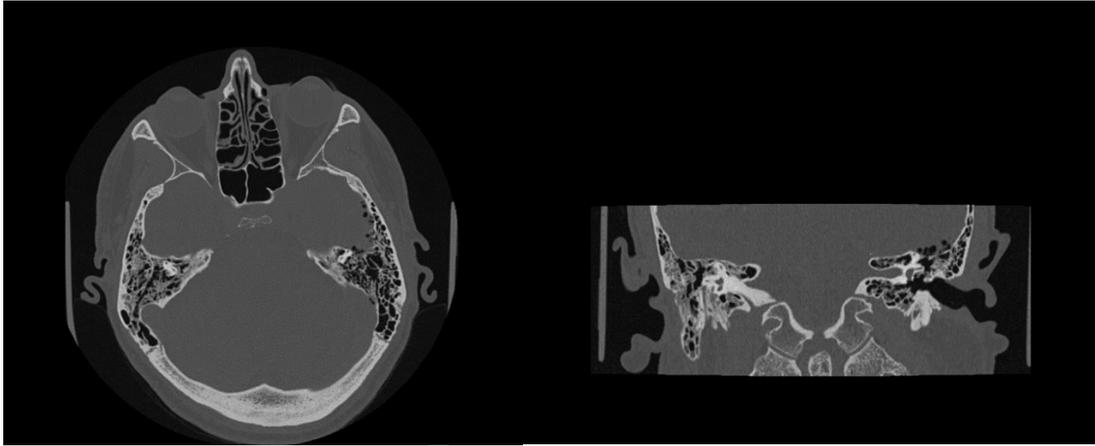


Image 3 : aspect TDM en coupe axiale et frontale d'une pneumencéphalie

g. Évolution

Pour les stades mineurs, en l'absence d'épanchement, l'évolution se fait spontanément vers la guérison en l'espace de quelques jours. Pour les stades avancés avec épanchement rétro tympanique, l'évolution peut se compliquer d'une surinfection. S'il existe une perforation tympanique, l'évolution naturelle se fait le plus fréquemment vers la cicatrisation après avoir supprimé les activités à risque de BTOM :

- Activités et transports à risque de variation pressionnelle : apnée, plongée, parachute, parapente, TGV, avion, montagne avec altitude > 1500 m.
- Éternuement bloqué, mouchage violent.
- Manœuvre de Valsalva.

L'impact opérationnel est important sur le plan de la formation et du potentiel d'intervention subaquatique des armées.

h. Prise en charge thérapeutique

La prise en charge thérapeutique repose sur l'éviction des activités à risque de barotraumatismes, ainsi que sur la reperméabilisation de la fonction tubaire. Pour les formes mineures sans épanchement, le traitement est donc essentiellement local avec un lavage des fosses nasales au sérum physiologique, l'utilisation de vasoconstricteurs et d'aérosols soniques ou manosoniques à base de corticoïdes pendant une semaine.

En cas d'épanchement, l'utilisation d'une antibiothérapie à large spectre actif (type amoxicilline/acide clavulanique) sur les germes de la sphère ORL et une corticothérapie sur une durée de 8 à 10 jours permet de limiter le risque de surinfection.

En cas de persistance de l'épanchement à un mois, une paracentèse peut être proposée et la pose d'aérateur trans-tympanique discutée.

Certaines études (31)(32) montrent l'intérêt de l'utilisation d'un surfactant synthétique chez l'animal pour les otites séromuqueuses ainsi que pour les BTOM stade 3-4 avec un retour à la normale plus rapide.

En cas de BTOM récidivants, il faudra chercher à éliminer une cause de dysperméabilité tubaire et la traiter. S'il est impossible de la traiter, une éviction ou bien une limitation des activités à risque pressonnier sera à prévoir.

S'il existe une perforation tympanique, le risque de récurrence de BTOM est absent tant que la perforation persiste. Cependant, la reprise de la plongée sera contre-indiquée afin de limiter le risque de surinfection et de vertiges alternocaloriques par stimulation calorique asymétrique (vertige sous l'eau risque de désorientation donc de sur-accident voire de noyade). La cicatrisation tympanique est le plus souvent spontanée. En aéronautique, il faut limiter les vols afin d'éviter la réalisation de manœuvres de Valsalva à répétition qui risquent de retarder la cicatrisation du tympan. Il n'existe pas de donnée dans la littérature concernant la durée avant la reprise d'une activité à risque pressonnier après fermeture, et cicatrisation du tympan. Néanmoins, un délai de 2 mois semble nécessaire afin d'obtenir une cicatrisation satisfaisante. Ce même délai est à respecter de principe en cas de chirurgie de l'oreille moyenne (myringoplastie ou tympanoplastie de type 1) avant d'évaluer une reprise des activités à risque.

3. Les barotraumatismes des sinus

a. Physiopathologie

Les sinus sont des cavités semi-closes à parois osseuses recouvertes d'une muqueuse de type respiratoire. Le volume de la cavité ne peut pas varier. Si la perméabilité ostiale est compromise, les sinus sont isolés en cas de variation de pression ambiante, il existe un risque de BTS. Ils se drainent dans les fosses

nasales par des ostia pour les sinus maxillaires et sphénoïdaux et par le canal nasofrontal pour les sinus frontaux. L'ostium du sinus sphénoïdal est court et mesure entre 2 et 4 mm. L'ostium du sinus maxillaire ou canal maxilo-nasal mesure entre 5 et 8 mm de long et le canal nasofrontal est plus long, de 15 à 20 mm de dimension indépendante de la taille du sinus frontal, parfois tortueux dans un ethmoïde antérieur étroit.

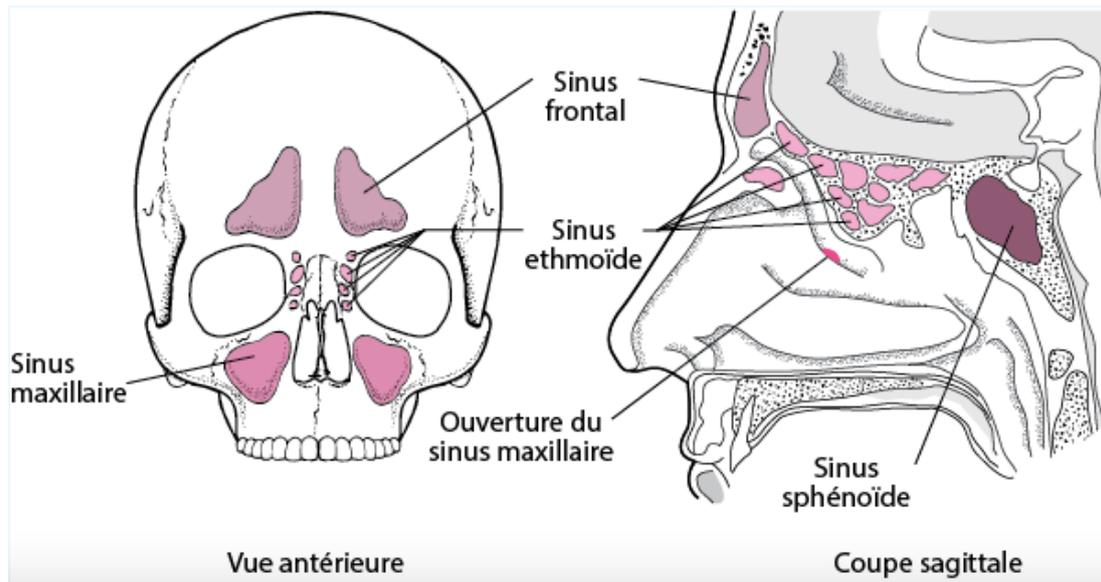


Schéma 7 : anatomie des sinus de la face

Il existe deux mécanismes lésionnels :

- **La forme implosive à la descente (« Sinus squeeze »)**

Lors de la phase de descente, les sinus se trouvent en dépression relative par rapport à la pression ambiante qui est augmentée. Les échanges gazeux entre les fosses nasales et le sinus permettent l'ajustement pressionnel par des modifications du volume de gaz dans les sinus. Le rôle des échanges gazeux intrasinusiens transmuqueux est négligeable dans ces situations. Un œdème ostial ou un obstacle méatal peut gêner l'équilibration pressionnelle aggravant ainsi la dépression relative tout au long de la descente. La dépression endosinusienne relative augmente en elle-même l'obstruction ostiale en renforçant la coaptation des berges muqueuses au méat (schéma 8A).

L'ostium sinusien agit alors comme une valve unidirectionnelle et transforme le sinus en une cavité close en dépression relative. Il se produit alors des lésions a

vacuo (accident implosif dit « sinus squeeze ») qui consistent en l'évolution de 3 stades anatomo-cliniques de gravité croissante :

- Une dépression de 100 à 150 mm Hg (0,13 à 0,2 ATA) peut provoquer un œdème et une hyperhémie exsudative de la muqueuse, par extravasation de plasma sans passage d'éléments sanguins (ultrafiltration).

- Une dépression de 150 à 300 mm Hg (0,2 à 0,4 ATA), peut provoquer un décollement intramuqueux et un épanchement séro-muqueux ou séro-hématique, par passage transcapillaire des éléments figurés.

- Une dépression supérieure à 300 mm Hg (> 0,4 ATA), peut provoquer une hémorragie tout d'abord interstitielle puis sous-muqueuse, puis enfin intracavitaire lors de la déchirure de la muqueuse et constituant l'hémosinus.

- **La forme explosive à l'ascension ou à la remontée (« Reverse sinus squeeze »)**

À l'inverse, à la remontée après une plongée profonde, les sinus sont en surpression relative en l'absence d'équipression. L'expansion gazeuse intrasinusienne augmente contre les parois osseuses solides au fur et à mesure que la dépression s'accroît. Normalement, l'ostium joue son rôle de soupape pressurisée et laisse fuir le volume gazeux en excès. La surpression relative endosinusienne est bien tolérée car l'ostium se laisse habituellement forcer dans ce sens. Si la valve est obstructive et empêche l'évacuation de l'air en excès. Il s'agit là de la forme explosive du BTS, encore appelé « reverse sinus squeeze » (schéma 8B).

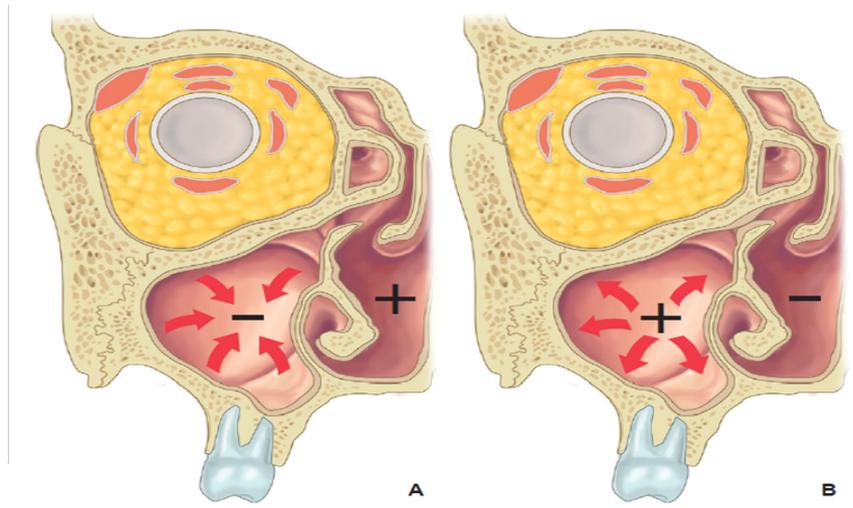


Schéma 8 : forme implosive et explosive

A : Forme implosive (« Sinus squeeze ») lors de la descente avec dépression relative endosinusienne

B : Forme explosive (« Reverse sinus squeeze ») lors de la remontée avec hyperpression relative endosinusienne

Chez les fumeurs, il a été décrit une diminution de la perméabilité ostiale au niveau des sinus de l'ordre de 30 % (33), probablement par l'épaississement muqueux induit. Cependant l'étude de Uzun sur les 47 plongeurs (sans antécédents de rhinosinusite chronique) soumis à un examen médical avant leur brevet de plongée, montre qu'il n'avait pas été retrouvé d'association entre le sexe, la consommation d'alcool et le tabac dans la survenue d'un BTS (24).

La plongée sous-marine est en elle-même un facteur favorisant de dysperméabilité ostiale. Une température de l'eau inférieure à 18 degrés et la respiration d'un air froid peuvent être responsables d'une hyperhémie et d'une réduction du mouvement ciliaire. La position déclive du plongeur tête vers le bas favorise la congestion veineuse par la gravité (34).

b. Présentation clinique

La majorité des BTS surviennent lors d'une plongée sous-marine ou une activité aéronautique. La littérature en décrit également lors d'un passage thérapeutique en caisson hyperbare (35), au cours d'une ventilation au protoxyde d'azote lors d'une anesthésie générale (36), ainsi que lors d'un

mouchage violent, d'une manœuvre vigoureuse de Valsalva ou lors d'un saut en parachute (37).

Si tous les sinus peuvent être atteints, l'atteinte la plus courante est celle du sinus frontal (68 à 100% selon les séries (38)(39)), du sinus maxillaire ou de l'éthmoïde (37) et enfin plus rarement du sphénoïde (seulement 6% dans une série de 50 BTS (40)).

c. Classification

La classification de Weissmann (41) de 1972 est ancienne et repose sur la durée, l'intensité des symptômes et la réalisation de clichés radiographiques des sinus. Elle décrit trois stades de sévérité du BTS :

- Stade 1 : gêne douloureuse passagère avec radiographie normale
- Stade 2 : douleur inférieure à 24h avec épaissement muqueux sinusien sur la radiographie
- Stade 3 : douleur intense et persistante au-delà de 24h avec comblement complet sinusien sur la radiographie.

La réalisation des clichés radiographiques standards des sinus n'est plus proposée en routine mais cette classification reste d'actualité pour catégoriser les BTS en fonction de la durée des symptômes (38).

d. Diagnostic positif

Dans les formes les plus courantes, le diagnostic reste clinique et repose sur l'interrogatoire et l'examen clinique. L'imagerie n'est pas recommandée en première intention. Elle est indiquée pour le bilan d'une complication, en cas de doute de diagnostic différentiel ou bien en cas de barotraumatismes récidivants à la recherche d'une étiologie (42).

• **Interrogatoire**

L'interrogatoire doit faire préciser le mécanisme pressionnel en cause et rechercher s'il s'agit d'un BTS en phase implosive à la descente ou en phase explosive à l'ascension ou à la remontée. A l'inverse, devant tout tableau de sinusite aiguë, il faut savoir rechercher à l'anamnèse une exposition pressionnelle à risque que le patient peut ne pas rapporter spontanément s'il n'établit pas le lien causal.

Le premier signe fonctionnel rapporté est la survenue rapide d'une douleur faciale localisée ou d'une céphalée plus diffuse. Elle peut s'exprimer par une sensation de pesanteur, d'aiguille ou d'arrachement. Le site de la douleur lorsqu'elle est localisée, a une valeur localisatrice sur le côté et le sinus atteint.

- Une douleur sus-orbitaire signe généralement une atteinte du sinus frontal.
- Une atteinte du sinus maxillaire peut se caractériser par une douleur sous maxillaire ou dentaire (arcade supérieure).
- Une douleur localisée au niveau du canthus interne oriente vers une atteinte du sinus de l'éthmoïde.
- Des douleurs rétro orbitaires, occipitales et du vertex orientent vers un BTS sphénoïdal (43).

Les patients rapportent souvent une sensation de craquement dans la région du sinus concerné. Cela peut correspondre aux lésions muqueuses et à la formation de l'hémorragie sous-muqueuse (38).

L'intensité de la douleur et ses conséquences varient en fonction du contexte de survenue du BTS et de la rapidité d'installation du delta pressionnel. La céphalée va d'une simple gêne à une douleur intense, parfois syncopale et alors dangereuse pour le patient (risque de noyade en plongée sous-marine) ou pour les passagers d'un vol si la douleur est incapacitante pour le pilote. La douleur est d'autant plus intense qu'elle survient dans la forme explosive du BTS.

L'épistaxis est le deuxième symptôme le plus souvent rapporté avec une incidence variable selon les études (33% pour Uzun (24) à 66% pour Plafki (44)). Ce saignement ne s'extériorise pas immédiatement dans la fosse nasale et le plus souvent, le plongeur remarque la présence de sang dans son masque en surface. Cette extériorisation tardive s'explique par le fait que, lors de la remontée, l'hyperpression relative qui se crée dans le sinus chasse le sang intra sinusien dans la fosse nasale (24).

Par la suite, l'interrogatoire doit faire rechercher les facteurs de risque de la survenue du BTS et de sa récurrence possible en cas de nouvelle exposition pressionnelle à risque :

- Symptômes évocateurs d'une infection ou d'une inflammation aiguë des voies aériennes supérieures pendant l'activité pressionnelle en cause.

- Antécédents rhino sinusiens : symptômes d'une rhinite ou rhinosinusite chronique à savoir hyposmie voire anosmie, obstruction nasale, rhinorrhée, épistaxis, céphalée, prurit nasal, éternuements à répétition (faire préciser les éventuels traitement médicaux et/ou chirurgicaux entrepris avec antécédent de chirurgie fonctionnelle endonasale en particulier ethmoïdale).
- Antécédents de traumatisme cranio-facial.
- Antécédents de BTS et les circonstances de survenue.
- Antécédents d'allergie respiratoire, de pathologie pulmonaire (asthme, mucoviscidose, dilatation des bronches).
- Tabagisme.
- Paramètres de la plongée, température de l'eau.

Enfin, l'interrogatoire doit faire rechercher les symptômes évocateur d'un éventuel barotraumatisme d'oreille moyenne et/ou interne associé dans 20% des cas de BTS (5) : otalgie, hypoacousie, otorragie, acouphène, vertige, nausée, vomissement.

- **Examen clinique**

L'interrogatoire suffit le plus souvent au diagnostic positif. L'examen clinique est assez pauvre et peu spécifique. Il a pour intérêt d'éliminer une surinfection, une forme compliquée ou associée et de préciser le diagnostic étiologique notamment pour les BTS récidivants afin d'adapter le traitement préventif.

L'examen peut retrouver une épistaxis. Afin d'éliminer les formes compliquées, un examen du cadre orbitaire (inspection et palpation à la recherche d'un emphysème péri-orbitaire), des paires crâniennes (oculomotricité, sensibilité du nerf trijumeau V2, acuité visuelle) et la recherche d'une altération de la conscience, d'un syndrome méningé et d'une éventuelle rhinoliqorrhée est indispensable. Un examen ophtalmologique spécialisé doit être réalisé en cas de complication.

Toute atteinte d'un sinus doit faire rechercher un barotraumatisme d'oreille moyenne et/ou interne associé, avec la réalisation d'une otoscopie, d'une

acoumétrie, d'un examen vestibulaire complet (recherche d'un nystagmus spontané, épreuves vestibulaires statiques et dynamiques : manœuvre de Romberg, des index, de Fukuda, de la marche en étoile).

En cas de BTS récidivants un avis spécialisé est nécessaire afin de réaliser une rhinoscopie antérieure au spéculum et une endoscopie des fosses nasales. Lorsque le patient ne consulte pas immédiatement, cet examen recherche une éventuelle surinfection avec la présence de pus au méat moyen (sinus antérieurs), au méat supérieur (ethmoïde postérieur) ou dans le récessus ethmoïdo-sphénoïdal (sphénoïde). Un prélèvement bactériologique peut alors être réalisé par un écouvillonnage.

Cette endoscopie est d'abord réalisée sans puis après l'imprégnation de xylocaïne naphazolinée qui permet de rétracter la muqueuse. L'objectif est de faire le bilan des anomalies muqueuses et architecturales qui peuvent expliquer la survenue du BTS (34).

e. Bilan paraclinique

Dans le cas d'un premier épisode de BTS, si le diagnostic est évident et la symptomatologie modérée, il n'est pas nécessaire de réaliser d'imagerie (24).

La réalisation d'une imagerie est indiquée en cas de doute diagnostique ou si la douleur est intense, persiste ou s'aggrave. Si la classification de Weissmann repose sur des clichés radiographiques, aujourd'hui l'imagerie de référence est le scanner des sinus qui permet de préciser le ou les sinus en cause et le caractère partiel ou complet du comblement (5). Le scanner est utile dans la mise en évidence des facteurs favorisants et pour la surveillance de l'évolution.

En cas de suspicion d'une complication orbitaire et/ou méningo-encéphalique, une imagerie injectée orbitaire et cérébrale s'impose en urgence avec recours au scanner ou à l'IRM associée ou non à une ponction lombaire.

En cas de BTS récidivant ou chronique, il faut rechercher une pathologie sinusienne préexistante avec un bilan comprenant une endoscopie nasale et un scanner des sinus (anomalies muqueuse et architecturales). Une rhino manométrie peut être proposée en cas d'obstruction nasale chronique pour confirmer objectivement la chute des débits et l'augmentation dans une ou les deux fosses nasales et apprécier l'influence d'un obstacle mécanique et/ou

muqueux inflammatoire (réponse au test aux vasoconstricteurs locaux) sur la genèse de cette obstruction. Si ce bilan est négatif, une enquête allergologique est proposée.

f. Diagnostics différentiels

Le diagnostic positif du BTS est clinique et assez simple toutefois il faut éliminer certains diagnostics différentiels :

- Le barotraumatisme dentaire survient le plus souvent à la remontée. La douleur peut mimer une douleur de BTS maxillaire lorsqu'elle concerne une dent de l'arcade supérieure. Elle survient en général avec l'expansion volumique de bulles d'air trappées dans une carie , une pulpite chronique ou dans une dent ayant fait l'objet d'un traitement canalaire incomplet (45)(37). En cas de pratique de la plongée sous-marine, une hygiène et un suivi dentaire sont indispensables.
- L'épistaxis peut être causée par le squeeze du masque d'un plongeur sous-marin (45)(37). Il s'agit d'une dépression du contenu aérien entre le masque et les espaces péri-orbitaires qui survient à la descente. Il peut s'y associer une hémorragie sous-conjonctivale et/ou une ecchymose périorbitaire bilatérale qui sont caractéristiques (image 4).



Image 4 : squeeze du masque

- Face à une algie de la face ou une céphalée, il faut savoir rechercher d'autres causes et Cheschire (45) propose la liste suivante d'étiologies possibles en plongée : otite barotraumatique, masque trop serré, inconfort du détenteur en bouche avec tension de l'ATM , hypercapnie, traumatisme facial, effet systémique d'une envenimation, céphalée liée à l'eau froide, céphalée de tension, crise de migraine, algie vasculaire de la face, accident de désaturation et aéroembolisme, toxicité du monoxyde de carbone...

g. Évolution

L'évolution est le plus souvent favorable en quelques jours avec un traitement symptomatique. Les formes compliquées sont rares.

- Une atteinte du nerf infra-orbitaire (branche V2) est décrite dans des formes explosives de BTS maxillaire lors de la remontée en plongée (46) ou lors d'ascension aéronautique (47). Elle se manifeste par une hypoesthésie et éventuellement des paresthésies dans le territoire cutané de la pommette et de la lèvre supérieure (48). L'hyperpression relative qui se développe dans le sinus maxillaire entraîne une lésion réversible du nerf infra-orbitaire dans son canal infra-orbitaire, d'autant plus s'il existe une déhiscence. Les symptômes régressent en moins de 48 heures.
- L'échappement gazeux extra-sinusien par rupture osseuse ou via déhiscence est exceptionnelle et peut se manifester par : un emphysème sous-cutané de localisation sus- ou sous-orbitaire avec pneumorbite (46)([image 5](#)).

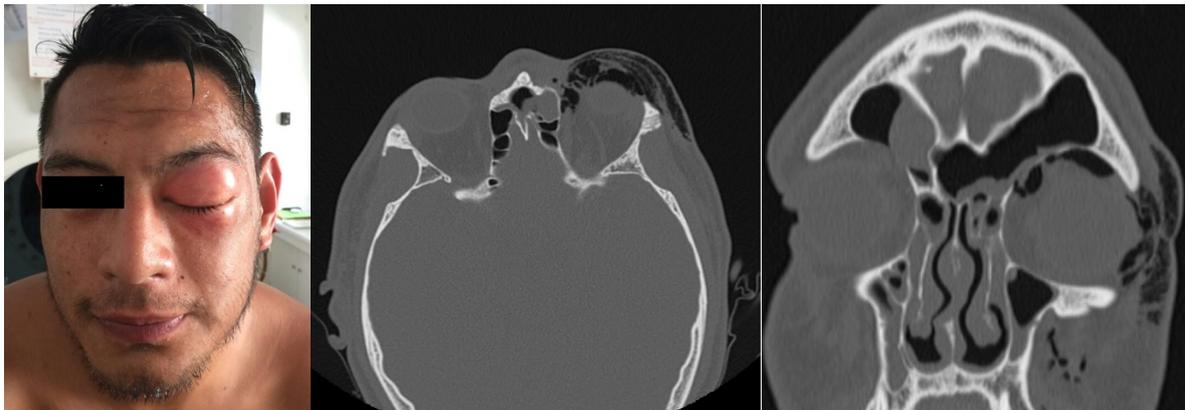


Image 5 : aspect clinique et TDM en coupe axiale et frontale d'un pneumorbite

- Une perte brutale d'acuité visuelle est possible. Elle peut être liée à une compression du nerf optique par l'expansion volumique d'une mucocèle développée dans l'ethmoïde postérieure ou le sphénoïde (49) (50).
- La surinfection demeure la complication la plus fréquente. Elle complique 28 à 60% des BTS au décours d'une plongée (51). Le contenu muco-liquidien avec des fragments de muqueuse nécrosée, dans un environnement confiné fait le lit de la multiplication bactérienne (52).

Dans les formes les plus graves, la surinfection peut toucher les parties molles, les méninges (53), le tissu cérébral (54) ou la cloison nasale (43).

Devant la suspicion de telles complications, une imagerie cérébrale et des orbites s'impose en urgence avec soit un scanner soit une imagerie par résonance magnétique.

h. Prise en charge thérapeutique

Lors de la phase aiguë, un traitement antalgique de palier 1 voire 2 est prescrit en cas de douleurs. Dans certains cas de BTS survenant à la remontée, les céphalées intenses peuvent nécessiter le recours aux morphiniques.

S'y associe, un traitement pour reperméabiliser l'ostium avec des lavages de nez au sérum physiologique et des décongestionnants locaux ou généraux.

La corticothérapie per os peut être discutée et est le plus souvent prescrite pendant 5 à 7 jours afin de réduire l'œdème responsable du dysfonctionnement ostio-méatal.

La corticothérapie locale peut être délivrée avec des aérosols soniques, pour calmer l'inflammation naso-sinusienne.

En cas de BTS de stade 2 ou 3, une antibioprophylaxie per os (classiquement amoxicilline – acide clavulanique ou céphalosporine de 2^{ème} génération en cas d'allergie) est prescrite pendant 5 à 7 jours pour éviter la surinfection bactérienne. En cas de sinusite avérée (fièvre, rhinorrhée purulente), l'antibiothérapie est démarrée après les prélèvements bactériologiques.

En cas de doute avec un accident de décompression cérébral qui s'exprime par des céphalées sévères et un trouble neurologique, il ne faut pas hésiter à proposer une recompression en urgence en caisson hyperbare thérapeutique.

La normalisation de la clinique signe la guérison. Pour les formes simples, il n'est pas recommandé de réaliser d'examen complémentaires. Pour les formes compliquées avec passage d'air dans l'orbite ou l'encéphale, l'attitude la plus souvent préconisée en première intention est la simple surveillance clinique avec un contrôle systématique de l'imagerie à 1 semaine et 1 mois (55). Il faut informer le patient qu'il ne doit pas se moucher violemment, éternuer les narines pincées ou réaliser de Valsalva pour ne pas majorer l'emphysème (56).

Les formes les plus invalidantes sont les BTS récidivants et chroniques. On distingue plusieurs cas particuliers.

En cas de BTS récidivant mono sinusien, en lien avec une anomalie architecturale isolée, il convient de le traiter par une chirurgie endoscopique endonasale appropriée. La chirurgie a pour but de rétablir un flux aérien normal à condition de mettre en évidence l'étiologie responsable pour la traiter de façon appropriée (ex : septoplastie pour conflit ostio-méatal, traitement d'une courbure paradoxale de cornet moyen, exérèse d'un polype antro-choanal de Killian).

En cas de BTS récidivants ou chroniques dans un contexte de rhinosinusite chronique diffuse (rhinite sévère, polypose nasosinusienne, rhinosinusite chronique œdémateuse, rhinosinusite fongique allergique), un traitement médical est privilégié en première intention. Si le retentissement est quotidien la démarche thérapeutique suit les standards mais il se pose alors secondairement la question de l'aptitude pour la pratique de l'activité responsable du BTS. En revanche, en l'absence de retentissement au quotidien mais de BTS récidivants lors d'activités à risque pressionnelle, la situation sort du cadre habituel car le but du traitement est de maintenir l'aptitude, surtout dans le cadre d'une activité professionnelle.

- En cas de rhinite chronique, le traitement est médical en première intention. Il associe un lavage des fosses nasales au sérum physiologique et une corticothérapie locale intranasale. En cas de rhinite allergique, le traitement local peut combiner une corticothérapie ainsi qu'un antihistaminique. Une désensibilisation peut être proposée après enquête allergologique. En cas d'échec du traitement médical, un traitement instrumental par laser, radiofréquence ou cautérisation peut être proposé si on retrouve une hypertrophie turbinale et dans les cas les plus résistants une turbinectomie inférieure partielle peut-être indiquée.
- Pour la polypose naso-sinusienne, le traitement est aussi médical en première intention avec association de lavages des fosses nasales au sérum physiologique et d'une corticothérapie locale continue à doses renforcées. Une corticothérapie générale peut être proposée en cure courte à l'initiation du traitement et répétée si besoin au maximum deux à trois fois par an (1 mg/kg/jour pendant 8 à 10 jours). La chirurgie endonasale

fonctionnelle est indiquée dans les polyposes invalidantes et résistantes au traitement médical bien conduit avec polypectomie et méatotomie moyenne en première intention puis ethmoïdectomie totale avec sphénoïdectomie en cas d'échec.

- En cas d'une pathologie ethmoïdo-frontale unilatérale, un traitement chirurgical est proposé avec une ethmoïdectomie antérieure ou complète (ex : mucocèle ethmoïdale)
- En cas de pathologie limitée au canal nasofrontal, une dilatation du canal nasofrontal par ballonnet peut être proposée mais les résultats en terme de récupération d'aptitude sont décevants (57).

- **Résultats du traitement**

Le traitement médical bien conduit permet dans 50 % des cas une reprise de l'activité (58). Le traitement chirurgical est indiqué en seconde intention, après échec du traitement médical. Les indications de chirurgies sont peu nombreuses car elles concernent une population restreinte.

Parsons (59) rapporte 92 % de bons résultats pour des pilotes professionnels traités par une chirurgie endoscopique ethmoïdale avec une guérison dans 62% des cas et dans 28 % des cas la survenue de quelques BTS ne compromettant pas la pratique aéronautique, y compris professionnelle.

Toutefois, le milieu ambiant en plongée sous-marine est plus hostile que les conditions rencontrées en aéronautique (milieu humide, variation pressionnelle plus rapide) et les résultats des traitements sont moins bons que pour les BTS survenant lors d'activités aéronautiques.

4. Prévention des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus

La prévention des BTOM et BTS repose sur l'éviction des activités à risque pressionnel en cas de dysperméabilité tubaire (aigue ou chronique) notamment en cas d'épisode rhinologique inflammatoire ou infectieux. L'information et l'éducation des pratiquants est fondamentale.

Lors de la visite de non contre-indication à la plongée, le patient doit être informé des conseils de prévention et doit pouvoir bénéficier d'un examen ORL

minutieux. Une sélection rigoureuse permet de limiter les formes récidivantes de BTOM et BTS. Un test en caisson hyperbare à 4 ATA est nécessaire pour l'obtention de l'aptitude initiale plongeur. Le militaire est soumis à une compression rapide en caisson hyperbare à 4 ATA (30 m de profondeur) en 2 minutes, ce test permet de voir l'accoutumance plongeur au milieu hyperbare. Uzun (60) propose un test se basant sur la tympanométrie, intitulé le « nine step inflation/deflation test ». Il a pour but de prédire les sujets à risque de barotraumatismes de l'oreille moyenne chez les plongeurs et présente une valeur prédictive positive de 83% et une valeur prédictive négative de 95%. Ces résultats semblent se confirmer chez le personnel aérien (61). Une pression au repos de l'oreille moyenne comprise entre -55 et +50 mmH₂O, ainsi que de bons résultats de test post-dégonflage, sont considérés comme des prédicteurs fiables de l'aptitude à voler. La tubomanométrie est une méthode d'exploration clinique qui mesure la capacité de la muqueuse tympano-mastoïdienne et du tube auditif à introduire du gaz dans les cavités de l'oreille moyenne. Le but de l'examen est de déterminer le seuil pressionnel nécessaire à l'ouverture tubaire, de mesurer la latence entre le stimulus et l'ouverture tubaire et d'analyser la fonction du voile palatin lors de la déglutition. Elle permet d'objectiver une dysperméabilité tubaire (62). Elle a un intérêt dans l'évaluation d'une dysperméabilité tubaire dans les BTOM et pour évaluer l'efficacité d'un traitement chirurgical en cas de dysperméabilité (63). Le Kinetube® aurait un intérêt dans la rééducation de l'ouverture de la trompe d'Eustache en diminuant le temps d'ouverture de la trompe d'Eustache (64)(65), cependant la Haute Autorité de Santé a retenu un service attendu insuffisant (66) dans le cadre des otites séro-muqueuses chroniques symptomatiques et les otites atélectasiques de l'enfant et l'adulte.

Lors des cours de plongée, les novices doivent être éduqués lors de leur formation initiale aux bonnes techniques : immersion les pieds devant, réalisation efficace des techniques pour équilibrer les pressions, comme la manœuvre de Valsalva, en débutant immédiatement après l'immersion et uniquement pendant la descente, régulièrement tous les 0,5 à 1 mètres, vitesse de progression lente à la descente et à la remontée (67).

L'apprentissage des manœuvres d'équilibration est important et doit être enseigné à tous plongeurs.

Il est courant de voir des plongeurs qui souhaitent réaliser une plongée à tout prix utiliser des décongestionnants par voie nasale ou générale en prévention (souvent en automédication ou sur conseils sur certains sites internet).

Néanmoins, aucune étude ne permet de préciser la fréquence de cette pratique et son efficacité. Pour les personnels ne pouvant pas annuler un vol, il est licite de prescrire un vasoconstricteur per os avant le vol et un vasoconstricteur par voie nasale juste avant la descente (68). Concernant la prévention des BTOM lors d'une activité aéronautique, Jones (69) montre que la prise de 120 mg de pseudo éphédrine prise 30 minutes avant l'exposition à risque réduit l'incidence de BTOM de 52 % chez les patients avec un antécédent de BTOM. En revanche, ce risque relatif ne se réduit que de 10 % pour les patients utilisant l'oxymetazoline seule (décongestionnant local).

Le surfactant aurait lui aussi un rôle sur l'ouverture tubaire en diminuant la pression d'ouverture passive. Des modèles d'utilisation de surfactant en aérosolthérapie avec et sans corticoïdes sur les gerbilles dans le cadre de l'otite séreuse a pu montrer une efficacité (32). Une autre étude sur le cochon a pu montrer son efficacité après un BTOM en comparaison au sérum physiologique pendant 7 jours avec une diminution de l'inflammation tympanique et permet l'amélioration des seuils auditifs (31) .

Certaines unités militaires utilisent des aérosols manosoniques ou soniques en préventif en cas d'épisode de rhinosinusite congestive aigue lors des formations militaires ou après un barotraumatisme mineur afin d'éviter une aggravation ou une récurrence. Cela a pour but d'éviter un échec au cours en cas de report des plongées. Toutefois, leur efficacité n'a pas été évaluée. Ils permettent de réaliser des aérosols à une pression donnée afin de permettre l'ouverture de la trompe d'Eustache (manosonique) ou bien des ostia (sonique).

III. Les spécificités du plongeur militaire

1. L'aptitude à la plongée militaire

Le médecin d'unité est un médecin diplômé en médecine général qui a pour mission l'évaluation de l'aptitude de l'ensemble des militaires, de leurs suivis et ce jusqu'à la fin de leurs carrières. Les militaires bénéficient d'une visite d'aptitude initiale lors de leur engagement suivie de visites médicales périodiques (tous les ans pour les plongeurs, parachutistes, personnel navigant, sous-mariniens et tous les deux ans pour la majeure partie des militaires). L'aptitude à servir en qualité de militaire est soumise à une norme médicale. Celle-ci est traduite par l'acronyme SIGYCOP, définie par des instructions

ministérielles (70). Pour chaque pathologie, une cotation est faite. Ainsi, au terme de l'examen médical, un code de 7 chiffres est attribué à chaque militaire, de la façon suivante :

- S pour « ceinture scapulaire et membres supérieurs » coté de 0 à 6 ;
- I pour « ceinture pelvienne et membres inférieurs » coté de 0 à 6 ;
- G pour « état général » coté de 0 à 6 ;
- Y pour « yeux et vision » coté de 0 à 6 ;
- C pour « sens chromatique » coté de 0 à 6 ;
- O pour « oreilles et audition » coté de 0 à 6 ;
- P pour « psychisme » coté de 0 à 5.

Globalement, la valeur du coefficient suivants (sauf sigle « P ») :

- 1 : Il traduit l'aptitude à tous les emplois des armées, même les plus pénibles, les plus contraignants ou les plus stressants.
- 2 : Il autorise la plupart des emplois militaires.
- 3 : Attribué à l'un des sigles S, I ou G, il entraîne une restriction significative dans l'entraînement (notamment l'entraînement physique au combat) et limite l'éventail des emplois (en particulier ceux de combattants placés en première ligne).
- 4 : Attribué à l'un des sigles S, I ou G, il exempte de tout entraînement physique au combat et impose des restrictions importantes d'activité, précisées par le médecin. Attribué au sigle C, il indique une inaptitude à la conduite des véhicules du groupe lourd : poids lourd, super poids lourd et transport en commun.
- 5 : Attribué à l'un des sigles S, I, G ou O, il impose des restrictions majeures d'activité, précisées par le médecin et entraîne une inaptitude à la conduite des véhicules du groupe lourd. Attribué au sigle Y, il est incompatible avec de nombreux emplois opérationnels et la conduite des véhicules du groupe lourd. Il reste compatible avec la majorité des emplois de soutien.

- 6 : Quel que soit le sigle auquel il est attribué, il entraîne une inaptitude totale.

Si un militaire souhaite s'orienter vers le milieu de la plongée et réaliser un brevet de plongée, le médecin d'unité s'assure que le classement SYGICOP est compatible avec le brevet demandé (tableau 3). L'obtention de l'aptitude de plongeur au sein de l'armée française est soumise à l'instruction N° 900/ARM/DCSSA/ESSD/EMS relative à l'aptitude médicale à la plongée subaquatique et au travail en milieu hyperbare dans les armées de juin 2018. Chaque plongeur doit bénéficier d'une visite préliminaire par le médecin d'unité.

CATÉGORIE.	SPÉCIALITÉ, CERTIFICAT, MENTION.	SIGYCOP.	CONDITIONS PARTICULIÈRES.
Plongeur subaquatique.	Plongeur de bord.	1 1 2 3 3 2 (1) 1	Aptitude au service dans la marine et à la spécialité sans restriction.
	Plongeur hélicoptère.	1 1 2 3 3 2 (1) 1	Aptitude au service dans la marine et à la spécialité sans restriction, ainsi que l'aptitude au personnel navigant.
	Nageur de combat.	1 1 1 2 2 2 1	Un examen psychologique d'aptitude est exigé à l'admission.
	Plongeur démineur (2).	1 1 1 3 2 2 (1) 1	Un examen psychologique d'aptitude est exigé à l'admission.
Personnel travaillant en milieu hyperbare.	Accompagnateur caisson.	3 2 2 4 3 3 1	Aptitude au service dans la marine et à la spécialité sans restriction.
<p>(1) Un classement O = 3 peut être admis en expertise médicale initiale, s'il résulte d'un scotome isolé, pour une bande de fréquence égale ou supérieure à 4 000 Hz, dû à une lésion cicatricielle non évolutive, traduction d'un traumatisme sonore ancien, stabilisé, sans trouble de l'équilibration.</p> <p>(2) Les candidats de recrutement externe de cette spécialité font l'objet d'une visite préliminaire d'aptitude à la plongée et d'un examen psychologique d'aptitude lors de la semaine d'évaluation qu'ils effectuent à l'occasion de l'instruction de leur candidature.</p>			

Tableau 3 : classement nécessaire à l'aptitude plongée

Dans un second temps, le militaire bénéficie d'une visite d'aptitude initiale à la plongée par un médecin expert SMHEP ou certifié en médecine appliquée à la plongée sous-marine en fonction du brevet qu'il souhaite passer. S'il valide le brevet militaire de plongée, une visite annuelle d'aptitude est à poursuivre avec pour certains plongeurs, une visite quadriennale au SMHEP par un médecin expert (tableau 4).

PERSONNELS.	VISITES.			EXPERTISE.
	PRÉLIMINAIRE.	INITIALE.	ANNUELLE.	QUADRIENNALE.
Plongeur de bord. Plongeur d'hélicoptère.	Médecin d'unité.	Médecin expert SMHEP.	Médecin d'unité compétent.	Médecin expert SMHEP.
Nageur de combat. Plongeur démineur.	Médecin d'unité.	Médecin expert SMHEP.	Médecin d'unité compétent.	Médecin expert SMHEP.
Personnel travaillant en milieu hyperbare.	Médecin d'unité.	Médecin diplômé [certificat de médecine appliquée à la plongée sous-marine (CMAPSM)].	Médecin d'unité compétent.	/
Personnel initié à la plongée.	Médecin d'unité.	Médecin diplômé (CMAPSM).	/	/

Tableau 4 : visites d'aptitudes à la plongée

La majorité des aptitudes à la plongée nécessite une cotation O minimale de 2. La prévention des atteintes de l'oreille est donc primordiale pour éviter les inaptitudes en plongée en cours de formation ou bien en cours de carrière.

2. Les plongeurs dans les armées

Chaque armée possède des plongeurs spécifiques en termes de compétences, de formation et d'emploi. On distingue ainsi les plongeurs en quatre grandes catégories :

- Les plongeurs dits de catégorie 1 qui sont limités par leur profondeur maximale d'évolution (35 à 40 mètres, limite à partir de laquelle le risque d'ADD est majoré), ainsi que le type d'appareil utilisé et le gaz (circuit ouvert en air uniquement sauf pour les instructeurs où le NITROX est autorisé)
- Les plongeurs dits de catégorie 2, plus expérimentés, peuvent plonger au-delà de 40 mètres, utiliser des recycleurs et différents types de gaz.
- Les plongeurs dits de catégorie 3, concerne le personnel du SSA et les activités d'accompagnement et de surveillance d'un accidenté dans une enceinte hyperbare jusqu'à une profondeur équivalente à 50 mètres à l'air.
- Les plongeurs dits de catégorie 4, concerne l'initiation à la plongée militaire subaquatique à l'air jusqu'à la profondeur de 10 mètres et en conditions environnementales sécurisées.

a. Les plongeurs de la Marine Nationale

- **Plongeurs de bord (PLB)**

Le stage de PLB d'une durée de six semaines au sein de l'école de plongée de la Marine Nationale de Saint-Mandrier permet de valider le brevet de plongeur de bord.

Les titulaires du plongeur de bord sont autonomes pour intervenir en circuit ouvert, à l'air, jusqu'à une profondeur de 35 mètres afin de réaliser diverses missions telles que la protection des installations, les visites de coques, la recherche circulaire et des petits travaux sous-marins.



Image 6 : Insigne et photo de plongeurs de bord (Marine Nationale)

- **Les plongeurs d'hélicoptères (PLH)**

Ils suivent le cours de PLB et bénéficient d'une formation complémentaire en aéronautique et sauvetage aquatique. Ils participent aux missions de sauvetage en milieu aquatique via des aéronefs. Les plongées ont les mêmes limites que celles des plongeurs de bord sauf avec l'ARAS 96© (appareil à circuit ouvert composé de trois bouteilles en position ventrale) où elles sont limitées à 15 mètres. En plus des contraintes pressionnelles rencontrées en plongée, il se rajoute celles rencontrées en aéronautique.



Image 7 : Insigne et photo d'un plongeur d'hélicoptère (Marine Nationale)

- **Les plongeurs démineurs (PLD)**

Le cours PLD dure 10 mois à l'école de plongée de la Marine Nationale de Saint-Mandrier. Il nécessite comme prérequis l'obtention du diplôme de plongeur de bord. A l'issus du stage, les militaires qui ont validé le cours sont affectés dans l'un des trois Groupement de Plongeur Démineur (GPD). Le 1^{er} GPD Manche se situe à Cherbourg, le 2^{ème} GPD Atlantique à Brest et le 3^{ème} GPD Méditerranée à Toulon.

Leurs principales missions sont le déminage subaquatique ainsi que la réalisation de travaux sous-marins complexes.

Ils peuvent réaliser des plongées jusqu'à 80 mètres et utilisent le plus souvent des appareils en circuit fermé ou semi fermé avec des mélanges type NITROX ou TRIMIX.

Ils sont aptes à utiliser les appareils de plongée :

- A l'air jusqu'à 60 mètres
- A l'oxygène pur jusqu'à 7 mètres
- Aux mélanges jusqu'à 80 mètres



Image 8 : Insigne et photo de plongeurs démineurs (Marine nationale)

- **Les nageurs de combat (NC)**

Le cours NC est ouvert aux militaires de la Marine Nationale et de l'Armée de Terre. Il nécessite au préalable l'obtention du brevet de plongeur de bord et du brevet de parachutiste pour les militaires de l'armée de terre et du brevet commando marine pour les marins. Le stage dure 7 mois et est très sélectif. Les militaires qui valident le cours sont affectés au Commando Hubert à Saint-Mandrier (Var, 83) ou bien au Centre Parachutiste d'Entraînement aux Operations Maritimes (CPEOM).

Leurs missions peuvent être très diverses : assaut de bâtiments, pose de charges, reconnaissance de plage, action terrestre par voie subaquatique, utilisation d'engins sous-marins.

Ils utilisent le plus souvent un circuit fermé afin d'être plus furtif, à l'oxygène pur (FROGS©) mais ils sont aptes à utiliser les appareils de plongée :

- A l'air jusqu'à 60 mètres
- A l'oxygène jusqu'à 7 mètres
- Aux mélanges jusqu'à 25 mètres



Image 9 : Insigne et photo de nageurs de combat (Marine Nationale)

b. Les plongeurs de l'Armée de l'Air

Ils sont formés à l'école de plongée et suivent une formation complémentaire spécifique après le cours de plongeur de bord. L'armée de l'air compte une cinquantaine de sauveteur-plongeurs, regroupés en trois escadrons en métropole, celui de Solenzara en Corse, celui de Cazaux près de Bordeaux, et enfin celui d'Istres à côté de Marseille.

Leurs missions sont la sûreté en mer avec les missions SAR (Search And Rescue) et la récupération de pilotes éjectés. Leurs missions s'approchent des plongeurs d'hélicoptères.

Ce sont des plongeurs qui utilisent uniquement des appareils à circuit ouvert.

c. Les plongeurs de la Gendarmerie Nationale

Les plongeurs de la Gendarmerie Nationale sont formés au Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie (CNING) d'Antibes (Alpes maritimes, 06). Après avoir réalisé le plongeur de bord à l'école de plongée, ils réalisent des formations spécifiques complémentaires (prise de vue aquatique, technique d'investigations subaquatiques). A l'issue, ils reçoivent un diplôme d'enquêteur subaquatique, de technicien en identification subaquatique, de technicien supérieur subaquatique et d'instructeur subaquatique.

Leurs missions sont principalement constituées par la recherche de preuves (enquête judiciaires), la recherche de personnes disparues et par le secours de personnes en danger.

Ces plongeurs sont aptes, par leur niveau de formation, d'évoluer à l'air jusqu'à 60 mètres.

Au sein de la gendarmerie nationale, les plongeurs du Groupement d'Intervention de la Gendarmerie Nationale (GIGN) utilisent également des appareils type FROGS® comme les nageurs de combat. Ils suivent donc une formation de 5 semaines à l'école de plongée et au Commando Hubert intitulée INIT OXY.



Image 10 : Insigne et photo de plongeurs de la gendarmerie

d. Les plongeurs de l'Armée de Terre

La formation initiale de ces plongeurs se déroule actuellement à l'école de plongée après validation du cours de plongeur de bord. A l'issue ils acquièrent des qualifications en plongée :

- Les nageurs de combat (CPEOM) qui sont formés par la Marine Nationale à l'école de plongée à Saint-Mandrier.
- Les plongeurs spécialistes d'intervention subaquatique (Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris)
- Les plongeurs de combat (PCG) qui sont formés par la division de formation des plongeurs rattachée à l'école supérieure et d'application du génie à Angers.

Les PCG appartiennent en majorité à l'arme du génie. Ils sont susceptibles d'être engagés dans des opérations de type renseignement, reconnaissance de rivières, fleuves, aide au franchissement de véhicules blindés, travaux subaquatiques, recherche de matériel et aussi aide aux services (inondation etc...). Ils pratiquent des plongées particulières avec des contraintes spécifiques qu'ils apprennent à maîtriser (plongée en surface non libre, plongée par très mauvaise visibilité,

plongée en eaux froides, plongée par forts courants, plongée en réseau suburbain, plongées en eaux contaminées).



Image 11 : Insigne et photo de plongeur de combat du génie

2^{ème} PARTIE : ÉTUDE

I. Résumé

Objectifs : décrire et analyser l'épidémiologie des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs militaires au sein de l'École de Plongée de Saint-Mandrier et du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie afin de déterminer des facteurs de risque de barotraumatismes et mesurer leur impact en termes d'aptitude.

Patients et méthode : 381 profils de plongeurs militaires qui ont réalisé une plongée entre janvier 2019 et juillet 2020 au sein de l'École de Plongée de Saint-Mandrier (83) et du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie d'Antibes (06) ont été inclus dans l'étude. Les antécédents des plongeurs et leurs niveaux de plongée ont été recueillis. Lors de la survenue d'un BTOM ou BTS, les paramètres de plongée, le traitement et la durée d'inaptitude ont été recueillis.

Résultats : 44 plongeurs ont présenté un BTOM dont 2 avec récurrence et 16 un BTS dont 4 avec récurrence.

Un antécédent d'otites à répétition est un facteur de risque significatif de BTOM ($p=0,002$), un terrain de rhino sinusite chronique s'exprimant par une obstruction nasale chronique et une rhinorrhée chronique est un facteur de risque de BTS ($p=0,009$ et $p=0,014$).

Conclusion : 11,5% des plongeurs ont présenté un BTOM et 4,2% un BTS. 24% des BTOM ont causé une inaptitude entraînant la fin de la formation alors qu'aucun BTS n'a entraîné d'échec à la formation. La recherche d'un terrain d'otites à répétition, d'antécédent de BTOM et d'une rhino sinusite associant rhinorrhée et obstruction nasale permettrait une meilleure sélection des plongeurs. La reprise rapide de la plongée (< 3 jours) pour les BTOM mineurs du stade 1 à 3 et pour les BTS ne semble pas montrer de sur-risque d'accident chez les patients traités par aérosolthérapie manométrique.

Mots clés : barotraumatisme, oreille moyenne, sinus, plongée, militaire, épidémiologie

II. Introduction

Les barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus représentent les accidents de plongée les plus fréquents (71). Leur prévalence est variable d'une population à l'autre, elle s'étend de 4,1% à 82% selon les études (72).

D'après la loi de Boyle Mariotte, les volumes d'air contenus au sein de l'oreille et des sinus sont proportionnels à la pression absolue. Ainsi à température ambiante, $P_1V_1=P_2V_2$. Les variations de pression rencontrées au cours d'une plongée provoquent dans un premier temps une modification de la microcirculation (7) puis une effusion avec épanchement (8) et dans les cas les plus extrêmes, une dépression de 533hPa peut entraîner une rupture de la membrane tympanique (10).

Si l'évolution est le plus souvent favorable, la survenue d'un barotraumatisme ORL peut entraîner une inaptitude temporaire voire définitive pour les formes les plus sévères.

Depuis la fin du XIXème siècle, la Marine française a eu la volonté de former des plongeurs pour réaliser des travaux subaquatiques de première nécessité. C'est ainsi qu'en 1860, l'École de plongée voit le jour. Elle est aujourd'hui, le principal centre de formation des 2000 plongeurs militaires d'actives avec 23000 plongées par an. Leurs missions diverses et variées avec des contraintes spécifiques ne sont pas sans risques d'accidents.

Une inaptitude partielle peut entraîner un échec aux cours de formation et en cas d'inaptitude complète un changement de carrière. L'impact de ces accidents au sein de la population des plongeurs militaires n'est donc pas négligeable. Un suivi des plongeurs de l'École de Plongée de 1982 à 1985 montre qu'ils étaient responsables de 55% des inaptitudes définitives.

Le Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise de la plongée (SMHEP) de l'Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne a pour mission le suivi des plongeurs de l'armée française et le fonctionnement du caisson hyperbare. De 2010 à 2013, la répartition de la pris en charge des accidents de plongée était de 59% d'accidents de désaturation versus 12% de barotraumatismes (73). Il existe probablement une sous-évaluation des barotraumatismes intéressant l'oreille moyenne et les sinus car fréquemment rencontrés et traités en unité. Les

accidents rencontrés en sur-expertise intéressent souvent les formes graves, hyperalgiques ou récidivantes.

L'objectif de notre étude est de décrire et d'analyser la survenue des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs militaires au sein de l'École de Plongée de Saint-Mandrier, composée d'une majorité de plongeurs débutants et du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie à Antibes constitué de plongeurs expérimentés.

Les objectifs secondaires sont de mettre en évidence des facteurs de risque de barotraumatismes ORL parmi les plongeurs et mesurer leur impact sur l'aptitude.

Cette étude apporte plusieurs intérêts. Tout d'abord, elle est la première à s'intéresser aux barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus rencontrés en unités chez les plongeurs militaires. Cette population se démarque par ses contraintes et les spécificités de la plongée métier versus les études réalisées chez les plongeurs loisirs. Elle va nous permettre d'évaluer l'incidence des accidents barotraumatiques ORL, d'étudier le profil des plongeurs victimes de ces accidents, le type de plongée à risque ainsi que le risque de récurrence. Nous pourrions également évaluer l'impact en termes d'échec aux cours ou bien d'inaptitude à la plongée. Ainsi, nous essaierons de proposer des actions préventives pour limiter ce type d'accident.

III. Matériel et méthodes

Nous avons réalisé une étude rétrospective descriptive sur l'ensemble des plongeurs qui ont participé à des cours de plongée au sein de l'École de Plongée de Saint-Mandrier et du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie à Antibes de janvier 2019 à juillet 2020.

Le critère d'évaluation principal était la survenue d'un barotraumatisme de l'oreille moyenne ou d'un sinus, compliqué ou non. La survenue de l'évènement était validée par le médecin d'unité et/ou en sur-expertise au SMHEP lors d'une visite médicale à la demande du patient. Le diagnostic reposait sur une anamnèse compatible ainsi que des signes cliniques évocateurs. La classification de Haines et Harris revue par Riu et Flottes qui repose sur l'examen otoscopique était utilisée pour la classification des BTOM. La classification de Weissmann sans

réalisation de clichés radiographique était utilisée pour la classification des BTS. Les stades 1 et 2 étaient donc confondus car on ne pouvait différencier les céphalées de moins de 24h avec ou sans épaissement muqueux sans imagerie. Le médecin était libre de réaliser ou non des examens complémentaires. Chaque accident a conduit à une déclaration d'accident de plongée avec une fiche de recueil centralisé au SMHEP avec les caractéristiques de la plongée, l'anamnèse, l'examen clinique et paracliniques (annexe 1 et 2).

Les critères d'évaluations secondaires étaient :

1/ Caractéristiques des plongeurs concernés (type et niveau de plongée, antécédents personnels...). Les critères différenciant un plongeur confirmé d'un novice étaient définis par la possession d'un niveau 2 et + ou un niveau 1 avec au moins 20 plongées ou être apnéiste/chasseur pratiquant plus d'une plongée par mois.

2/ Traitements, suivi et évolution du barotraumatisme ORL,

3/ La durée d'inaptitude à la fonction de plongeur militaire ; inaptitude définitive
Ces données ont été récupérées dans les dossiers médicaux des plongeurs suivis par le SMHEP,

Les critères d'inclusion étaient d'être :

1 / Plongeur professionnel militaire français (y compris instructeurs) ou plongeur militaire français participant à un cours de formation (cela comprend la Marine ; Armée de Terre ; Gendarmerie ; Armée de l'Air ; Service de Santé des Armées) à l'école de plongée de Saint-Mandrier ou bien au CNING à Antibes,

2/ Homme ou femme âgé de 18 ans ou plus,

3/ Absence d'opposition à l'utilisation des données,

Les critères d'exclusions étaient :

1/ Être mineur,

2/ Une suspicion de barotraumatisme non confirmé lors de la réalisation d'examens complémentaires,

3/ Si l'investigateur juge d'exclure un patient si un auto-questionnaire n'est pas analysable car rempli de façon incomplète ou bien une fiche de suivi non exploitable. Les patients exclus sont mentionnés dans l'étude.

Les différents tests statistiques ont été réalisés en ligne à l'aide de l'outil « BiostaTGV ».

Le test exact de Fisher a été utilisé pour l'analyse univariée des variables qualitatives.

Le test de Student a été utilisé pour l'analyse univariée des variables quantitatives.

Dans la suite de ce travail, les résultats de ces tests seront caractérisés à la suite des résultats correspondant par leur petit p et l'intervalle de confiance à 95% correspondant.

Un petit p inférieur à 5% ($p < 0.05$) est considéré comme marquant une différence significative.

L'étude a bénéficié d'une déclaration simplifiée selon le formulaire MR-004 à la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) et a été validée (déclaration de conformité par le SSA n°2213188 du 23 avril 2019).

La sollicitation du comité de protection des personnes n'était pas requise puisque ce travail se situait hors Loi Jardé. Conformément au règlement général à la protection des données de 2018, une non-opposition à l'utilisation des données a été recueillie auprès des patients par voie informatique par note d'information (annexe 3). L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt.

IV. Résultats

1. Caractéristiques de la population

Après exclusion de 8 cas devant un recueil de données insuffisant des profils des plongeurs ou une impossibilité d'identifier les cas, 381 profils ont été inclus. La population d'étude était composée de 368 hommes (96,6%) pour 13 femmes (3,4%) avec un âge médian de 28 ans (min 18 ans ; max 59 ans) . 328 profils de plongeurs (86%) avaient déjà réalisé une plongée au cours de leur vie avant l'inclusion dans l'étude. 166 plongeurs (43,6%) appartenaient au groupe novice et 215 au groupe confirmé (56,4%). 238 plongeurs (62,5%) avaient participé au cours plongeur de bord (PLB), 73 (19,2%) au module d'enseignement complémentaire de la gendarmerie (MEC) et 25 (6,6%) aux cours de nageurs de combat (CNC). Le reste de la population avait participé à des formations moins

courantes. Les cours auxquels les plongeurs avaient participé, leurs niveaux de plongée et leurs corps d'armée sont représentés dans le tableau 5.

Tous confondu (n=381)			
Caractéristiques	Variables	Effectif	Proportion (%)
Sexe	masculin	368	96,6%
	féminin	13	3,4%
Age	moyenne (écart type)	30,9 (19,6)	
	médiane (quartiles)	28 (25-33)	
Nature cours	PLB	238	62,5 %
	CNC	25	6,6%
	MEC	73	19,2%
	DTIS	12	3,1%
	sélection NC	2	0,5%
	PLD	11	2,9%
	terre	1	0,3%
	eaux intérieures	3	0,8%
	air	3	0,8%
	guerre des mines	5	1,3%
	réserve	2	0,5%
	élève guerre des mines	3	0,8%
	brevet supérieur	1	0,3%
	instructeur	1	0,3%
caisson	1	0,3%	
Armée	marine	178	47%
	terre	84	22%
	gendarmerie	111	29,0%
	air	4	1,0%
	SSA	4	1,0%
A déjà plongé	oui	328	86%
	non	53	14%
Niveau de plongée militaire	aucun	239	62,7%
	cat 1/PLB	53	13,9%
	cat 2/PLD	14	3,7%
	cat 2/NC	3	0,8%
	cat 2/IO	8	2,1%
	cat 1/gendarmerie	48	12,6%
	cat 2/gendarmerie	22	5,8%
	cat 3	0	0%
Niveau de plongée civil	aucun	79	20,7%
	1	87	22,8%
	2	61	16,0%
	3	58	15,2%
	4	64	16,8%
	apnée	58	15,2%
	baptême	13	3,4%
	Nombre de plongées effectuées la dernière année	0	124
1-19		82	21,5%
20-49		38	10,0%
50-99		48	12,6%
> ou =100		89	23,4%
Groupe de plongée	novice	166	43,6%
	confirmé	215	56,4%

Tableau 5 : données biomorphologiques de la population d'étude

2. Critère de jugement principal

Sur les 381 profils de plongeurs sélectionnés, 44 plongeurs avaient présenté un BTOM dont 2 plongeurs une récurrence soit un total de 46 événements de BTOM. Cela représente 11,5% des profils suivis sur une période de 19 mois. 5 de ces BTOM étaient associés à un barotraumatisme de l'oreille interne soit 1,3% de l'ensemble des plongeurs et 10,9% des BTOM. 16 plongeurs avaient subi un barotraumatisme des sinus et 4 plongeurs une récurrence soit un total de 20 BTS. Cela représente 4,2% des effectifs. Parmi les plongeurs atteints d'un BTOM ou d'un BTS aucun n'avait présenté un BTOM associé à un BTS, en revanche 3 plongeurs avaient présenté un BTS suivi d'un BTOM. Environ 23000 plongées sont réalisées chaque année à l'école de plongée, un cours DTIS comporte 36 plongées et un MEC comporte 7 plongées cela représente un total de 37359 +/- 5% plongées réalisées sur cette période, soit un BTOM pour 812 plongées, un BTS pour 2334 plongées et un BTOI pour 7472 plongées.

3. Critères de jugement secondaire

a. Caractéristiques des barotraumatismes de l'oreille moyenne

Sur les 46 événements de BTOM recensés, 5 étaient associés à un barotraumatisme de l'oreille interne et un s'était compliqué d'une surinfection. Les signes cliniques les plus souvent retrouvés en l'absence de BTOI associé étaient une sensation de gêne au niveau de l'oreille dans 68,3% des cas, une otalgie dans 56,1% des cas et une sensation d'oreille cotonneuse dans 31,7%. Lors de la survenue d'un BTOM associé à un BTOI, une otalgie était retrouvée dans 100% des cas, ainsi qu'une sensation de gêne dans 80% des cas, des acouphènes dans 20% des cas et des vertiges dans 80% des cas.

Nous avons comparé les signes cliniques ressentis chez les plongeurs en cas de BTOM isolé versus associé à un BTOI. La présence de vertiges était un signe clinique utile pour différencier les BTOM simples de ceux associés à un BTOI avec une différence significative entre les deux groupes ($p=0,0001$ et IC à 95% [5.7 ; 7373,3] par le test de Fisher), toutefois la présence d'acouphènes ou de bourdonnements ne permettait pas de différencier significativement un BTOM d'un BTOI.

Un catarrhe ORL était retrouvé dans 21,7% des cas. 69,6% des plongeurs ont eu la sensation de bien réaliser leur manœuvre d'équilibration, dans 28,3% des cas l'équilibration était incomplète et 2,2% des plongeurs ne l'ont pas réalisée.

La majorité des BTOM était survenue lors de la descente (89,1%), toutefois 2 plongeurs avaient rapporté une douleur lors de la remontée (4,3% des BTOM) et 3 plongeurs avaient rapporté une douleur retardée. Sur ces 3 derniers plongeurs, 2 avaient réalisé une plongée avec un recycleur à l'oxygène pur (FROGS©) et avaient donc pu présenter des cas de barotraumatismes retardés.

Un plongeur utilisait des corticoïdes locaux avant l'accident sans antécédents mentionnés auparavant et avait présenté un BTOM stade 2 un second plongeur utilisait des aérosols manosoniques et avait également présenté un BTOM stade 2. Les autres plongeurs n'avaient aucun traitement médicamenteux avant la survenue d'un BTOM.

Sur les 44 plongeurs touchés par des BTOM, 2 avaient connu une récurrence à 26 et 35 jours et 3 avaient présenté un épisode de BTS les jours auparavant. Un total de 57 oreilles chez 44 plongeurs avait été touchées avec une atteinte bilatérale chez 11 de ces plongeurs (24% des BTOM). Les stades étaient répartis de la façon suivante avec 15 stades 1, 16 stades 2, 10 stades 3, 8 stades 4 et 8 stades 5 (diagramme 1). Les différentes caractéristiques des BTOM sont décrites dans le tableau 6.

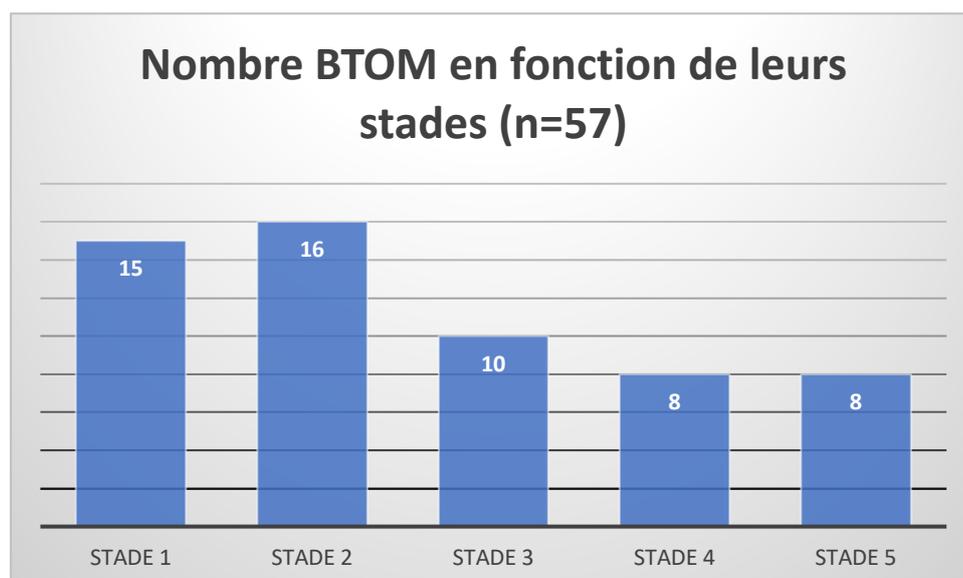


Diagramme 1 : nombre BTOM en fonction de leurs stades

Nombre BTOM (n=46)			
Caractéristiques	Variables	hors BTOI associé (n=41)	BTOI associé (n=5)
Symptômes	sensation de gêne	28 (68,3%)	4 (80,0%)
	oreille engourdie cotonneuse	13 (31,7%)	2 (20,0%)
	sensation de perte auditive	4 (9,8%)	2 (40,0%)
	douleurs	23 (56,1%)	5 (100,0%)
	bourdonnements/acouphènes	2 (4,9%)	2 (20,0%)
	vertiges	1 (2,4%)	4 (80,0%)*p=0,0001
Présence catarrhe ORL	oui	10 (21,7%)	
	non	36 (78,2%)	
Manœuvre d'équilibration	faite	32 (69,6%)	
	non faite	1 (2,2%)	
	non passée	13 (28,3%)	
Survenue de la douleur	descente	41 (89,1%)	
	remontée	2 (4,3%)	
	après la plongée	3 (6,5%)	
Stade BTOM	1	15 (26,3%)	
	2	16 (28,0%)	
	3	10 (17,5%)	
	4	8 (14,0%)	
	5	8 (14,0%)	
	total	57	
Côté	droit	12 (26,0%)	
	gauche	23 (50,0%)	
	bilatéral	11 (24,0%)	
Complications	surinfection	2 (2,2%)	
	fistule	0 (0,0%)	
	BTOI	5 (10,9%)	
	total	2 (4,5%)	
Nombre récidives	total	2 (4,5%)	
Nombre de jours après 1^{er} épisode	1 ^{er} cas de récurrence (en j)	35 jours	
	2 ^{ème} cas de récurrence (en j)	26 jours	
Association BTS	simultanée	0 (0,0%)	
	BTS antérieur	3 (6,8%)	
	BTS postérieur	0 (0,0%)	
Nombre de jours de la survenue du BTOM après BTS	1 ^{er} cas (en j)	2 jours	
	2 ^{ème} cas (en j)	3 jours	
	3 ^{ème} cas (en j)	15 jours	

Tableau 6 : caractéristiques BTOM

b. Caractéristiques des barotraumatismes sinusiens

Sur les 20 BTS recensés, les symptômes les plus fréquents étaient les céphalées présentes dans 65% des cas puis une épistaxis retrouvée dans 45% des cas. 16 plongeurs avaient été victimes d'un BTS et 4 d'entre eux avaient connu une récurrence. Parmi les plongeurs victimes de BTS, un d'entre eux présentait une pan-sinusite diagnostiquée par scanner et traitée par antibiothérapie (amoxicilline clavulanique pendant 7 jours). Un deuxième plongeur a présenté une sinusite maxillaire isolée traitée lors du deuxième épisode de BTS.

Un catarrhe ORL était retrouvé chez 20% des plongeurs victimes de BTS. Dans 85% des cas de BTS, les plongeurs ne décrivaient pas de difficulté d'équilibration, 5% n'avait pas réalisé de manœuvre d'équilibration et dans 10% des cas cette notion n'était pas renseignée.

70% BTS s'étaient produits lors de la descente, 20% s'étaient produits lors de la remontée et dans 10% des cas le moment de la survenue était inconnu.

60% des cas étaient des stades 1/2 avec des céphalées inférieures à 24 heures et 40% des cas étaient des stades 3. L'atteinte du sinus frontal était la plus courante avec des céphalées sus orbitaires dans 70% des cas. La seconde était l'atteinte du sinus maxillaire avec des douleurs sous orbitaire dans 30% des cas et projetée au niveau des dents dans 20% des cas. Plus rarement, nous retrouvions une atteinte du sinus sphénoïdal dans 10% et ethmoïdal dans 10%. L'atteinte était isolée dans 70% des cas et multiple dans 30% des cas. Aucune complication orbitaire ou neuro méningée n'a été rapportée.

6 plongeurs utilisaient des aérosols manosoniques avant la survenue d'un BTS dont 2 avaient connu une récurrence malgré les aérosols. 2 autres plongeurs avaient un traitement anti histaminique dans le cadre d'un terrain de rhino sinusite allergique. Les autres plongeurs n'utilisaient aucun traitement avant la survenue d'un BTS.

Enfin la durée de survenue des récurrences était plus précoce que celle des BTOM. Dans 2 cas, la survenue était précoce à moins de 5 jours pendant la période de traitement mais n'avait pas entraîné d'échec au cours et dans les 2 autres cas, les survenues étaient à 14 jours et 30 jours. Les différentes caractéristiques des BTS sont décrites dans le tableau 7.

Nombre BTS (n=20)			
Caractéristiques	Variables	Nombre	Proportion (%)
Symptômes	céphalée	13	65,0%
	épistaxis	9	45,0%
	névralgie V2	0	0,0%
	baisse vision	0	0,0%
	dysesthésie dentaire	0	0,0%
Présence catarrhe ORL	oui	4	20,0%
	non	14	70,0%
	non mentionnée	2	10,0%
Manœuvre d'équilibration	faite	17	85,0%
	non faite	1	5,0%
	non passée	2	10,0%
Survenue de la douleur	descente	14	70,0%
	remontée	4	20,0%
	après la plongée	0	0,0%
	non mentionnée	2	10,0%
Stade	1 ou 2	12	60,0%
	3	8	40,0%
Latéralisation douleur	droit	3	15,0%
	gauche	4	20,0%
	bilatérale	11	55,0%
	non mentionnée	2	10,0%
Localisation	sus orbitaire	14	70,0%
	sous orbitaire	6	30,0%
	œil et cantus interne	0	0,0%
	dent	4	20,0%
	vertex	1	5,0%
	rétro orbitaire	1	5,0%
	isolée	14	70,0%
mixte	6	30,0%	
Complications	surinfection	2	10,0%
	complication orbitaire	0	0,0%
	complication méningé	0	0,0%
Nombre récidives	total	4	25,0 %
Nombre de jours après le 1 er épisode	1 ^{er} cas de récurrence	14	
	2 ^{ème} cas de récurrence	1	
	3 ^{ème} cas de récurrence	3	
	4 ^{ème} cas de récurrence	30	

Tableau 7 : caractéristiques BTS

c. Impact des barotraumatismes de l'oreille moyenne

Pour mesurer l'impact des BTOM, nous avons retenu l'atteinte la plus sévère en cas d'atteinte bilatérale afin de mesurer leur impact en fonction de la gravité de l'atteinte.

L'impact des BTOM se caractérisait principalement par leur stade ou par leur association à un BTOI. Ainsi, les BTOM du stade 1 à 3 n'avaient pas entraîné d'inaptitude définitive ou d'échec au cours. La moyenne de l'inaptitude temporaire était de 0 jour pour les stades 1 ; 0,6 jour pour les stades 2 et 1,4 jours pour les stades 3. En revanche les stades 4 à 5 et associés à un BTOI avait un impact plus important. Ainsi 40% des stades 4 étaient responsables d'un échec au cours, avec une durée d'inaptitude temporaire moyenne à la plongée de 6,8 jours. 57% des stades 5 avait entraîné un échec à un cours et l'inaptitude moyenne était de 30 jours. Les BTOM associés à un BTOI avait entraîné un échec aux cours dans 100% des cas, la durée moyenne d'inaptitude temporaire à la plongée était de 135 jours (hors inaptitude définitive) et un plongeur avait été classé O4 définitif avec une inaptitude totale à la plongée.

Pour les stades mineurs de 1 à 3, le traitement le plus utilisé était un traitement par aérosolthérapie manosonique associant des corticoïdes et des vasoconstricteurs locaux (Rhinofluimucil®). Dans 10% cas, du paracétamol était prescrit conjointement. Les stades 4 faisaient également appel à un traitement par aérosolthérapie dans 80% des cas. Les stades 5 faisaient appel à une antibiothérapie dans 42,9% des cas, à des antalgiques de paliers 2 dans 28,6% des cas et une corticothérapie par voie générale dans 14,3% des cas. Enfin les BTOI faisaient appel à une corticothérapie par voie générale dans 100% des cas.

Les examens complémentaires réalisés principalement pour les BTOM isolés étaient l'audiométrie et la tympanométrie. En cas de BTOI, l'audiométrie était systématique ainsi qu'une exploration vestibulaire par videonystagmoscopie associé à un nystagmus induit par vibration (40%) ou vidéonystagmographie et potentiels évoqués auditifs (60%). 20% avaient également bénéficié d'un scanner des rocher et d'un bilan de fistule. L'ensemble de ces données sont résumées dans le tableau 8.

Stade des BTOM (en cas de bilatéralité stade plus sévère retenu)							
Caractéristiques	Variables	1	2	3	4	5	BTOI
Nombre		13 (28,3%)	11 (24,0%)	5 (10,9%)	5 (10,9%)	7 (15,2%)	5 (10,9%)
Moyenne température	eau	18,8°	16,4°	15,3°	12,2°	17°	14°
	air	20,3°	16,7°	16,8°	11,2°	18,4°	12,6°
Moyenne yoyo	variation >6m	3,5	3,2	2	1	0,7	2
Traitement initial	paracétamol	1 (7,7%)	1 (9,1%)	1 (20,0%)	0 (0%)	1 (14,3%)	1 (20,0%)
	palier 2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (50%)	2 (28,6%)	0 (0%)
	lavages fosses nasales	0 (0%)	0 (0%)	1 (20,0%)	1 (20,0%)	0 (0%)	1 (20,0%)
	vasoconstricteur local	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	vasoconstricteur général	0 (0%)	1 (9,1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	corticothérapie	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (14,3%)	5 (100,0%)
	antibiothérapie	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (42,9%)	0 (0%)
	aérosolthérapie	11 (84,6%)	9 (81,8%)	4 (80,0%)	4 (80,0%)	0 (0%)	2 (40,0%)
	chirurgie	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	autres	1 (7,7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40,0%)
	Traitement	durée moyenne (en jours)	3,07	3,5	3,4	2,4	3,6
Bilan para clinique	VNS	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40,0%)
	audiométrie	1 (7,7%)	2 (18,2%)	3 (60,0%)	3 (60,0%)	3 (42,9%)	5 (100,0%)
	VNG + PEA	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (60,0%)
	tympanométrie	0 (0%)	2 (18,2%)	2 (40,0%)	3 (60,0%)	3 (42,9%)	4 (80,0%)
	acoumétrie	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20,0%)
	recherche FOP	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	IRM cérébrale	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	VNS + NIV	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40,0%)
	scanner rocher	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20,0%)
	bilan fistule	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20,0%)
Inaptitude (en jours)	temporaire	0	0,6	1,4	6,8	30	135
	définitive	0	0	0	0	0	1 (20,0%)
Échec en lien avec le BT	total	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (40,0%)	4 (57,0%)	5 (100,0%)

Tableau 8 : impact et prise en charge des BTOM

d. Impact des barotraumatismes sinusiens

L'impact des BTS était beaucoup plus négligeable sur la population des plongeurs militaires. Sur les 20 BTS, 12 (60%) étaient des BTS de stade 1 ou 2 avec des céphalées inférieures à 24h et 8 (40%) étaient des stades 3. Un seul BTS a bénéficié d'une imagerie qui a retrouvé une pan-sinusite avec une inaptitude temporaire à la plongée de 21 jours mais ne rentrait pas dans la définition d'un stade 3. Cependant le plongeur avait terminé sa formation et l'inaptitude n'a pas entraîné d'échec au cours. Aucun BTS n'a causé d'échec aux cours. Aucun examen complémentaire n'avait été réalisé en dehors de ce cas.

Le traitement le plus fréquent était l'utilisation d'aérosols manométriques à base de corticoïdes et de Rhinofluimucil® (83% des stades 1/2 et 100% des stades 3). En cas de surinfection, une antibiothérapie était prescrite. Le lavage des fosses nasales était prescrit dans 25% des cas. La durée moyenne du traitement était de 3,6 jours pour les stades 1 ou 2 et de 4,3 jours pour les stades 3. Le tableau 9 résume l'impact et la prise en charge des BTS.

Stade des BTS (n=20)					
		1/2		3	
		Effectif	Proportion (%)	Effectif	Proportion (%)
	Nombre	12	60 %	8	40 %
Moyenne température	eau	16,2°		16,4°	
	air	16,5°		18°	
Moyenne yoyo	variation >6m	1,2		1,5	
Traitement initial	paracétamol	3	25,0 %	0	0,0 %
	palier 2	0	0,0 %	1	12,5 %
	lavage fosses nasales	3	25,0 %	2	25,0 %
	vasoconstricteur locaux	0	0,0 %	0	0,0 %
	vasoconstricteur généraux	0	0,0 %	0	0,0 %
	antibiothérapie	1	8,3 %	2	25,0 %
	corticothérapie générale	1	8,3 %	0	0,0 %
	aérosols	10	83,3 %	8	100,0 %
	chirurgie	0	0,0 %	0	0,0 %
	autre	0	0,0 %	0	0,0 %
Traitement	durée moyenne (en j)	3,6		4,3	
Bilan para clinique	radiographie des sinus	0	0,0 %	0	0,0 %
	bilan dentaire	0	0,0 %	0	0,0 %
	scanner sinus	1	8,3 %	0	0,0 %
	rhinomanométrie	0	0,0 %	0	0,0 %
	bilan allergologue	0	0,0 %	0	0,0 %
	ponction lombaire	0	0,0 %	0	0,0 %
	IRM cérébrale	0	0,0 %	0	0,0 %
	scanner cérébral	0	0,0 %	0	0,0 %
Inaptitude	temporaire (en j)	1,9		0	
	total	0		0	
Échec en lien avec le BT	échec	0	0,0 %	0	0,0 %

Tableau 9 : impact et prise en charge des BTS

e. Profils des plongées responsables des barotraumatismes

Les plongées les plus pourvoyeuses de BTOM étaient majoritairement les apnées, responsables de 46% des BTOM, puis en seconde position les vitesses remontées (18% des BTOM) et en troisième les plongées d'aide à personne en détresse (13%).

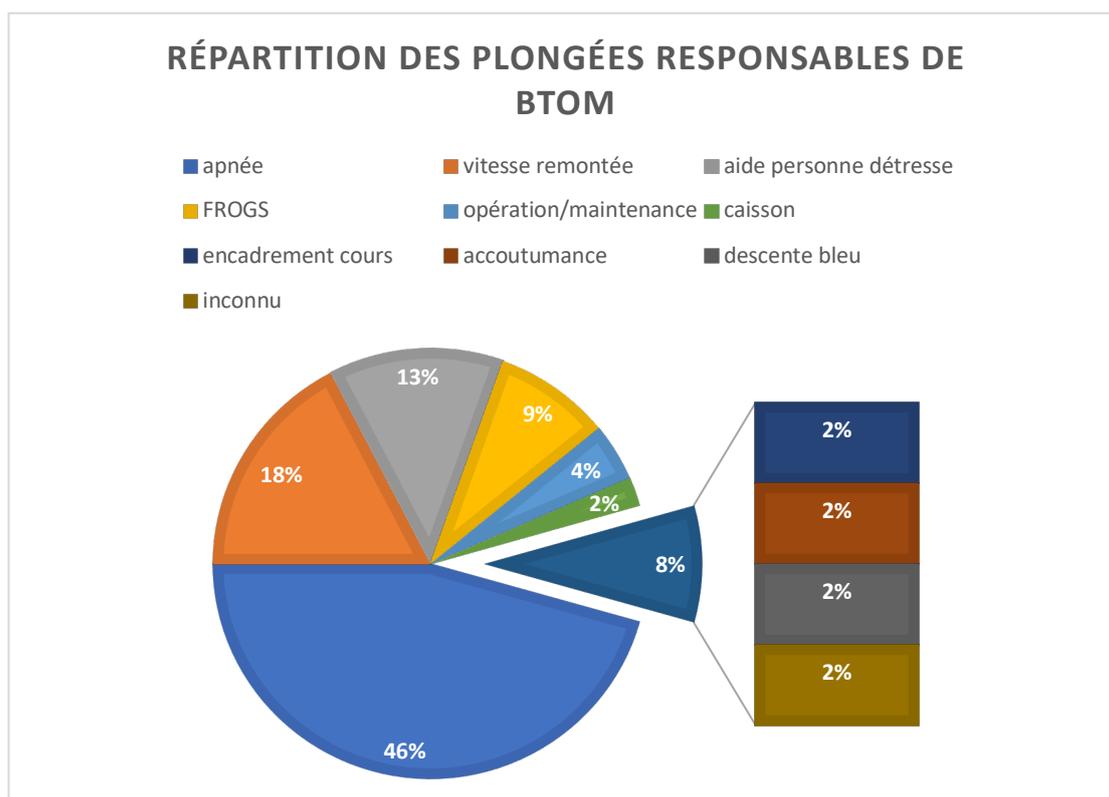


Diagramme n°2 : répartition des plongées responsables de BTOM

Le profil des plongées pourvoyeuses de BTS étaient en premier les vitesses remontées (33% des BTS) puis les plongées formation au FROGS© (14% des BTS) enfin arrive en troisième position l'apnée, les remontées sans embout et les travaux sous-marins (10% des BTS).

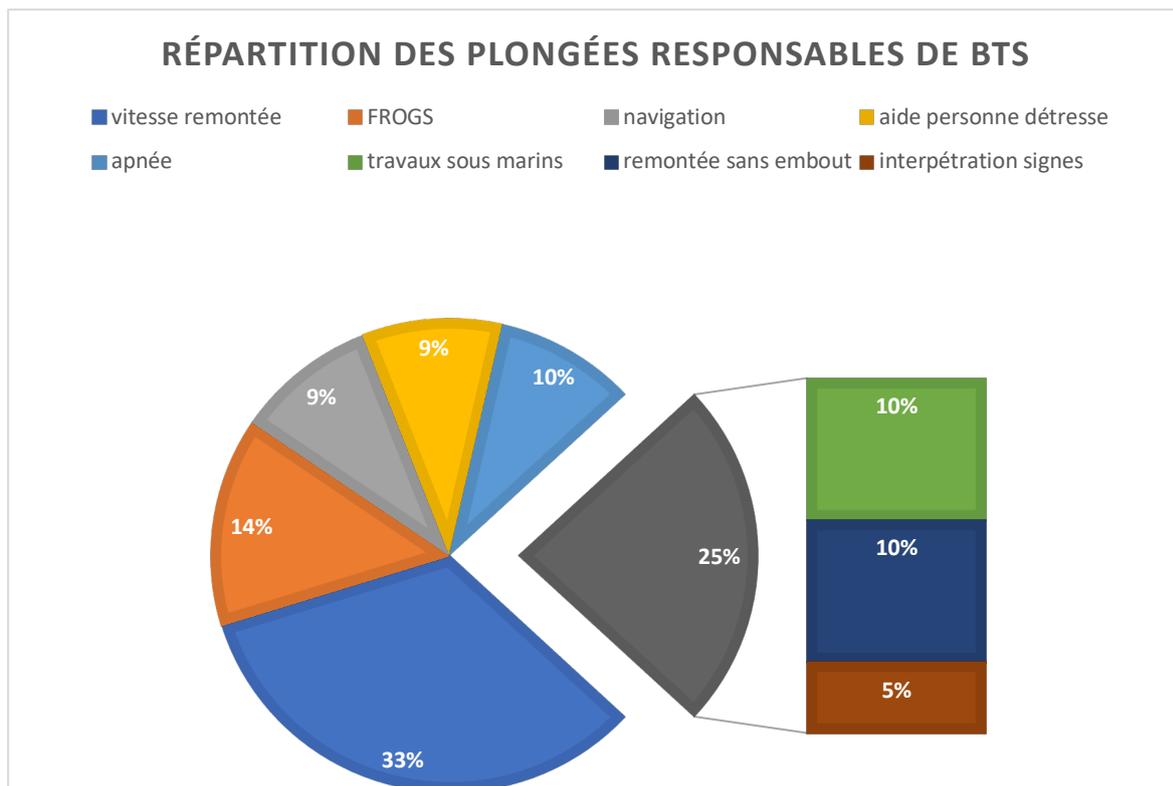


Diagramme n°3 : répartition des plongées responsables de BTS

Les BTORL sont rencontrés le plus fréquemment lors des 20 premiers mètres avec 91% des BTOM et 95% des BTS entre la surface et moins de 20 mètres.

Les plongées de type yo-yo semblent être plus à risques de BTOM que de BTS. Ainsi une plongée avec au moins un yoyo était retrouvé dans 71,2% des BTOM et 60% des BTS.

Enfin si la majorité des BTOM surviennent lors d'une apnée, 65% des BTS surviennent lors d'une plongée en circuit ouvert puis au recycleur O2 pur (FROGS®) dans 25% des cas. L'ensemble des paramètres de plongée sont déterminés dans le tableau 10.

	Caractéristiques des plongées pourvoyeuses de BTOM (n=46)			Caractéristiques des plongées pourvoyeuses de BTS (n=20)	
	variables	en nombre	pourcentage	en nombre	pourcentage
Profondeur maximale	0-9 m	15	32,6%	7	35,0%
	10-19 m	27	58,7%	12	60%
	20-29 m	1	2,2%	1	5,0%
	30-39 m	3	6,5%	0	0,0%
Durée totale	< 5 min	25	54,3%	3	15,0%
	6-20 min	6	13,0%	5	25,0%
	21-35 min	8	17,4%	4	20,0%
	35-50 min	6	13,0%	3	15,0%
	51-65 min	1	2,2%	3	15,0%
	>65 min	0	0,0%	2	10,0%
Nombre de yoyos	0	13	28,3%	8	40,0%
	1	7	15,2%	3	15,0%
	2	3	6,5%	4	20,0%
	3	10	21,7%	4	20,0%
	4	8	17,4%	1	5,0%
	5	0	0,0%	0	0,0%
	6	5	10,9%	0	0,0%
Appareil utilisé	apnée	21	45,6%	2	10,0%
	circuit ouvert	20	33,5%	13	65,0%
	FROGS	4	8,7%	5	25,0%
	caisson	1	2,2%	0	0,0%

Tableau 10 : caractéristiques des plongées responsables de BTOM et BTS

f. Profils des plongeurs victimes de barotraumatismes

Nous avons comparé les profils de plongeurs qui n'avait pas présenté de BTOM, BTOI ou de BTS à ceux qui en avaient présenté. Enfin nous les avons également comparés aux plongeurs victimes de BTOM avec un stade supérieur ou égal à 4 ou associé à un BTOI.

Sur les 381 profils de plongeurs, 324 (85%) n'avaient pas présenté de BTORL, 44 (11,5%) avaient connu un BTOM, 16 (4,2%) un BTS et 17 (4,5%) un BTOM > ou = à 4 ou associé à un BTOI.

Concernant les facteurs de risque de la survenue d'un BTOM :

- Nous n'avons pas trouvé de différence significative sur le sexe ($p=0,057$ par le test de Fisher) dans le groupe tous BTOM confondus.
- Il existait une différence significative entre la moyenne d'âge des plongeurs sains plus âgés que ceux du groupe tous BTOM confondus, plus jeune ($p=0,0003$ et IC à 95% [-INF ; -2,29] par le test de Student) mais non significatif dans le groupe des plongeurs victime d'un BTOM > ou = 4 ou associé à un BTOI.

- Il existait une différence statistiquement significative en fonction des cours de plongée. La participation au stage plongeurs de bord et aux pré-sélections de cours de nageur de combat était un facteur de risque ($p=0,03$ et IC à 95% [1,02 ; 5,21] par le test de Fisher) et ($p=0,014$) respectivement. Les pré sélections au cours nageur de combat était un facteur de risque de BTOM plus sévère ($p=0,002$). A l'inverse la participation au MEC était un facteur protecteur ($p=6 \times 10^{-5}$ et IC [3,3 ; INF] par le test de Fisher).
- Il existait une différence statistiquement significative entre plongeurs novices ($p=5 \times 10^{-4}$ et IC à 95% [1,6 ; 6,9] par le test de Fisher) et plongeurs confirmés entre les deux groupes ($p=5 \times 10^{-4}$ et IC à 95% [0,15 ; 0,63] par le test de Fisher).
- Seul un antécédent d'otites à répétition avait été retrouvé comme facteur de risque de BTOM avec une différence significative ($p=0,001$ et IC à 95% [1,9 ; 212] par le test de Fisher). Un tabagisme, un antécédent de chirurgie du nez, des sinus ou d'une adénoïdectomie et un terrain d'allergie n'étaient pas statistiquement significatifs.
- Aucun symptôme d'un terrain de rhinosinusite chronique n'avait été retrouvé comme facteur de risque. Il n'existait pas de différence significative quant à l'utilisation de coton tige.
- Nous n'avions pas trouvé de différence statistiquement significative quant à l'utilisation des différentes techniques d'équilibration.
- Un antécédent de BTOM était en revanche un facteur de risque de survenue d'un BTOM sévère ou de BTOM associé à un BTOI ($p=5 \times 10^{-4}$ et IC à 95% [0,15 ; 0,63] par le test de Fisher) mais non retrouvé dans le groupe tous BTOM confondus.
- Rechercher une souffrance des oreilles en avion ou en train n'est pas une question discriminante.
- Enfin il n'existe pas de différence statistiquement significative quant à la survenue d'un BTOM en cas d'échec au test caisson ou d'échec aux cours antérieur.

Concernant les facteurs de risque de la survenue d'un BTS :

- Il n'existait pas de différence significative concernant le sexe entre les deux groupes ($p=1$ par le test de Fisher).
- Les plongeurs victimes de BTS étaient plus jeunes que ceux sans accident ($p=0,017$ avec IC à 95% [-INF ; -0,976] par le test de Student).
- La participation au cours de nageur de combat était un facteur de risque statistiquement significatif ($p=0,017$ et IC à 95% [1.1 ; 19.8] avec le test de Fisher).

- Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative entre les plongeurs confirmés et novices.
- Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative en cas d'antécédent de tabagisme, de traumatisme cranio-facial, de chirurgie du nez, d'allergie, de pathologie pulmonaire ou d'otites à répétition.
- Un terrain de rhino sinusite avec une obstruction nasale (p=0,002 et IC à 95% [1.7422 ; 20.8112] avec le test de Fisher) et une rhinorrhée (p=0,002 et IC à 95% [1.569 ; 18.482] avec le test de Fisher) étaient des facteurs de risque de BTS. Il n'existait pas de différence significative concernant le prurit nasal, les éternuements à répétition, les difficultés d'équilibrations fréquentes.
- Il n'existait pas de différence en fonction des techniques d'équilibration utilisées.
- Enfin on ne retrouvait pas de différence entre les groupes sur un échec au test caisson ou à un cours antérieur.

L'ensemble des caractéristiques des différents groupes est disponible dans le tableau 11.

Total 381 plongeurs		Plongeurs sans accidents		Plongeurs victimes BTOM		Plongeurs victimes de BTS		Plongeurs victimes BTOM > 3 ou BTOI	
		n= 324 (85%)		n= 44 (11,5%)		n= 16 (4,2%)		n = 17 (4,5%)	
caractéristiques	variables	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Sexe	masculin	315	97,5 %	40	91%	16	100%	16	94,1%
	féminin	9	2,8%	4	9%	0	0%	1	5,9%
Age (en année)	moyenne	31,5		26,7* p=0,0003		25,7* p=0,017		27,5	
	médiane	29		27		25,5		28	
Nature du cours	PLB	196	60,4%	34* p=0,03	77,3%	11	68,6%	9	52,9%
	CNC	19	5,9%	3	6,8%	4*p=0,017	25%	3	17,6%
	sélection NC	0	0%	2* p=0,014	4,5%	0	0%	2*p=0,002	11,8%
	PLD	9	2,8%	1	2,2%	1	6,2%	1	5,9%
	terre	1	0,3%	0	0%	0	0%	0	0%
	eaux intérieures	3	0,9%	0	0%	0	0%	0	0%
	air	2	0,6%	1	2,2%	0	0%	0	0%
	GDM	5	1,5%	0	0%	0	0%	0	0%
	DTIS	11	3,4%	1	2,2%	0	0%	0	0%
	réserve	1	0,3%	0	0%	0	0%	0	0%
	EGM	3	0,9%	0	0%	0	0%	0	0%
	brevet supérieur	1	0,3%	0	0%	0	0%	0	0%
	instructeur	0	0%	1	2,2%	0	0%	1	5,9%
	caisson	0	0%	1	2,2%	0	0%	1	5,9%
MEC	73	22,5%	0*p<0,001	0%	0	0%	0	0%	
Groupe de plongée	novices	129	40%	30*p<0,001	68 %	10	63%	11	64,7%
	confirmées	195	60%	14*	32%	6	37%	6	35,3%

Antécédents		Plongeurs sans accidents		Plongeurs victimes BTOM		Plongeurs victimes de BTS		Plongeurs victimes BTOM > 3 ou BTOI	
		n= 324 (85%)		n= 44 (11,5%)		n= 16 (4,2%)		n = 17 (4,5%)	
		effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
	tabagisme	36	11,0%	8	18,0%	3	18,7%	3	17,6%
	traumatisme cranio-facial	17	5,2%	2	4,5%	0	0%	0	0%
	chirurgie du nez	14	4,3 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
	allergie	38	11,7 %	4	9 %	4	25 %	2	11,8 %
	pathologie pulmonaire	1	0,3 %	1	2,2 %	0	0 %	0	0 %
	otites à répétition	9	2,7 %	7* p=0,001	16 %	0	0 %	2	11,8 %
	troubles auditions	9	2,7 %	1	2,2 %	0	0 %	0	0 %
	vertiges	3	0,9 %	1	2,2 %	0	0 %	0	0 %
	adénoïdectomie	25	7,7 %	6	13,6 %	1	6,2 %	2	11,8 %
Terrain de rhino sinusite chronique	trouble de l'odorat	4	0,9 %	0	0 %	1	6,2 %	0	0 %
	obstruction nasale	28	8,6 %	6	13,6 %	6* p=0,002	37,5 %	2	11,8 %
	rhinorrhée	31	9,5 %	5	11,3 %	6* p=0,004	37,5 %	2	11,8 %
	épistaxis	8	2,4 %	1	2,2 %	2	12,5 %	1	5,9 %
	céphalées	21	6,5 %	1	2,2 %	1	6,2 %	1	5,9 %
	prurit nasal	1	0,3 %	1	2,2 %	1	6,2 %	0	0 %
	éternuement à répétition	11	3,3 %	0	0 %	1	6,2 %	0	0 %
	difficulté équilibration	6	1,9 %	2	4,5 %	1	6,2 %	1	5,9 %
	utilisation coton tige	77	24 %	11	25 %	2	12,5 %	6	35,3 %
	Techniques équilibration utilisées	valsalva	305	94,1%	43	97,7%	14	87,5%	17
BTV		45	13,9%	6	13,6%	2	12,5%	0	0%
toynbee		3	0,9%	0	0%	0	0%	0	0%
frenzel		27	8,3%	2	4,5%	0	0%	3	17,6%
Souffrance oreilles	plongée	9	2,8%	2	4,5%	0	0%	1	5,9%
	avion	4	1,2%	1	2,2%	0	0%	1	5,9%
Antécédents	BTOM	12	3,7%	4	9 %	0	0%	3* p=0,03	17,6%
	BTOI	1	0,3%	0	0%	0	0%	0	0%
	BTS	3	0,9%	0	0%	0	0%	0	0%
Antécédents	accident de plongée	24	7,4 %	6	13,6 %	1	6,2 %	3	17,6 %
Échec formation antérieure	non	268	83%	37	84%	14	87,5%	13	76,5%
	test caisson	3	0,9%	1	2,2%	0	0%	1	5,9%
	Cat 1	45	13,9%	5	11,3%	2	12,5%	2	11,8%
	Cat 2	7	2,2%	1	2,2%	0	0%	1	5,9%
	Cat 3	1	0,3%	0	0%	0	0%	0	0%

Tableau 11 : comparaison des profils de plongeurs sains et victimes de BTOM/BT

V. Discussion

1. Contexte de l'étude

a. Type de l'étude

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective. Cette méthodologie permet de recueillir un nombre important de dossiers. Nous avons décidé d'inclure les patients à partir de début janvier 2019 car le recueil des antécédents ORL n'était pas effectif et la remontée des accidents au SMHEP moins systématique. Les médecins des deux antennes étaient sensibilisés au recueil afin d'éviter un nombre important d'exclus à cause de dossiers incomplets. Ce type d'étude peut entraîner des biais de sélection et d'information.

b. Caractéristiques démographiques de la population

Il s'agit de la première étude qui s'intéresse aux barotraumatismes ORL rencontrés en unité chez les plongeurs militaires français. Une première thèse (1) s'est intéressée à l'ensemble des accidents de plongée rencontrés chez les militaires pris en charge par le SMHEP. Cependant la majorité des BTORL ne nécessitent pas d'avis spécialisé et sont rencontrés en unité. Un second travail de thèse (4) s'est intéressé aux causes d'inaptitudes à la plongée chez les plongeurs militaires. Forlini (74) a proposé des mesures préventives sur les otopathies accidentelles en plongée mais n'a pas réalisé d'étude sur les plongeurs militaires. Enfin, une récente étude (75) s'est intéressée aux douleurs dentaires chez les plongeurs militaires français.

Nous avons volontairement choisi deux centres de formation avec des spécificités propres. L'École de Plongée de Saint-Mandrier forme majoritairement des plongeurs novices lors du cours de plongeur de bord ou alors des plongeurs avec des contraintes spécifiques tel que le cours de plongeur démineur ou nageur de combat. Les instructeurs de l'École de Plongée ont également été inclus. Le CNING quant à lui, a la particularité de former des plongeurs qui ont déjà réalisé le stage PLB ou alors de réaliser des modules complémentaires de recyclage pour des plongeurs expérimentés.

Parmi les 8 individus exclus nous avons :

- une suspicion de BTOI qui s'est avérée être un ADD de l'oreille interne,
- un dossier incomplet de plongeur n'ayant subi aucun accident,

- un plongeur du CNING qui a présenté un BTS mais dont les antécédents et niveaux de plongée n'étaient pas renseignés,
- 4 plongeurs qui ont présenté un BTOM mais dont les fiches n'étaient pas identifiables (2 stades 3 et 2 stades 2) et donc une impossibilité de connaître les antécédents et le suivi du patient,
- un plongeur qui a présenté un BTOM (stade 2) et BTS conjoint non identifiable également avec un échec au cours car associé à une tendinite d'Achille.

2. Analyse des résultats

a. Critère de jugement principal

Sur la période d'inclusion de 19 mois, nous avons recensé 46 BTOM chez 44 plongeurs avec une récurrence chez deux plongeurs, 57 oreilles ont été touchées au total. 16 plongeurs ont été victimes d'un BTS avec une récurrence chez 4 plongeurs soit 20 BTS au total. 11,5% des plongeurs ont donc été victimes d'un barotraumatisme de l'oreille moyenne et 4,2% ont été victimes d'un BTS. 5 BTOM étaient associés à un BTOI ce qui représente 1,3% des plongeurs. Le ratio BTOM/BTS était de 0,43 et BTOM/BTOI 0,11. Plus spécifiquement, 18% des plongeurs novices et 6,5% des plongeurs confirmés ont été victimes d'un BTOM.

Cette étude permet une estimation de l'incidence de ces barotraumatismes chez les plongeurs militaires français. Une étude similaire a été réalisée chez les plongeurs militaires canadiens de 2011 à 2015 (76) incluant 241 plongeurs. 23,2% ont présenté un BTOM qui dans 18% des cas entraînait un arrêt de la formation et dans 72% des cas une inaptitude temporaire à la plongée. Enfin une des plus grandes cohortes de 709 plongeurs australiens et américains rapporte une incidence de 52.1% de BTOM, 34.6% de BTS mais intéressait une population de plongeurs loisirs. En calculant le nombre moyen de plongée par an à l'École de plongée et en additionnant le nombre de plongées réalisées par les plongeurs du CNING, un total de 37359 (+/-5%) plongées avait été réalisées sur cette période, soit un BTOM pour 812 plongées, un BTS pour 2334 plongées et un BTOI pour 7472 plongées.

L'incidence des BTOM et BTS par rapport à d'autres populations semble donc relativement faible, elle peut témoigner d'une bonne prévention de ces accidents mais peut être perfectible.

b. Critères de jugement secondaires

• **Caractéristiques des BTOM**

Au cours de notre étude, les symptômes les plus fréquents lors de la survenue d'un BTOM sont une sensation de gêne, une otalgie et enfin une sensation d'oreille cotonneuse. Cela correspond aux signes classiquement décrits dans la littérature (16). En cas de situation isolée et en l'absence d'examen complémentaire, la présence d'un vertige est un bon signe clinique pour différencier un BTOM isolé d'un BTOI avec une différence significative dans les deux groupes ($p=0,0001$ et IC à 95% [5.7 ; 7373,3] par le test de Fisher). Un catarrhe ORL est présent dans 21,2% des cas, la prévention des viroses ORL peut être intéressante pour limiter l'incidence des BTOM et surtout l'inaptitude à la plongée en cas de viroses. Une partie de notre étude s'est déroulée lors de la crise de la Covid 19, avec un renforcement des gestes barrières, cela a pu contribuer à limiter les viroses.

Dans 28,3% des cas, la manœuvre d'équilibration réalisée n'était pas efficace. Un apprentissage de plusieurs techniques pourrait permettre de pallier ce problème. Seul un plongeur n'a pas réalisé de manœuvre d'équilibration, la sensibilisation à leur réalisation régulière est donc importante.

Enfin, les récidives de BTOM se sont réalisées à distance du premier épisode. La reprise précoce de la plongée après un BTOM mineur semble donc acceptable en cas de nécessité d'après cette étude.

• **Caractéristiques des BTS**

Les signes cliniques les plus courants sont les céphalées (65 %) puis en seconde position les épistaxis (45 %), ces chiffres sont également corrélés à ceux de la littérature (24)(44). Aucune complication orbitaire ou neuro-méningée n'a été retrouvée, ces formes restent rares (34). Toutefois, le diagnostic reposait sur la recherche de signes cliniques évocateurs tels que les céphalées ou une épistaxis. 1 cas de BTS s'est caractérisé par une épistaxis isolée. Une confusion avec un squeeze du masque est possible en cas d'épistaxis isolée et des céphalées frontales isolées peuvent faire évoquer une intoxication au CO₂ (surtout lors des plongées au recycleur). La présence de céphalées n'était retrouvée que dans 65% des cas, cela s'explique par le fait que les douleurs sous orbitaires ou les douleurs dentaires projetées n'étaient pas cotées comme des céphalées.

Les sinus les plus touchés sont les sinus frontaux (70% des BTS) puis les sinus maxillaires (50% des BTS) ce que retrouve également Fagan (39). L'atteinte était isolée dans 70% des cas et mixte dans 30% des cas. La complication la plus fréquente est la surinfection retrouvée dans 10% des cas. Dans la littérature, les surinfections concerneraient 28 à 62% des BTS (51).

Enfin, une récurrence a été décrite chez 4 plongeurs. Deux récurrences lors du traitement par aérosolthérapie à J1 et la deuxième à la fin du traitement à J3 et enfin 2 autres à distance à J14 et J30. Les récurrences n'ont pas entraîné d'échec au cours ou d'inaptitude.

- **Impact des BTOM**

Les BTOM de stade 1 à 3 ont un impact mineur en termes d'inaptitude ou d'échec au cours. Le traitement symptomatique par aérosols manométriques avec une reprise rapide de la plongée semble acceptable. Cependant nous n'avons pas assez de sujets et de centres pour comparer l'efficacité de différents traitements.

Les BTOM de stade 4 à 5 ou associés à un BTOI ont un impact plus important en termes d'inaptitude. Aucune inaptitude définitive n'a été prononcée dans les suites de BTOM stade 4 ou 5, en revanche ils sont pourvoyeurs d'échecs lors des cours. Certains de ces BTOM n'ont pas entraîné d'échec car le plongeur ne participait pas à une formation mais une discussion de tympanoplastie à terme a été évoquée chez ce plongeur qui présente des BTOM récidivants (cas d'un instructeur). Ces BTOM devraient bénéficier d'un bilan paraclinique par audiométrie et tympanogramme systématique afin d'évaluer leurs répercussions et la récupération avant la reprise de la plongée. Ils n'ont été réalisés que dans 60% (stade 4) des cas et 42,5% (stade 5) des cas.

Les BTOI sont les accidents avec le plus grand impact en terme d'inaptitudes et de séquelles. Le bilan est plus systématique et tous les plongeurs ont bénéficié d'une consultation ORL. La différence avec un ADD de l'oreille interne est parfois difficile. Un seul plongeur a été classé inapte définitif suite à un classement O4 définitif devant des acouphènes invalidant la nuit, une instabilité sans vertige ayant entraîné une chute avec fracture de la clavicule et perte de -20 db sur les fréquences 250 Hz et 2000 Hz et -35 db sur le 4000 et le 6000 Hz. Le bilan à la recherche d'une fistule et l'IRM des angles ponto-cérébelleux étaient normaux. Un plongeur conserve un scotome léger dans la zone des 6000 Hz à 6 mois de l'accident. La durée moyenne des inaptitudes non définitives était de 135 jours.

- **Impact de BTS**

L'impact des BTS est beaucoup plus faible en termes d'inaptitude. Un seul plongeur a connu une inaptitude temporaire. En revanche, les céphalées ou les douleurs projetées lors d'une plongée peuvent invalider le plongeur.

La durée d'inaptitude est de zéro jour sauf pour un plongeur qui a présenté une pan-sinusite au scanner mais n'a pas entraîné d'échec car ne participait plus aux cours.

L'évolution est favorable avec des aérosols manosoniques (à défaut d'appareil utilisant des aérosols soniques) associant corticoïdes, vasoconstricteurs locaux et antalgiques. 2 cas de récives précoces sont retrouvés dans notre étude mais n'ont pas impacté la poursuite des cours comme nous l'avons décrit précédemment.

- **Profil des plongées responsables de barotraumatismes**

Les plongées majoritairement responsables des BTOM sont les apnées dans 46% des cas. Les apnées consistent en une succession de 4 plongées à une profondeur différente allant de 6 mètres à 12 mètres. Plusieurs mécanismes peuvent expliquer le risque physiopathologique de ce type de plongée. Dans un premier temps, les apnées sont un exercice stressant chez beaucoup d'élèves PLB car elles sont réalisées en début de cours et beaucoup d'élèves n'ont jamais plongé auparavant. La sensation de soif d'air peut amener le plongeur à paniquer. La rapidité des variations pressionnelles rencontrée en apnée est un facteur de risque connu (77). Ces types de plongées sont pourvoyeuses d'effet dit yo-yo qui augmente également le risque de BTOM (25). L'hypoxie induite lors d'une apnée peut également perturber les chémorécepteurs et induire un retard d'ouverture de la trompe d'Eustache (16). Pour finir la descente rapide du plongeur lui laisse moins de temps pour réaliser des manœuvres d'équilibration.

Les plongées dites « vitesse de remontée » sont la deuxième cause de BTOM et première cause de BTS. Elles ont la particularité d'être également stressantes pour les candidats car très pourvoyeuses d'échecs techniques en cas de remontée trop rapide ou trop lente. Le plongeur est donc concentré sur sa vitesse de remontée et sur l'expiration continue d'air. Il peut donc être amené à garder sa vitesse de remontée coûte que coûte. Il sera donc moins enclin à réaliser une manœuvre d'équilibration et stabiliser sa position en cas d'otalgie. Une expiration insuffisante par peur de manquer d'air peut créer une hyperpression au niveau des cavités ORL et favoriser la survenue de BTS explosif. La présence d'une dysperméabilité tubaire ou ostiale en cas de remontée rapide

peut également provoquer une surpression au niveau de l'oreille moyenne ou d'un sinus.

Enfin, les plongées au FROGS© sont les deuxièmes pourvoyeuses de BTS. Des céphalées peuvent apparaître en cas d'hypercapnie si la chaux est mal répartie ou humidifiée. Un plongeur sur les 3 victimes de BTS lors de la plongée au FROGS© rapportait des céphalées isolées sus orbitaires sans autre symptôme. La plongée au FROGS© est autorisée jusqu'à 6 mètres. C'est lors de ces premiers mètres que l'on rencontre les variations de pression relatives les plus importantes.

La température de l'eau semble avoir un impact sur le stade des BTOM. Une température de l'eau inférieure à 18 degrés et la respiration d'un air froid peuvent être responsables d'une hyperhémie et d'une réduction du mouvement ciliaire. Toutefois des études complémentaires doivent être réalisées pour confirmer ce caractère.

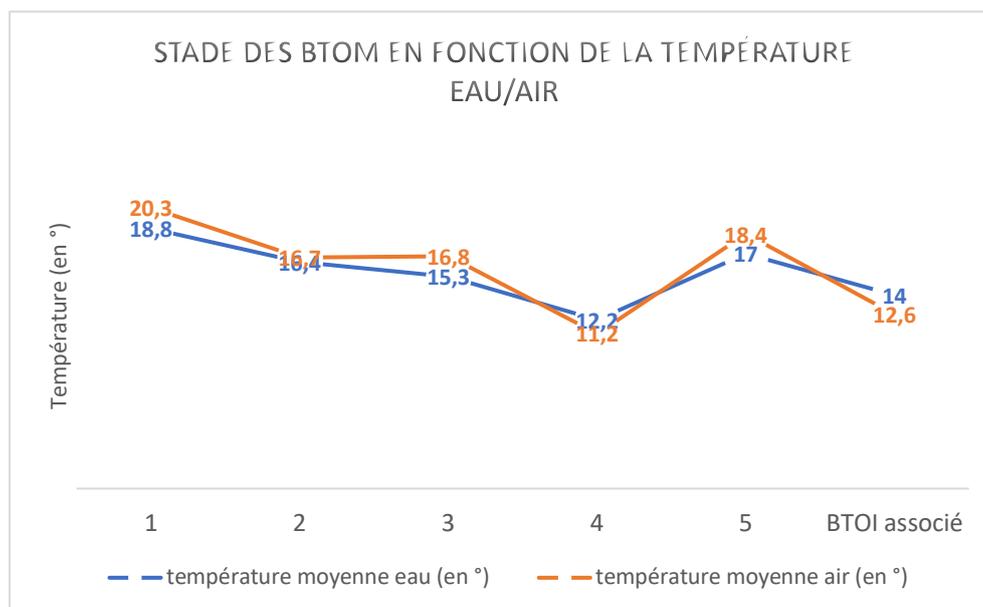


Diagramme n°4 : stade des BTOM en fonction de la température air/eau

Les plongées dites yo-yo favoriseraient les BTOM mineurs et leur impact semble moins important sur la survenue de BTS, BTOM majeurs ou de BTOM associés aux BTOI.

Enfin, la limite de cette étude est de ne pas pouvoir comparer les plongées entre plongeurs sains et plongeurs victimes de BTOM/BTS avec un profil similaire, le nombre de plongées totales étant trop importantes. Nous ne pouvons donc pas conclure et des études complémentaires sont nécessaires.

- **Profil des plongeurs à risque de barotraumatismes**

La comparaison des profils des plongeurs en fonction de la survenue d'un BTOM ou BTS a permis d'identifier certains facteurs de risque.

Les facteurs qui confortent la littérature sont les suivant :

- Nous retrouvons qu'un antécédent de BTOM est un facteur de risque de survenue d'un BTOM supérieur ou égal à 4 ou associé à un BTOI. Nous sommes les premiers à proposer des facteurs de gravité. Miyazawa (23) montrait qu'un antécédent de BTOM était responsable d'une diminution du temps d'ouverture tubaire en l'absence d'autre cause de dysperméabilité tubaire. Ceci est en accord avec une autre étude menée par Uzun, qui montre que ceux ayant un antécédent de BTS ou de BTOM avaient plus de chance d'être victime d'un barotraumatisme sinusien. Toutefois nous n'avons pas retrouvé cette association dans la survenue des BTS.
- Les plongeurs novices sont plus à risque de présenter des BTOM que les plongeurs expérimentés. Cette différence est retrouvée par Jansen (78). Toutefois le critère pour définir un plongeur expérimenté était différent de notre étude, il reposait sur un nombre de plongées supérieur à 200 au cours de sa vie. Ce critère ne nous semblait pas approprié pour la sélection de jeunes plongeurs militaires avec une expérience plutôt faible lors des visites de sélection. En parallèle, être un plongeur expérimenté est un facteur protecteur concernant la survenue de BTOM.
- Nous n'avons pas trouvé de différence significative quant au tabagisme qui possède un rôle controversé (33) (24).
- Le sexe est habituellement non décrit comme facteur de risque.

Les nouvelles découvertes sont :

- La mise en évidence qu'un antécédent de rhinorrhée chronique ($p=0,002$) ou une obstruction nasale chronique ($p=0,002$) est un facteur de risque significatif de survenue d'un BTS.
- La mise en évidence d'un antécédent d'otites à répétition ($p=5 \times 10^{-4}$) est un facteur de risque de survenue d'un BTOM. Nous proposons de quantifier les otites à répétition dans l'auto-questionnaire de la future étude prospective afin de créer des sous-groupes.

- La recherche de difficultés à équilibrer ses oreilles lors des transports en train ou en avion n'est pas une question discriminante.
- Nous n'avons pas trouvé de techniques d'équilibration qui semble supérieure à une autre quant à la prévention des BTOM, en revanche il peut être intéressant de comparer la survenue d'un BTORL en fonction du nombre de techniques maîtrisées par le plongeur. Pour cela il faudrait former les plongeurs à différentes techniques. Il pourrait être également intéressant de savoir quelles manœuvres ont été réalisées par les plongeurs lors d'un BTORL mais cela n'était pas renseigné.
- Nous n'avons pas trouvé d'association entre un échec antérieur au test caisson 4 ATA et la survenue d'un BTORL.

3. Prévention des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus

Chaque plongeur réalise une visite d'aptitude initiale à la plongée. Un interrogatoire et un examen clinique permet de rechercher des facteurs de risque de BTS ou BTOM. Bien que le test de la mobilité de la membrane tympanique lors d'une manœuvre d'équilibration et le test de 4 ATA au caisson hyperbare puissent jouer un rôle dans l'identification des personnes à risque de BTOM ou BTS, ils ne permettent pas de prédire avec succès qui aura ou n'aura pas de difficulté à équilibrer la pression de ses oreilles ou de ses sinus.

Si notre étude ne retrouve pas de différence significative à un échec au test caisson 4 ATA entre les groupes de plongeurs, nous ne pouvons pas conclure quant à l'efficacité de celui-ci. En effet, les plongeurs avec 3 échecs sont considérés comme inaptes à la plongée militaire et nous ne pouvons donc évaluer l'incidence de BTORL dans ce groupe. Son intérêt serait donc d'éliminer les candidats avec de grandes difficultés d'équilibration. De plus, l'incidence relativement faible des BTS et BTOM par rapport à d'autres groupes de plongeurs (76) montre une sélection satisfaisante des plongeurs. Toutefois, il est difficile d'obtenir des groupes comparables au sein de la littérature tant les profils de plongées sont différents.

Afin d'améliorer le dépistage des sujets à risque de BTOM, Uzun (79)(80) propose la réalisation d'un test : « le nine step inflation deflation » (annexe 4) associé à une mesure de la cavité mastoïdienne au scanner (VPP estimée à 86% en combiné) ou alors au test de Toynbee (VPP 100% en combiné, VPP 83% seul). Ces résultats semblent se confirmer au sein de la population du personnel aérien (61). Toutefois la réalisation de ces tests lors des visites peut être difficile à

mettre en place. L'utilisation du questionnaire ETDQ-7 (annexe 5) associé à l'otoscopie qui retrouve une membrane tympanique intacte peut être intéressant pour dépister une dysperméabilité tubaire lors des visites initiales. Teixeira (81) a comparé 55 patients avec et sans symptômes évocateurs d'une dysfonction tubaire, la sensibilité de l'ETDQ-7 est de 70% et sa spécificité est de 100%. Deux autres études ont retrouvé une sensibilité à 91-100% et une spécificité à 95-100% (82) (83) mais ne comprenaient pas de mesure objective de la dysfonction tubaire. Si le score total dépasse 14,5 (ou le score moyen 2,1), une tubomanométrie peut être réalisée afin d'objectiver une dysperméabilité tubaire. Vandersteen montre une association intéressante entre l'utilisation du questionnaire ETDQ-7 et la tubomanométrie (62). Toutefois l'utilisation de ce questionnaire peut être biaisé dans la population militaire avec une omission volontaire des symptômes de peur d'être inapte à la plongée suite à leurs visites de sélection. Il pourrait être intéressant de comparer le questionnaire ETDQ-7 et le test 4 ATA afin de savoir s'il est adapté à la population militaire.

La recherche d'un terrain de rhinosinusite et un traitement précoce adapté avant les plongées pourrait limiter l'incidence des BTS. Notre étude montre que les plongeurs victimes de BTS présentaient plus souvent un terrain de rhino sinusite avec une rhinorrhée et obstruction nasale chronique que les plongeurs sains. Enfin, la recherche d'otites à répétition peut également être un facteur de risque de BTOM avec une différence significative entre les deux groupes de plongeurs. Une trompe d'Eustache plus étroite ou un défaut intrinsèque des baro et chémo récepteurs responsables de l'ouverture de la trompe pourraient expliquer ce risque (17) (18).

L'incidence relativement faible des BTORL peut s'expliquer par une formation systématique à l'importance de la réalisation des manœuvres d'équilibration. La manœuvre de Valsalva est celle enseignée lors des cours de plongeur de bord. Elle a l'intérêt d'être facilement reproduite, en revanche sa réalisation lors d'une remontée est formellement contre indiquée, elle peut ainsi entraîner des BTOI voire des fistules périlymphatiques. Notre étude ne retrouve pas de différence significative quant à la manœuvre utilisée. « Ne vaut-il pas mieux une manœuvre potentiellement dangereuse bien exécutée qu'une béance tubaire volontaire douteuse ? » questionnait Forlini (74). Une prévention sur les risques de BTORL lors des épreuves d'apnée et des vitesses de remontée peut être mis en place. Elle consisterait à inciter les plongeurs à réaliser des manœuvres d'équilibrations systématiques et régulières tous les mètres et à mieux contrôler l'expiration lors des vitesses de remontée.

En cas d'épisode infectieux ORL aigu, il est préconisé de ne pas plonger. Cependant, les plongeurs militaires peuvent être contraints à une activité opérationnelle. Des traitements peuvent être proposés mais sont controversés. Le lavage des fosses nasales était prescrit dans seulement 25% des cas de BTS et 7% des cas de BTOM. Lors d'un épisode rhinosinusite aigue congestive, son utilisation permet d'éviter les complication à type d'otite et sinusite (84). La pseudoéphédrine par voie orale possède le niveau de preuve le plus élevé (2B). Elle diminuerait le nombre de souffrance des oreilles (62% placebo vs 32% pseudoéphédrine) chez le personnel aérien (85) et de 32% à 8% chez les plongeurs (86). L'oxymétazoline utilisée par voie locale permettrait une réduction de 10% des BTOM mais les résultats n'étaient pas significatifs par rapport au placebo (87). Enfin certains auteurs déconseillent leur usage car il serait possible que leurs effets s'estompent avant la fin de la plongée avec un risque de BTS explosif à la remontée en fin de plongée par exemple (88). Enfin, il faut peser la balance bénéfique risque de la pseudo éphédrine avec une possible atteinte cardio vasculaire, la revue Prescrire déconseille son emploi (89). Son effet vasoconstricteur pourrait également favoriser les œdèmes pulmonaires d'immersion mais aucune étude n'a été réalisée à ce sujet. Une aérosolthérapie en cas de catarrhe ORL avant des épreuves à risque telles que les apnées ou les vitesses de remontée peuvent également être une piste.

4. Limites

a. Type d'étude

Le caractère rétrospectif de cette étude a permis de recruter un nombre plus important de patients qu'une étude prospective compte tenu des contraintes de temps dans le cadre de la thèse. Cependant le niveau de preuve est plus faible qu'une cohorte prospective.

Nous avons réalisé en parallèle, les démarches pour réaliser une étude prospective de type RIPH 3 avec une demande d'autorisation du comité de protection des personnes avec une inclusion sur 2 années (annexe 6). Cette étude sera multicentrique et impliquera l'ensemble des unités plongeurs avec la création d'un auto-questionnaire et d'une fiche recueil standardisée (annexe 7 et 8). Cette étude permettra d'avoir un meilleur niveau de preuve et de confronter les futurs résultats à ceux trouvés dans notre étude. Le protocole de recherche est décrit en annexe 9.

b. Biais de sélection

Il est possible qu'un certain nombre de plongeurs n'aient pas consulté le médecin d'unité en cas de signe d'apparition de barotraumatisme ORL par peur d'un échec au cours ou d'inaptitude. Cependant ces barotraumatismes n'ont pas compromis la validation du stage et leurs évolutions étaient favorables. Il doit s'agir principalement de barotraumatismes mineurs. De plus, un examen systématique après chaque plongée demanderait un temps médical important et cela impacterait le temps de formation. Un examen systématique engendrerait des diagnostics de BTOM asymptomatiques comme le montre l'étude de Jansen (90) où 74% des plongeurs victimes de BTOM sont asymptomatiques après un examen otoscopique systématique. Enfin, il peut exister une sous déclaration des formes mineures de la part des médecins car le traitement est souvent simple et la démarche de déclaration nécessite du temps et un investissement.

c. Biais d'information

Le recueil des antécédents de plongée et niveau de plongée était réalisé avant la survenue d'un barotraumatisme lors des visites de sélection ou au début des cours. Le biais d'information était réparti de façon égale entre le groupe de plongeurs sans accident et ceux qui ont été victimes d'un barotraumatisme. En revanche, il existe probablement une omission de certains antécédents de peur d'une inaptitude à la plongée lors de la visite de sélection.

CONCLUSION

Cette étude épidémiologique rétrospective qui s'intéresse aux BTOM et aux BTS est la première réalisée chez les plongeurs militaires français directement dans les écoles militaires de plongée. 11,5% des plongeurs ont présenté un BTOM et 4,2% un BTS. En comparaison à d'autres études, l'incidence des barotraumatismes ORL chez les plongeurs militaires français est plutôt faible. Elle semble témoigner d'une bonne prévention et d'une sélection adaptée.

24% des BTOM ont entraîné une inaptitude entraînant la fin de la formation alors qu'aucun BTS n'a entraîné d'échec à la formation. Les BTOM avec un stade supérieur ou égal à 4 ou associés à des BTOI sont les barotraumatismes pourvoyeurs d'inaptitudes. Les BTOM sont essentiellement rencontrés au cours des épreuves d'apnée, une adaptation des épreuves ou une sensibilisation à l'importance de manœuvre d'équilibration régulières permettraient de limiter les inaptitudes. La recherche d'un terrain d'otites à répétition ($p=0,001$) ou de BTOM ($p=5 \times 10^{-4}$) antérieur permettrait de guider la sélection des plongeurs.

Les BTS surviennent volontiers chez des plongeurs qui ont pour antécédent une rhino sinusite chronique s'exprimant par une rhinorrhée ($p=0,002$) et obstruction nasale ($p=0,002$).

La reprise rapide de la plongée sous couvert d'aérosolthérapie associant corticothérapie et vasoconstricteurs locaux semble ne pas engendrer un sur-risque d'accident à risque de séquelles. Toutefois des études de plus grandes ampleurs semblent nécessaire afin de confirmer l'efficacité de ce traitement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Haar A. Accidentologie de plongée en milieu militaire. Étude épidémiologique descriptive et analytique à propos de 595 cas. Université d'Aix-Marseille; 2012.
2. Buzzacott P, Denoble PJ, éditeurs. DAN Annual Diving Report 2018 Edition: A Report on 2016 Diving Fatalities, Injuries, and Incidents [Internet]. Durham (NC): Divers Alert Network; 2018 [cité 6 mars 2021]. (Divers Alert Network Annual Diving Reports). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540490/>
3. Taylor DM, O'Toole KS, Ryan CM. Experienced scuba divers in Australia and the United States suffer considerable injury and morbidity. *Wilderness Environ Med.* 2003;14(2):83-8.
4. Arroyo P. Inaptitudes médicales définitives à la plongée dans la marine nationale. Université d'Aix-Marseille; 1986.
5. Broussolle B. Physiologie et médecine de la plongée. Paris: Ellipses; 2006.
6. Poncet J-L, Kossowski M, Tran ba huy P, et al. Pathologie pressionnelle en ORL. L'européenne d'éditions. Boulogne; 2007. 315 p.
7. Chan KH, Swarts JD, Doyle WJ, et al. Assessment of middle-ear status during experimental otitis media using magnetic resonance imaging. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* janv 1991;117(1):91-5.
8. Flisberg K, Ingelstedt S, Örtengren U. On Middle Ear Pressure. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 1 janv 1963;56(sup182):43-56.
9. Hiraide F, Eriksson H. The Effects Of The Vacuum On Vascular Permeability Of The Middle Ear. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 1 janv 1978;85(1-6):10-6.
10. Colin J, Lienhart H, Vieillefond H, et al. Les barotraumatismes. In Colin J, Timbal J *Médecine Aérospatiale.* Soc. Franc Med Aérospatiale. Expansion Scientifique Publications 1999.
11. Sadé J. Hyperectasis: the hyperinflated tympanic membrane: the middle ear as an actively controlled system. *Otol Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc Eur Acad Otol Neurotol.* mars 2001;22(2):133-9.
12. Sadé J, Ar A, Fuchs C. Barotrauma Vis-a-Vis the "Chronic Otitis Media Syndrome": Two Conditions with Middle Ear Gas Deficiency: Is Secretory Otitis Media a Contraindication to Air Travel? *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1 mars 2003;112(3):230-5.
13. Uzun C, Adali MK, Koten M, et al. Relationship Between Mastoid Pneumatization and Middle Ear Barotrauma in Divers. *The Laryngoscope.* 2002;112(2):287-91.
14. Toklu AS, Shupak A, Yildiz S, et al. Aural Barotrauma in Submarine Escape: Is Mastoid Pneumatization of Significance? *The Laryngoscope.* 2005;115(7):1305-9.
15. Lim D, Jackson D, Bennett J. Human middle ear corpuscles - a light and electron microscopic study. *The Laryngoscope* [Internet]. 1 oct 1975 [cité 15 juill 2019];
16. Esteve D, Lavieille J-P. Physiologie et physiopathologie de la fonction d'ouverture de la trompe auditive. *Appports de la tubomanométrie. J.F.ORL* 5, 50 ; 233-241,2001.
17. Guindi GM. : Nasopharyngeal mechanoreceptors and their role in autoregulation of endotympanic pressure. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1981; 43(1):(56-60).
18. Esteve D. Tubomanometry and pathology. In: Ars B, ed. *Fibrocartilaginuous Eustachian Tube: Middle Ear Cleft.* The Hague, the Netherlands: Kugler; 2003:159-175.
19. Shupak A, Tabari R, Swarts JD, et al. Effects of systemic hyperoxia on eustachian tube ventilatory function. *The Laryngoscope.* oct 1997;107(10):1409-13.
20. Edmonds C. Lowry C. Pennefather J. *Diving and subaquatic medecine.* butterworth-Heinemann. Oxford; 1998. 115-139 p.
21. Renon P, Lory D, Casanova M, et al. Pathologie ORL des plongeurs. *J FrORL*1986 ; 35

(5) : 223-9.

22. Flottes L, Guillerm R, Badre R, et al. Les barotraumatismes de l'oreille et des sinus dans la plongée sous-marine. *JFORL* 1959 ; 8 : 601-3.
23. Miyazawa T, Ueda H, Yanagita N. Eustachian Tube Function and Middle Ear Barotrauma Associated with Extremes in Atmospheric Pressure. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1 nov 1996;105(11):887-92.
24. Uzun C. Paranasal sinus barotrauma in sports self-contained underwater breathing apparatus divers. *J Laryngol Otol.* janv 2009;123(1):80-4.
25. Ramos CC, Rapoport PB, Brito Neto RV. Clinical and tympanometric findings in repeated recreational scuba diving. *Travel Med Infect Dis.* 1 févr 2005;3(1):19-25.
26. S. de Maistre, E. Gempp, P. Louge, et al. Conduite à tenir en présence de symptômes ORL au décours d'une plongée.
27. CMIT. ECN Pilly: Maladies infectieuses et tropicales. Medline édition - EDUC; 2017.
28. Beuerlein M, Nelson RN, Welling DB. Inner and middle ear hyperbaric oxygen-induced barotrauma. *The Laryngoscope.* oct 1997;107(10):1350-6.
29. A Retrospective Analysis of Adverse Events in Hyperbaric Oxygen Therapy (2012-2015): Lessons Learned From 1.5 Million Treatments | Article | NursingCenter [Internet]. [cité 21 avr 2021]. Disponible sur: https://www.nursingcenter.com/journalarticle?Article_ID=4005957&Journal_ID=54015&Issue_ID=4005900
30. Masson E. Paralysies faciales périphériques d'origine dysbarique [Internet]. EM-Consulte. [cité 4 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/150646/paralysies-faciales-peripheriques-dorigine-dysbari>
31. Feng L-N, Chen W-X, Cong R, et al. Therapeutic effects of eustachian tube surfactant in barotitis media in guinea pigs. *Aviat Space Environ Med.* juill 2003;74(7):707-10.
32. Venkatayan N, Troublefield YL, Connelly PE, et al. Intranasal Surfactant Aerosol Therapy for Otitis Media With Effusion. *The Laryngoscope.* 2000;110(11):1857-60.
33. Schipke JD, Cleveland S, Drees M. Sphenoid sinus barotrauma in diving: case series and review of the literature. *Res Sports Med Print.* mars 2018;26(1):124-37.
34. Verdalle P, Morvan J-B. Barotraumatismes sinusiens. *Datatraitesor20-58644* [Internet]. 19 janv 2013 [cité 3 déc 2019]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/746154>
35. Fitzpatrick DT, Franck BA, Mason KT, et al. Risk factors for symptomatic otic and sinus barotrauma in a multiplace hyperbaric chamber. *Undersea Hyperb Med J Undersea Hyperb Med Soc Inc.* 1999;26(4):243 7.
36. Salvinelli F, Rinaldi V, D'Ascanio L. Paranasal sinus barotrauma in general anesthesia: special attention. *J Clin Anesth.* juin 2005;17(4):323.
37. Lynch JH, Deaton TG. Barotrauma with extreme pressures in sport: from scuba to skydiving. *Curr Sports Med Rep.* avr 2014;13(2):107 12.
38. Vaezeafshar R, Psaltis AJ, Rao VK, et al. Barosinusitis: Comprehensive review and proposed new classification system. *Allergy Rhinol Provid RI.* 1 oct 2017;8(3):109 17.
39. Fagan P, McKenzie B, Edmonds C. Sinus barotrauma in divers. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* févr 1976;85(1 Pt 1):61 4.
40. Schipke JD, Cleveland S, Drees M. Sphenoid sinus barotrauma in diving: case series and review of the literature. *Res Sports Med Print.* mars 2018;26(1):124 37.
41. Weissman B, Green RS, Roberts PT. Frontal sinus barotrauma. *The Laryngoscope.* déc 1972;82(12):2160 8.
42. Segev Y, Landsberg R, Fliss DM. MR imaging appearance of frontal sinus barotrauma. *AJNR Am J Neuroradiol.* mars 2003;24(3):346 7.
43. Jeong JH, Kim K, Cho SH, et al. Sphenoid sinus barotrauma after scuba diving. *Am J*

Otolaryngol. 1 juill 2012;33(4):477-80.

44. Plafki C, Peters P, Almeling M, et al. Complications and side effects of hyperbaric oxygen therapy. *Aviat Space Environ Med.* févr 2000;71(2):119-24.
45. Cheshire WP. Headache and facial pain in scuba divers. *Curr Pain Headache Rep.* août 2004;8(4):315-20.
46. Butler FK, Bove AA. Infraorbital hypesthesia after maxillary sinus barotrauma. *Undersea Hyperb Med J Undersea Hyperb Med Soc Inc.* 1999;26(4):257-9.
47. Garges LM. Maxillary sinus barotrauma--case report and review. *Aviat Space Environ Med.* août 1985;56(8):796-802.
48. Murrison AW, Smith DJ, Francis TJ, et al. Maxillary sinus barotrauma with fifth cranial nerve involvement. *J Laryngol Otol.* mars 1991;105(3):217-9.
49. Mowatt L, Foster T. Sphenoidal sinus mucocele presenting with acute visual loss in a scuba diver. *BMJ Case Rep.* 20 août 2013;2013.
50. Schipke JD, Cleveland S, Drees M. Sphenoid sinus barotrauma in diving: case series and review of the literature. *Res Sports Med Print.* mars 2018;26(1):124-37.
51. Bove AA, Davis J-C. Bove and Davis's diving medicine. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2004. 623 p.
52. Hamilton-Farrell M, Bhattacharyya A. Barotrauma. *Injury.* avr 2004;35(4):359-70.
53. Javan R, Duszak R, Eisenberg AD, et al. Spontaneous pneumocephalus after commercial air travel complicated by meningitis. *Aviat Space Environ Med.* déc 2011;82(12):1153-6.
54. Parell GJ, and Becker GD. Neurological consequences of scuba diving with chronic sinusitis. *Laryngoscope* 110:1358–1360, 2000.
55. Tryggvason G, Briem B, Guomundsson O, et al. Sphenoid sinus barotrauma with intracranial air in sella turcica after diving. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. oct 2006;47(8):872-4.
56. Pennell DJL, Asimakopoulos P, Ram B, et al. Periorbital emphysema after dive barotrauma without radiological evidence of paranasal sinus injury. *Aviat Space Environ Med.* août 2014;85(8):863-6.
57. Weitzel EK, McMains KC, Rajapaksa S, et al. Aerosinusitis: pathophysiology, prophylaxis, and management in passengers and aircrew. *Aviat Space Environ Med.* janv 2008;79(1):50-3.
58. Skevas T, Baumann I, Bruckner T, et al. Medical and surgical treatment in divers with chronic rhinosinusitis and paranasal sinus barotrauma. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 269:853–860, 2012.
59. Parsons DS, Chambers DW, Boyd EM. Long-term follow-up of aviators after functional endoscopic sinus surgery for sinus barotrauma. *Aviat Space Environ Med.* nov 1997;68(11):1029-34.
60. Uzun C, Adali MK, Tas A, et al. Use of the nine-step inflation/deflation test as a predictor of middle ear barotrauma in sports scuba divers. *Br J Audiol.* juin 2000;34(3):153-63.
61. Hussein A, Abousetta A. Use of the nine-step inflation/deflation test and resting middle-ear pressure range as predictors of middle-ear barotrauma in aircrew members. *J Laryngol Otol.* juill 2014;128(7):612-7.
62. Vandersteen C, Castillo L, Roger C, et al. La Tubomanométrie : une évaluation robuste et prometteuse du dysfonctionnement tubaire chez les patients atteints d'une rhinosinusite chronique. *Ann Fr Oto-Rhino-Laryngol Pathol Cervico-Faciale.* 1 févr 2021;138(1):5-10.
63. Collin M, Coulange M, Devèze A, et al. Middle ear barotraumas due to rhinopharyngeal scar tissue: Tubomanometry diagnostic and therapeutic contribution. *Rev Laryngol Otol Rhinol Bord.* 1 janv 2012;133:157-61.
64. Esteve D. Re-adaptation of the baroreceptors of the fibrocartilagenous Eustachian tube

- and middle ear cleft by means of the Kinetube. In *Ars B ed : Fibrocartilaginous Eustachian Tube – Middle Ear Cleft*. The Hague/ The Netherlands/ Kugler Publications, 2003 : 203-17.
65. Esteve D. Rehabilitative management of the imbalance of pressure variations in the middle ear cleft. In *Ars B ed : Chronic otitis media. Pathogenesis-Oriented therapeutic management*. The Hague/ The Netherlands/ Kugler Publications, 2008: 203-217.
 66. KINETUBE [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 4 mai 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_779851/fr/kinetube
 67. Uzun C . Paranasal sinus barotrauma in sports self-contained underwater breathing apparatus divers . *J Laryngol Otol* 2009 ; 123 : 80 – 4 .
 68. Weitzel EK, McMains KC, Rajapaksa S, et al. Aerosinusitis: pathophysiology, prophylaxis, and management in passengers and aircrew. *Aviat Space Environ Med*. janv 2008;79(1):50-3.
 69. Jones JS, Sheffield W, White LJ, et al. A double-blind comparison between oral pseudoephedrine and topical oxymetazoline in the prevention of barotrauma during air travel. *Am J Emerg Med* 16:262–264, 1998.
 70. Direction centrale du service de santé des armées. Instruction n° 2100/DEF/DCSSA/AST/AME relative à la détermination de l'aptitude médicale à servir. [En ligne]. NORDEFE0352636J 1 oct 2003 p. 138.
 71. Monnot D, Michot T, Dugrenot E, et al. A survey of scuba diving-related injuries and outcomes among French recreational divers. *Diving Hyperb Med*. 30 juin 2019;49(2):96-106.
 72. O'Neill OJ, Brett K, Frank AJ. Middle Ear Barotrauma. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [cité 10 déc 2020]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499851/>
 73. Louge P, Blatteau JE, Gempp E, et al. Accidents de plongée, cadre nosologique et bases physiopathologiques. févr 2015;tome 43(n°1):45.
 74. Forlini J-M. Les otopathies accidentelles de la plongée sous-marine : contribution à la prévention des accidents [Thèse d'exercice en médecine]. [Paris]: Université Pierre et Marie Curie; 1988.
 75. Gunepin M, Derache F, Zadik Y, et al. Problèmes odontologiques des plongeurs sous-marins militaires français : résultats de l'étude POP. *Medécine Armées*. 1 févr 2015;43:111-8.
 76. Brett KD, Meintjes W. Incidence of otic barotrauma in Canadian Armed Forces shallow-water diver candidate students 2011-2015. *Undersea Hyperb Med J Undersea Hyperb Med Soc Inc*. juin 2018;45(3):249-55.
 77. Xu X, Wang B, Jin Z, Zhang Y. A Dynamic Rabbit Model of Sinus Barotrauma and Its Related Pathology. *Aerosp Med Hum Perform*. juin 2016;87(6):521-7.
 78. Jansen S, Meyer MF, Boor M, et al. Prevalence of Barotrauma in Recreational Scuba Divers After Repetitive Saltwater Dives. *Otol Neurotol*. oct 2016;37(9):1325-31.
 79. Uzun C, Adali MK, Tas A. Use of the nine-step inflation/deflation test as a predictor of middle ear barotrauma in sports scuba divers. *Br J Audiol*. juin 2000;34(3):153-63.
 80. Uzun C. Evaluation of Pre-dive Parameters Related to Eustachian Tube Dysfunction for Symptomatic Middle Ear Barotrauma in Divers. *Otol Neurotol*. janv 2005;26(1):59-64.
 81. Teixeira MS, Swartz JD, Alper CM. Accuracy of the ETDQ-7 Questionnaire for Identifying Persons with Eustachian Tube Dysfunction. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. janv 2018;158(1):83-9.
 82. McCoul ED, Anand VK, Christos PJ. Validating the Clinical Assessment of Eustachian Tube Dysfunction: The Eustachian Tube Dysfunction Questionnaire (ETDQ-7). *The Laryngoscope*. mai 2012;122(5):1137-41.
 83. Schröder S, Lehmann M, Sudhoff H, et al. Assessment of chronic obstructive eustachian tube dysfunction : Evaluation of the German version of the Eustachian Tube Dysfunction Questionnaire]. *HNO*. mars 2014;62(3):160, 162-4.

84. Montanari G, Ceschin F, Masotti S, et al. Observational study on the performance of the Narhinel method (nasal aspirator and physiological saline solution) versus physiological saline solution in the prevention of recurrences of viral rhinitis and associated complications of the upper respiratory tract infections (URTI), with a special focus on acute rhinosinusitis and acute otitis of the middle ear. *Minerva Pediatr.* févr 2010;62(1):9-16, 17-21.
85. Csortan E, Jones J, Haan M, et al. Efficacy of pseudoephedrine for the prevention of barotrauma during air travel. *Ann Emerg Med.* juin 1994;23(6):1324-7.
86. Brown M, Jones J, Krohmer J. Pseudoephedrine for the prevention of barotitis media: a controlled clinical trial in underwater divers. *Ann Emerg Med.* juill 1992;21(7):849-52.
87. Jones JS, Sheffield W, White LJ, et al. A double-blind comparison between oral pseudoephedrine and topical oxymetazoline in the prevention of barotrauma during air travel. *Am J Emerg Med.* mai 1998;16(3):262-4.
88. Mallen JR, Roberts DS. SCUBA Medicine for otolaryngologists: Part I. Diving into SCUBA physiology and injury prevention. *The Laryngoscope.* janv 2020;130(1):52-8.
89. « Décongestionnants » ORL : trop risqués en France aussi [Internet]. [cité 30 mars 2021]. Disponible sur: <https://www.prescrire.org/Fr/3/31/24173/0/2009/ArchiveNewsDetails.aspx?page=2>
90. Jansen S, Meyer MF, Boor M, et al. Repetitive freshwater diving: risk factors and prevalence of barotrauma. *Undersea Hyperb Med J Undersea Hyperb Med Soc Inc.* oct 2017;44(5):407-14.

ANNEXES

EXAMEN BTOM

DATE :

- INITIALE du NOM/PRENOM :..... Date de Naissance

PARAMETRES DE PLONGEE :

Si centre de formation :Nature du cours et numéro de plongée :.....

- Si NON : Unités (type de travail / test caisson) :

Type de plongée :..... DT :..... PMax :..... Palier oui non

Nombre de yo-yo (*Def°: Variation >10 m et/ou arret <6m*) :.....

Appareil : CO FROGS
CRABE Apnée
Caisson
Autre :....

GAZ : AIR
Nitrox 30% 40% 50% 60%
O2 100%
Trimix 18% // Trimix 23%

DONNEES CLIMATIQUES :
Mois (de 1 à 12) :
Temp eau :°C
Temp Air :°C
 lac/rivière mer

ANAMNESE DE L'ACCIDENT

Traitement médicaux **AVANT** accident

- aucun
- anti-histaminique per os
- vasoconstricteurs locaux
- corticoïdes locaux
- corticoïde per os
- Antibio generale
- Antibio locale
- Analgesique locaux
- AINS per os
- Aérosols sonique manosonique

Dyspermeabilité tubaire :

Manoeuvre d'équilibration :

Faite Non Faite Mal Faite

Circonstances de survenue :

Descente Remontée Oxyotitisme

Présence d'une catarrhe ORL :

oui non

DIAGNOSTIC : **BTOM Stade: 1 à 5 :... coté :....**

Symptômes (Cochez)

- Sensation de gêne
- Oreille engourdie/cotonneuse
- Sensation de perte auditive
- Douleur
- Bourdonnement/acouphène
- Vertige

Complication :

- Surinfection
- fistule
- complication cochléaire
- complication vestibulaire

BILAN PARA-CLINIQUE EVENTUEL :

TRAITEMENT INITIAL : **Durée en jours**.....

- Paracétamol
- palier II
- AINS
- lavage des fosses nasales
- vasoconstricteurs locaux
- vasoconstricteurs généraux
- antibiothérapie
- aérosol.....
- corticothérapie
- TTT chirurgical
- autre.....

SUIVI, PRONOSTIC

- durée avant la reprise des plongées (en Jours) :.....
- récidive BTOM (nombre) :.....
- BTS associé OUI NON
- Echec au cours en lien avec le BT : OUI NON

COMMENTAIRES

Annexe 1 : fiche recueil BTOM

EXAMEN BTS

Date :

- INITIALE du NOM :..... Date de Naissance

PARAMETRES DE PLONGEE :

Si centre de formation : Nature du cours et numéro de plongée :

- Si NON : Unités (type de travail / test caisson) :

Type de plongée : DT : PMax : Palier oui non

Nombre de yo-yo (*Def°: Variation >10 m et/ou arrêt <6m*) :

Appareil : CO FROGS

CRABE Apnée

Caisson

Autre :....

GAZ : AIR

Nitrox 30% 40% 50% 60%

O2 100%

Trimix 18% // Trimix 23%

DONNEES CLIMATIQUES :

Mois (de 1 à 12) :

Temp eau :°C

Temp Air :°C

ANAMNESE DE L'ACCIDENT

Traitement médicaux **AVANT** accident

- aucun
- anti-histaminique per os
- vasoconstricteurs locaux
- corticoïdes locaux
- corticoïde per os
- Antibio generale
- Antibio locale
- Analgésique locaux
- AINS per os
- Aérosols

Dysperméabilité tubaire :

Manœuvre d'équilibration :

Faite Non Faite Mal Faite

Circonstances de survenue :

Descente Remontée Oxyotitisme

Présence d'une catarrhe ORL : oui non

Anatomie :

- Déviation extérieure de la pyramide nasale
- Déviation septale
- Hypertrophie tête des cornets inférieurs

DIAGNOSTIC : coté :....

Durée : <24h >24h

Symptômes (Cochez)

- céphalées
- épistaxis
- Névralgie du nerf V2
- Baisse d'acuité visuelle
- dysesthésie dentaire

Localisations :

- sus-orbitaire,
- sous-orbitaire,
- œil et canthus interne,
- dent
- vertex
- retro orbitaire

Complication :

- Surinfection
- complication orbitaire
- complication neuro-méningée

BILAN PARA-CLINIQUE EVENTUEL :

.....

TRAITEMENT INITIAL : **Durée en jours**.....

- Paracétamol
- palier II
- AINS
- lavage des fosses nasales
- vasoconstricteurs locaux
- vasoconstricteurs généraux
- antibiothérapie
- aérosol.....

- corticothérapie
- TTT chirurgical
- autre.....

SUIVI, PRONOSTIC

- durée avant la reprise des plongées (en Jours) :
- récidive BTS (nombre) :
- BTOM associé OUI NON
- Echec au cours en lien avec le BT : OUI NON

Annexe 2 : fiche recueil BTS

NOTICE D'INFORMATION

destinée aux personnes dont les données à caractère personnel sont traitées dans l'étude Barotraumatisme des sinus et de l'oreille moyenne chez les plongeurs militaires (rétro-BTORL)

Madame, Monsieur,

L'étude "Barotraumatisme des sinus et de l'oreille moyenne chez les plongeurs militaires" (rétro-BTORL) est un traitement mis en œuvre dans le service de santé des armées (SSA) aux fins d'exécution de sa mission d'intérêt public. Elle est encadrée par la méthodologie de référence MR004 et est inscrite au registre des activités de traitement du service de santé des armées (MINARM/SSA).

Ce traitement concerne les plongeurs militaires éligibles ayant subi un accident barotromatique ORL. Sa finalité est d'évaluer l'incidence des accidents barotraumatiques ORL, d'étudier le profil des plongeurs victimes de ces accidents et le type de plongée à risque ainsi que le risque de récurrence, évaluer l'impact en termes d'échec aux cours ou bien d'inaptitude à la plongée. Des actions préventives seront proposées pour limiter ce type d'accident.

Les chercheurs impliqués dans cette étude s'engagent à traiter uniquement les données pertinentes et ce, de manière loyale et licite.

Les catégories de données traitées sont des données d'identification (âge, sexe), des données relatives à la vie professionnelle et à la santé. Elles proviennent des dossiers médicaux papiers et informatiques des plongeurs au Service de Médecine Hyperbare et Expertise de la Plongée (SMHEP) et sont destinées à être traitées par chercheurs impliqués dans l'étude, soumis au secret professionnel. Vous pouvez vous opposer au recueil prospectif des données vous concernant, librement et sans avoir à vous justifier. Votre participation comme votre opposition à participer à cette étude n'aura aucun impact sur votre carrière professionnelle.

Les données sont hébergées sur le réseau informatique d'Hôpital d'instruction des armées Sainte Anne et ne sont pas transmises à des tiers.

Toute modification de ce traitement de données à caractère personnel donnera lieu à une mise à jour de cette notice d'information.

Les données vous concernant sont conservées jusqu'à 2 ans après la dernière publication des résultats de la recherche ou en cas d'absence de publication, jusqu'à la signature du rapport final de la recherche. Elles seront ensuite archivées pendant une durée de 15 ans.

INFORMATIONS PRATIQUES

Le délégué à la protection des données est le directeur des affaires juridiques du MINARM.

Le responsable de traitement est le directeur central du service de santé des armées.

Le représentant du responsable de traitement, correspondant auprès du délégué à la protection des données, agit sous l'autorité de l'officier général sécurités du SSA. Son adresse postale est la suivante :

Direction Centrale du Service de Santé des Armées

60 Boulevard du général Martial Valin - CS 21 623 - 75509 PARIS Cedex 15.

En application de la loi n° 78-17 modifiée, vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'effacement et d'opposition (dans les conditions prévues à l'article L. 1111-8 du code de la santé publique et de l'article 21 du règlement européen n° 216/679) que vous pouvez exercer en vous adressant au chercheur du SMHEP encadrant l'étude à l'adresse de messagerie suivante smhep@hia-sainte-anne.ssa.msante.fr ou par courrier Service de Médecine Hyperbare et Expertise de la Plongée (SMHEP) 2 boulevard Sainte-Anne 83000 TOULON

Si vous estimez que vos droits « Informatique et Libertés » ne sont pas respectés, vous pouvez adresser une réclamation par courrier postal à l'adresse suivante :

Commission nationale de l'informatique et des libertés, 3 Place de Fontenoy - TSA 80715 - 75334 PARIS CEDEX 07. ou, en ligne, sur : <http://www.cnil.fr>

Date de création du document : 15/01/2021

Annexe 3 : note d'information et autorisation MR004

Étape	Activité	Modèle	Tympanogramme
1	Pression au repos		
2	gonfler et avaler		
3	Pression après équilibration		
4	Avaler (x3)		
5	Pression après équilibration		
6	Dégonfler et avaler (x3)		
7	Pression après équilibration		
8	Avaler (x3)		
9	Pression après équilibration		

Annexe 4 : nine step inflation/deflation

ET : Eustachian tube ; TM : tympanic membrane ; EC : external canal ; ME : middle ear ;
TVP : tensor veli palatini

Over the past 1 month, how much has each of the following been a problem for you?	No problem		Moderate Problem			Severe Problem	
	1	2	3	4	5	6	7
1. Pressure in the ears?	1	2	3	4	5	6	7
2. Pain in the ears?	1	2	3	4	5	6	7
3. A feeling that your ears are clogged or "under water"?	1	2	3	4	5	6	7
4. Ear symptoms when you have a cold or sinusitis?	1	2	3	4	5	6	7
5. Crackling or popping sounds in the ears?	1	2	3	4	5	6	7
6. Ringing in the ears?	1	2	3	4	5	6	7
7. A feeling that your hearing is muffled?	1	2	3	4	5	6	7

Annexe 5 : questionnaire ETDQ -7



COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES OUEST VI
Centre Hospitalier Universitaire Morvan 2 avenue FOCH Bâtiment 1 RDC – 29609 BREST Cedex

Présidente
Dr. Mariannick LE BOT
Vice-présidente
Mme. Chantal GUITTET
Secrétaires Généraux
Dr. Julien OGNARD
Dr. Dewi GUELLEC

**Direction de la Formation de la Recherche et
de l'Innovation
Division Scientifique et Pédagogique
Bureau Recherche et Innovation
Le Médecin Général Inspecteur Hervé
FOEHRENBACH
Ilot du Val-de-Grâce
1 place Alphonse Laveran
75230 Paris Cedex 05**

Brest, le 8 février 2021

Nos réf : **CPP Ouest 6 – CPP 1356 HPS3**
Numéro IDRCB : 2020-A02893-36
N° dossier RIPH : 20.11.17.80944

Monsieur,

Le mardi 5 janvier 2021, le Comité de Protection des Personnes Ouest VI avait examiné en séance, le projet de recherche mentionné au 3° de l'article L.1121-1 du CSP ne portant pas sur produit de santé :

Épidémiologie des barotraumatismes ORL au sein des plongeurs de l'Armée Française - BTORL PAF

Promoteur : Service de Santé des Armées

Investigateur Principal: Dr. Jean MORIN – Médecin hyperbariste SMHEP-HIA Ste Anne - Toulon

Après avoir étudié les documents suivants :

- Attestation de conception et réalisation de la recherche IDRCB 2020-A02893-36 conformément aux dispositions du titre II du livre Ier de la première partie du code de la santé publique V1.0 du 16/11/2020
- Déclaration attestant la conformité des traitements de données ayant pour finalité la réalisation de la recherche à une méthodologie de référence homologuée par la Commission nationale de l'informatique et des libertés en application de l'article 73 de la loi du 6 janvier 1978 susvisée V1.01 du 16/11/2020
- Récépissé de déclaration de conformité à une méthodologie de référence MR003 en date du 04/01/2017
- Questionnaire d'auto-évaluation de la recherche IDRCB 2020-A02893-36 V1.0 du 16/11/2020
- Note d'information de la recherche IDRCB 2020-A02893-36 V1.0 du 16/11/2020
- Support de recueil de données (auto-questionnaire) de la recherche IDRCB 2020-A02893-36 V1.0 du 20/03/2020
- Support de recueil de données (fiche bilan) de la recherche IDRCB 2020-A02893-36 V1.0 du 20/03/2020
- Carte de participation à la recherche IDRCB 2020-A02893-36 V1.0 du 23/03/2020
- Liste des centres investigateurs de la recherche IDRCB 2020-A02893-36 V1.0 du 23/03/2020
- CV des investigateurs.

1

Téléphone : 02.30.33.80.64 – 65

Fax 02.98.34.25.79

Mail cpp.ouest6@chu-brest.fr



COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES OUEST VI
Centre Hospitalier Universitaire Morvan 2 avenue FOCH Bâtiment 1 RDC – 29609 BREST Cedex

Après avoir entendu les rapporteurs, le Comité avait émis à l'unanimité des **remarques**.

Avaient participé aux délibérations

- Dr. CARLHANT-KOWALSKI	<i>Qualifiée en matière de recherche biomédicale</i>
- Dr. LE BOT	<i>Qualifié en raison de compétences en matière de biostatistique</i>
- Dr. GUELLEC	<i>Qualifié en raison de compétences en matière de biostatistique</i>
- Mme LE GALL – IANOTTO	<i>Qualifiée en matière de recherche biomédicale</i>
- Mme MESMEUR	<i>Infirmière</i>
- Mme DA FONSECA	<i>Psychologue</i>
- Mme GLOANEC	<i>Travailleur social</i>
- Mme VOURCH	<i>Qualifiée en raison de compétences en matière juridique</i>
- Mme CUEFF, Mr VIDAL	<i>Représentants des associations agréées de malades et d'usagers du système de santé</i>

Avaient participé sans voix délibérative

- Dr. METZ	<i>Qualifiée en tant que pédiatre</i>
- Dr. LE MOIGNE	<i>Qualifiée en matière de recherche biomédicale</i>
- Dr. GUERET	<i>Qualifiée en matière de recherche biomédicale</i>

Les membres du Comité avaient déclaré n'avoir aucun lien d'intérêt avec les intervenants de la recherche.

A ce jour, après réception et étude des documents suivants :

- Tableau comparatif – retour CPP version 1.0 du 28/01/2021
- Note d'information à l'attention du participant version 1.1 du 28/01/2021
- Questionnaire d'auto-évaluation version 1.1 du 28/01/2021
- Fiche bilan version 1.1 du 28/01/2021
- Auto-questionnaire version 1.1 du 28/01/2021

L'avis favorable définitif prend effet.

En vertu de l'article R1123-26 du Code de Santé Publique, le présent avis devient caduc si l'étude n'a pas débuté dans un délai de deux ans.

Restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, je vous prie de croire, Monsieur, à l'assurance de mes salutations les meilleures.

Mariannick LE BOT
Présidente du CPP Ouest VI

2

Téléphone : 02.30.33.80.64 –65

Fax 02.98.34.25.79

Mail cpp.ouest6@chu-brest.fr

Annexe 6 : autorisation CPP étude prospective

Code participant :	
Mois et année de Naissance : <i>(pas de date complète)</i>	
Sexe :	<input type="checkbox"/> Homme <input type="checkbox"/> Femme
Armée :	<input type="checkbox"/> Marine <input type="checkbox"/> Terre <input type="checkbox"/> Gendarmerie <input type="checkbox"/> Air <input type="checkbox"/> SSA
Avez-vous déjà plongé ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Si oui :	
<input type="checkbox"/> <u>Niveau plongée militaire</u>	<input type="checkbox"/> <u>Niveau plongée civil</u>
<input type="checkbox"/> cat1 / PLB <input type="checkbox"/> cat1Gend <input type="checkbox"/> cat 2 / PLD <input type="checkbox"/> cat 2 / NC <input type="checkbox"/> cat 2 / IO <input type="checkbox"/> cat2Gend <input type="checkbox"/> Cat 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 4 ou + <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> apnée <input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> GROUPE NOVICE :	<input type="checkbox"/> GROUPE CONFIRME :
<input type="checkbox"/> pas de plongée <input type="checkbox"/> baptême <input type="checkbox"/> niveau 1 < 20 plongées <input type="checkbox"/> apnéiste < 1/mois et pas club	<input type="checkbox"/> niveau 2 et +, <input type="checkbox"/> niveau 1 > ou = 20 plongées, <input type="checkbox"/> apnéiste ou chasseur > 1/mois et club
Antécédents :	
<input type="checkbox"/> Tabagisme si oui nombre/j : <input type="checkbox"/> traumatisme du crane ou de la face <input type="checkbox"/> chirurgie du nez	<input type="checkbox"/> pathologie pulmonaire Si oui quel type : <input type="checkbox"/> Otites à répétition

<input type="checkbox"/> barotraumatisme de l'oreille moyenne ou interne <input type="checkbox"/> allergie si oui précisez :	si oui nombre approximatif depuis votre enfance : <input type="checkbox"/> Trouble de l'audition <input type="checkbox"/> Vertige <input type="checkbox"/> chirurgie des végétations <input type="checkbox"/> pose aérateur trans tympaniques (yo-yo)
Terrain d'une rhinite ou rhino sinusite chronique :	
<input type="checkbox"/> trouble de l'odorat <input type="checkbox"/> obstruction nasale <input type="checkbox"/> écoulement du nez ou rhinorrhée <input type="checkbox"/> saignement du nez ou épistaxis <input type="checkbox"/> mal de tête ou céphalée	<input type="checkbox"/> démangeaison ou prurit nasale <input type="checkbox"/> éternuements à répétition <input type="checkbox"/> difficulté d'équilibrage initiale <input type="checkbox"/> utilisation coton tige - <input type="checkbox"/> Plusieurs fois par semaine - <input type="checkbox"/> Une fois par semaine - <input type="checkbox"/> Moins de 4 fois par mois
Nombre moyen de plongées par an :	
Quelle technique utilisez-vous ?	<input type="checkbox"/> Valsalva <input type="checkbox"/> BTV <input type="checkbox"/> Toynbee <input type="checkbox"/> Frenzel
Souffrez-vous des oreilles en plongée ?	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> souvent <input type="checkbox"/> toujours
Souffrez-vous des oreilles en avion ?	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> souvent <input type="checkbox"/> toujours
Avez-vous déjà eu un accident de plongée, même bénin ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Avez-vous déjà été victime d'un barotraumatisme	<input type="checkbox"/> Oreille moyenne <input type="checkbox"/> Sinus <input type="checkbox"/> oreille interne Si oui nombre :

Avez-vous déjà eu un échec à une formation Plongeur ?	<input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> test caisson <input type="checkbox"/> Cat 1 <input type="checkbox"/> Cat 2 <input type="checkbox"/> Cat3
Si oui, raison de l'échec :	<input type="checkbox"/> échec technique <input type="checkbox"/> inapte temporaire

Annexe 7 : fiche auto-questionnaire

IDENTIFICATION	
Code patient <i>N°Centre-Initiales (nom, prénom)-N°Code</i>	
Mois et année de naissance	
Sexe	<input type="checkbox"/> Homme <input type="checkbox"/> Femme

Coupez cette partie si vous voulez conserver la fiche dans le dossier patient

✂ Date de la visite pour suspicion de barotraumatisme ORL	
Date	
Date de l'évènement	

PARAMETRES DE LA PLONGEE							
Centre de formation	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non						
Si OUI, nature du cours :							
Plongée réalisée hors service :	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non						
Type de plongée							
Durée descente							
Durée Totale							
PMax							
Palier	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non						
Nombre de yo-yo (Def°: Variation >10 m et/ou arrêt <6m)							
Appareil :	<input type="checkbox"/> CO <input type="checkbox"/> FROGS <input type="checkbox"/> CRABE <input type="checkbox"/> Apnée <input type="checkbox"/> Caisson <input type="checkbox"/> Autre						
GAZ :	<input type="checkbox"/> AIR <input type="checkbox"/> Nitrox <input type="checkbox"/> 30% <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> 50% <input type="checkbox"/> 60% <input type="checkbox"/> O2 100% <input type="checkbox"/> Trimix <input type="checkbox"/> 18% <input type="checkbox"/> 23%						
DONNEES CLIMATIQUES :	<table border="1"> <tr> <td>Mois (de 1 à 12) :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temp eau (°C) :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temp Air(°C) :</td> <td></td> </tr> </table>	Mois (de 1 à 12) :		Temp eau (°C) :		Temp Air(°C) :	
Mois (de 1 à 12) :							
Temp eau (°C) :							
Temp Air(°C) :							

ANAMNESE DE L'ACCIDENT											
Date de l'accident											
Traitements médicaux AVANT accident	<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/>aucun</td> <td><input type="checkbox"/>Antibio generale</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>anti-histaminique per os</td> <td><input type="checkbox"/>Antibio locale</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>vasoconstricteurs locaux</td> <td><input type="checkbox"/>Analgésiques locaux</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>corticoïdes locaux</td> <td><input type="checkbox"/>AINS per os</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/>corticoïde per os</td> <td><input type="checkbox"/>Aérosols</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> aucun	<input type="checkbox"/> Antibio generale	<input type="checkbox"/> anti-histaminique per os	<input type="checkbox"/> Antibio locale	<input type="checkbox"/> vasoconstricteurs locaux	<input type="checkbox"/> Analgésiques locaux	<input type="checkbox"/> corticoïdes locaux	<input type="checkbox"/> AINS per os	<input type="checkbox"/> corticoïde per os	<input type="checkbox"/> Aérosols
<input type="checkbox"/> aucun	<input type="checkbox"/> Antibio generale										
<input type="checkbox"/> anti-histaminique per os	<input type="checkbox"/> Antibio locale										
<input type="checkbox"/> vasoconstricteurs locaux	<input type="checkbox"/> Analgésiques locaux										
<input type="checkbox"/> corticoïdes locaux	<input type="checkbox"/> AINS per os										
<input type="checkbox"/> corticoïde per os	<input type="checkbox"/> Aérosols										
Dysperméabilité tubaire :	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non										
Manœuvre d'équilibration :	<input type="checkbox"/> Faite <input type="checkbox"/> Non Faite <input type="checkbox"/> Mal Faite										
Manœuvre(s) utilisée(s)	<input type="checkbox"/> Valsalva <input type="checkbox"/> BTV <input type="checkbox"/> Toynbee <input type="checkbox"/> Frenzel										
Circonstances de survenue :	<input type="checkbox"/> Descente <input type="checkbox"/> Remontée <input type="checkbox"/> Oxyotitisme										
Présence d'une catarrhe ORL :	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non										
Si suspicion de BTS : Anatomie :	<input type="checkbox"/> Déviation extérieure de la pyramide nasale <input type="checkbox"/> Déviation septale <input type="checkbox"/> Hypertrophie tête des cornets inférieurs										

DIAGNOSTIC	
Suspicion confirmée	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui :	<input type="checkbox"/> BTOM, compléter la partie BTOM de ce formulaire <input type="checkbox"/> BTS, compléter la partie BTS de ce formulaire <input type="checkbox"/> AUTRE, compléter la partie autre de ce formulaire

BTOM <input type="checkbox"/> non applicable	
Côté :	<input type="checkbox"/> Droit <input type="checkbox"/> Gauche <input type="checkbox"/> Bilatéral
Stade :	

1 à 5 : oreille gauche	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
1 à 5 : oreille droite	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Symptômes (Cochez)	<input type="checkbox"/> Sensation de gêne <input type="checkbox"/> Douleur
	<input type="checkbox"/> Oreille engourdie/cotonneuse <input type="checkbox"/> Bourdonnement/acouphène
	<input type="checkbox"/> Sensation de perte auditive <input type="checkbox"/> Vertige
Complication :	<input type="checkbox"/> Surinfection <input type="checkbox"/> Fistule <input type="checkbox"/> Complication cochléaire <input type="checkbox"/> Complication vestibulaire
Bilan paraclinique éventuel :	<input type="checkbox"/> VNS ou Lunette de Frenzel <input type="checkbox"/> IRM cérébral (ADD)
	<input type="checkbox"/> Audiométrie tonale et vocale <input type="checkbox"/> VNS+NIV
	<input type="checkbox"/> VNG + PEA <input type="checkbox"/> scanner des rochers
	<input type="checkbox"/> Tympanométrie <input type="checkbox"/> bilan de fistule
	<input type="checkbox"/> Acoumétrie (Rinne / Weber) <input type="checkbox"/> autre
	<input type="checkbox"/> recherche de FOP

BTS <input type="checkbox"/> non applicable	
Durée :	<input type="checkbox"/> <24h <input type="checkbox"/> >24h
Côté :	<input type="checkbox"/> Droit <input type="checkbox"/> Gauche <input type="checkbox"/> Bilatéral
Localisations :	<input type="checkbox"/> sus-orbitaire <input type="checkbox"/> dent
	<input type="checkbox"/> sous-orbitaire <input type="checkbox"/> vertex
	<input type="checkbox"/> œil et canthus interne <input type="checkbox"/> retro orbitaire
Symptômes (Cochez) :	<input type="checkbox"/> Céphalées <input type="checkbox"/> Baisse d'acuité visuelle
	<input type="checkbox"/> Épistaxis <input type="checkbox"/> Dysesthésie dentaire
	<input type="checkbox"/> Néuralgie du nerf V2
Complication :	<input type="checkbox"/> Surinfection <input type="checkbox"/> complication orbitaire <input type="checkbox"/> complication neuro-méningée
Bilan paraclinique éventuel :	<input type="checkbox"/> Radiographie des sinus <input type="checkbox"/> Bilan allergologique
	<input type="checkbox"/> Bilan dentaire <input type="checkbox"/> Ponction lombaire
	<input type="checkbox"/> Scanner des sinus <input type="checkbox"/> IRM cérébrale
	<input type="checkbox"/> Rhino manométrie <input type="checkbox"/> scanner cérébral

Autre <input type="checkbox"/> non applicable	
Préciser	

BILAN ET TRAITEMENT	
----------------------------	--

Tympanométrie réalisée	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Audiogramme réalisé	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

Traitement initial	Durée (en jours)
<input type="checkbox"/> Paracétamol	
<input type="checkbox"/> Palier II	
<input type="checkbox"/> AINS	

<input type="checkbox"/> Lavage des fosses nasales	
<input type="checkbox"/> Vasoconstricteurs locaux	
<input type="checkbox"/> Vasoconstricteurs généraux	
<input type="checkbox"/> Antibiothérapie	
<input type="checkbox"/> Aérosol, préciser :.....	
<input type="checkbox"/> Corticothérapie	
<input type="checkbox"/> TTT chirurgical	
<input type="checkbox"/> Autre, préciser :.....	

SUIVI	
Arrêt de plongée	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, durée (en jours) :	

- ✓ Une fois la fin de l'inaptitude (si applicable) passée, envoyer une copie à : MP MORIN Jean - SMHEP HIA Sainte-Anne - 2 boulevard Sainte-Anne, 83000 TOULON
- ✓ Si un audiogramme a été réalisé, joindre une copie anonymisée (avec code patient) de :
 - Dernière courbe d'audiogramme réalisé avant l'accident
 - 1^{ère} courbe d'audiogramme réalisé depuis l'accident
- ✓ Si une tympanométrie a été réalisée, joindre une copie anonymisée du résultat (avec code patient)

Annexe 8 : fiche de recueil accidents BTOM ou BTS

QUESTIONNAIRE D'AUTOEVALUATION POUR LES RECHERCHES MENTIONNEES AU 3° DE L'ARTICLE L.1121-1 DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE NE PORTANT PAS SUR UN PRODUIT MENTIONNE A L'ARTICLE L.5311 DU CODE DE LA SANTE PUBLIQUE

La recherche a pour objet le développement des connaissances biologiques ou médicales oui non

La recherche est effectuée sous la direction et sous la surveillance d'un médecin ou d'une personne qualifiée justifiant d'une expérience appropriée oui non

La recherche est réalisée dans un lieu disposant des moyens humains, matériels et techniques adaptés à la recherche et compatibles avec les impératifs de sécurité des personnes qui s'y prêtent¹ oui non

La recherche ne relève pas de la liste mentionnée au 2° de l'article L.1121-1 du Code de la santé publique oui non

La recherche ne porte pas sur un produit mentionné à l'article L.5311-1 du Code de la santé publique oui non

Si vous avez répondu non à l'un de des questions précédentes votre recherche ne relève pas de la procédure applicable aux recherches non interventionnelles ne portant pas sur un produit mentionné à l'article L.5311-1 du code de la santé publique. Dans cette hypothèse, nous vous invitons à vous rapprocher d'un centre de ressources dont la liste est disponible sur le site SI-RIPH.

Si vous avez répondu oui à l'ensemble des questions, votre recherche est une recherche non interventionnelle ne portant pas sur un produit mentionné à l'article L.5311-1 du code de la santé publique.

Sous réserve que vous ayez également réalisé une déclaration de conformité à une méthodologie de référence homologuée par la commission nationale de l'informatique et des libertés conformément à l'article 11 de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, votre recherche relève de la procédure mentionnée au II de l'article 17 de l'ordonnance du 22 avril 2020 portant diverses mesures prises pour faire face à l'épidémie de covid-19. A ce titre, vous devez répondre aux questions ci-dessous sur la base de votre protocole de recherche.

Titre de la recherche : *Epidemiologie des barotraumatismes ORL au sein des plongeurs de l'Armée Française*

Acronyme de la recherche : BTORL PAF

Numéro d'enregistrement (ID-RCB) : 2020-A02893-36

¹ Conformément à l'article L1121-13 du Code de la santé publique

Promoteur

Forme juridique, dénomination : **Direction Centrale du Service de Santé des Armées**

Par délégation : **Direction de la Formation, de la Recherche et de l'Innovation**

Courriel : [REDACTED]

Adresse : **Bureau Recherche et Innovation Ilot Val-de-Grâce, Bât.8 3ème étage, 1 place Alphonse Laveran 75230 Paris cedex 05**

Téléphone : [REDACTED]

Délégué à la protection des données²

Directeur des affaires juridiques du Ministère des Armées

Par délégation pour le service de santé des armées : Délégué à la protection des données (DPO) ministériel pour le SSA

Courriel : [REDACTED]

Adresse : Direction centrale du Service de Santé des Armées, 60 boulevard du Général Martial Valin, CS 21623, 75509 Paris Cedex 15

Responsable scientifique (directeur de thèse ou de mémoire)³

Nom, Prénom et Fonction : **MORIN Jean, Adjoint au chef de service de médecine hyperbare et expertise de la plongée**

Courriel : [REDACTED]

Adresse : **Hôpital d'Instruction des Armées Sainte Anne, 2 boulevard Sainte-Anne 83000 TOULON**

Téléphone : [REDACTED]

Date prévue de soutenance de la thèse / mémoire : 1^{er} trimestre 2022

1) Intérêt et pertinence de la recherche

Contexte et justification (présentation synthétique, références bibliographiques majeures ; 750 signes environ)

Les barotraumatismes de la sphère oto-rhino-laryngologique (ORL), sont les accidents rencontrés le plus fréquemment en plongée (10% des plongées chez les plongeurs expérimentés et 30% chez les plongeurs novices (1-2)). Ces pathologies sont donc très courantes et pourtant peu d'études sont présentes dans la littérature concernant les barotraumatismes ORL en particulier de l'oreille moyenne et des sinus. Cela peut s'expliquer par le fait que la majorité des barotraumatismes ont une évolution favorable avec peu de séquelles.

Il est décrit classiquement en physiopathologie, que les pathologies pouvant induire une dysperméabilité tubaire qu'elles soient chroniques (3) ou aiguës peuvent entraîner un sur-risque de barotraumatisme des sinus ou de l'oreille moyenne ce qui peut se concevoir en étudiant l'anatomie des sinus et de l'oreille moyenne et l'importance de l'équilibrage des pressions en plongée (4-5).

² Conformément aux articles 37 et suivants du règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel

³ Pour les travaux des étudiants en santé

Cependant, aucune n'étude n'a été réalisée en ayant pour objectif de rechercher l'association entre ces facteurs de risques et la force d'association entre facteurs de risque et survenue d'un barotraumatisme ORL.

De plus, il existe également peu de données sur la population militaire, qui de par son environnement est contraint parfois à plonger dans un milieu pouvant induire un sur-risque d'accident (6-7). Les contraintes opérationnelles, l'environnement stressant avec la nécessité de réaliser des performances pour valider les brevets de plongée, certaines contraintes du milieu ou des spécificités de la plongée militaire peuvent laisser penser que celle-ci peut être plus à risque d'être victime d'un barotraumatisme ORL.

Les études comprenant les barotraumatismes ORL s'intéressent essentiellement aux barotraumatismes de l'oreille interne surement car ils sont plus à risque de séquelles (8). Il existe deux études de recueil d'accidents de plongée qui s'intéressent également aux barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus, celle réalisée par Klingmann comportant 306 plongeurs et un recueil de l'Ecole de Plongée de la Marine Nationale de 1983 à 1986 (9).

Les traitements classiquement décrits dans la littérature font appels à l'utilisation d'anticongestifs avec utilisation de corticoïdes en aérosols ou en per os afin de limiter l'inflammation et permettre une retrouver une perméabilité tubaire et parfois d'antibiothérapie s'il existe une surinfection (4,10-11). Les mesures thérapeutiques divergent en fonction des centres de plongées ainsi que l'attitude des médecins face à la période temporaire d'inaptitude à la plongée afin d'éviter une récurrence ou une aggravation clinique du barotraumatisme.

La question de la reprise de la plongée reste primordiale dans le milieu militaire, car l'inaptitude temporaire peut conduire à l'arrêt d'une formation comme le brevet de plongeur de bord ou parfois d'une contrainte opérationnelle nécessitant une reprise de la plongée de façon anticipée.

Cette étude permettrait donc de réaliser une recherche centrée sur les barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus avec des questionnaires réalisés en fonction de ces pathologies et leurs facteurs de risques potentiels.

Nous pourrions donc identifier les principaux facteurs de risques, des éléments permettant d'élaborer des mesures préventives pour limiter l'incidence des barotraumatismes au sein des plongeurs des armées et de leurs caractéristiques et leurs missions qui leurs sont propres et identifier l'impact de ces barotraumatismes sur cette population.

Objectif principal et critère de jugement principal (750 signes environ)

Objectif principal :

Déterminer l'incidence des barotraumatismes ORL au sein des plongeurs et élèves plongeurs de l'Armée Française durant 2 ans

Critère de jugement principal

Survenue de barotraumatismes ORL en milieu professionnel parmi les plongeurs de l'armée inclus dans l'étude constaté lors de l'examen médical et caractéristiques des plongeurs ayant subi un barotraumatisme ORL (niveau de plongée, antécédents personnels...).

Objectif(s) secondaire(s) et critère(s) de jugement secondaire(s) (1500 signes environ)

Objectifs secondaires

1/ Mettre en évidence des facteurs de risques de barotraumatismes ORL parmi les plongeurs et élèves plongeurs de l'Armée Française

2/ Décrire la prise en charge des barotraumatismes ORL parmi les plongeurs et élèves plongeurs de l'Armée Française

3/ Impact professionnel des barotraumatismes parmi les plongeurs et élèves plongeurs de l'Armée Française

4/ Déterminer l'incidence des barotraumatismes ORL au sein des élèves plongeurs de l'Armée Française durant 1 an

Critères d'évaluation secondaires

- 1/ Caractéristiques des plongeurs concernés (type et niveau de plongée, antécédents personnels...).
- 2/ Traitements, suivi et évolution du barotraumatisme ORL
- 3/ Durée d'inaptitude à la fonction de plongeur militaire ; Inaptitude définitive
- 4/ Survenue de barotraumatismes ORL parmi les élèves plongeurs de l'armée inclus dans l'étude constaté lors de l'examen médical et caractéristiques des plongeurs ayant subi un barotraumatisme ORL (niveau de plongée, antécédents personnels...).

2) Qualification des investigateurs et adéquation des moyens

Investigateur ou, le cas échéant, investigateur coordonnateur

Nom, prénom et fonction : **MORIN Jean, Adjoint au chef de service de médecine hyperbare et expertise de la plongée**

Courriel : [REDACTED]

Lieux de la recherche : Service de Médecine Hyperbare et expertise de la plongée

Adresse : Service de Médecine Hyperbare et expertise de la plongée (SMHEP), BCRM Toulon, 2 boulevard Sainte Anne, BP 600, 83800 Toulon Cedex 9

Téléphone : [REDACTED]

Adresse : 152° antenne médicale de Saint Mandrier, BCRM Toulon, 9° CMA/152° AM ECP PEM Ecode de plongée de Saint Mandier, BP 311, 83800 Toulon cedex 9

Téléphone : [REDACTED]

Adresse : 140° antenne médicale d'Antibes, 9° CMA/140° antenne médicale, 2 Rue du Général Vandenberg, Caserne Gazan, 06 606 Antibes Cedex

Téléphone : [REDACTED]

Adresse : 1^{er} groupe plongeurs démineurs de Cherbourg, BCRM Cherbourg, Infirmerie GPD Manche et du BBPD Vulcaïn, CC 52, 50115 Cherbourg en Cotentin Cedex

Téléphone : [REDACTED]

Adresse : 2nd Groupe plongeurs démineurs Brest, BCRM Brest, Service médical GPD Atlantique / Styx, CC 200, 29240 Brest cedex 9

Téléphone : [REDACTED]

Adresse : 3^{ème} Groupe plongeurs démineurs Toulon, BCRM Toulon, GPD Méditerranée, Service médical, BP 733, 83800 Toulon Cedex 9

Téléphone : [REDACTED]

Adresse : Base navale de Toulon, 9^e centre médical des armées, 150^{ème} antenne médicale, BP14, 83800 Toulon Cedex 9

Téléphone : [REDACTED]

3) Organisation de l'étude

Schéma d'étude (description synthétique ; environ 750 signes) : Il s'agit d'une étude descriptive, observationnelle, prospective et multicentrique à l'échelle nationale. Cette étude rentre dans le cadre des recherches impliquant la personne humaine de type non interventionnelle « RIPH de catégorie 3 » ne comportant que des questionnaires ou des entretiens car les seuls actes liés à la recherche sont un auto-questionnaire et une standardisation, sous forme de fiches bilan, des consultations de suivi médical.

Méthodologie (dont analyse statistique ; environ 750 signes) : Objectif principal : Analyse descriptive des barotraumatismes ORL : Description de la proportion des plongeurs avec barotraumatismes ORL parmi les plongeurs de l'armée inclus dans l'étude et constatée lors de l'examen médical Description des caractéristiques démographique et technique des plongeurs ayant subi un barotraumatisme ORL : niveau de plongée moyen, antécédents personnels... . L'incidence sera estimée avec un intervalle de confiance à 95%. Objectifs secondaires : La comparaison entre le groupe des plongeurs victime d'un barotraumatisme et ceux des plongeurs sains sera réalisée en utilisant un modèle de type régression logistique marginale (GEE) en tenant compte de la corrélation des données selon le plongeur. Les variables ayant un $p < 0.2$ ou relevant cliniquement seront introduites dans un modèle multivarié. La validité du modèle et sa performance seront contrôlées par un test de Hosmer-Lemeshow. Les résultats seront exprimés en Odds-ratio et intervalle de confiance à 95%. Si l'effectif est insuffisant pour mettre en œuvre une telle méthode d'analyse, des comparaisons univariées seront réalisées en comparant le groupe de plongeurs ayant présenté au moins un barotraumatisme sur la période vs ceux n'en n'ayant pas présenté. Les tests univariés seront des comparaisons de moyenne (test de t de Student ou de Mann et Witney) ou de proportion (test du χ^2). Une analyse descriptive de la durée d'inaptitude à la fonction de plongeur militaire sera effectuée.

Effectif (justification, hypothèses, échantillonnage, en fonction de la nature de l'étude ; environ 750 signes) : L'étude étant un travail épidémiologique descriptif observationnel. L'ensemble des plongeurs de l'armée française est de 2500 plongeurs. La consultation du registre de consultation de l'école de plongée de Saint Mandrier permet d'estimer l'incidence à environ 10%. En prenant en compte la population, une incidence estimée à 8% et un risque de type I à 5% et une erreur consentie à 4%, le nombre de sujet à inclure est au minimum de 177. Il sera inclus 205 sujets, en tenant compte de 15% de perdus de vue, l'étude se déroulant sur 2 ans. .

Critères d'inclusion : 1/ Plongeur professionnel militaire français ou plongeur militaire français en cours de formation (cela comprend la Marine ; Terre ; Gendarmerie ; Air ; SSA) 2/ Homme ou femme âgé de 18 ans ou plus

Critères de non -inclusion : 1/ Plongeur opposé à sa participation à la recherche 2/ Plongeur ne maîtrisant pas assez la lecture et la compréhension de la langue française pour être capable de s'opposer à sa participation à la recherche 3/ Toute autre raison qui, selon l'investigateur, pourrait interférer avec l'évaluation des objectifs de la recherche 4/ Plongeur faisant partie des forces spéciales

Durée prévisionnelle

- de participation par personne : 24 mois
- de la recherche : 48 mois

Une collection biologique ou la conservation d'échantillons au-delà de la durée de l'étude est prévue oui non

La recherche est organisée pour répondre aux objectifs fixés oui non

4) Absence de Risques et de contraintes de la recherche⁴

La recherche implique la réalisation d'actes qui relèvent de l'arrêté fixant la liste des recherches mentionnées au 3° de l'article L.1121-1 du code de la santé publique oui non

Si oui, préciser la nature et les caractéristiques des actes ou procédures impliqués par le protocole de recherche, en plus des soins habituels qui ne doivent pas être décrits (sous la forme d'un texte ou d'un tableau, au choix du promoteur)⁵

(Texte)

Préciser pour chaque acte, le cas échéant : technique, conditions, fréquence, durée

Indiquer si la recherche peut comporter un risque psychologique et, dans l'affirmative, les dispositions prises pour en tenir compte (750 signes environ) : sans objet

5) Absence de Risques et de contraintes de la recherche⁶

Liste des données personnelles recueillies (en conformité avec le RGPD) : données sociodémographiques, niveaux de plongée, antécédents médicaux, accident de plongée, notion de douleurs ORL en avion, prise en charge barotraumatique.

Les données collectées sont adéquates, pertinentes et limitées à ce qui est nécessaire au regard des objectifs de la recherche oui non

6) Recrutement et information des personnes

Modalités de recrutement des participants (procédures, documents, délais de réflexion ; environ 750 signes) : L'ensemble des plongeurs de l'armée seront informés de la recherche lors des réunions d'information générale « sécurité plongée » et des réunions d'informations en début de stage. La recherche sera ensuite présentée individuellement aux plongeurs lors d'une visite de leur suivi médical courant (visite initiale plongée ou visite médicale périodique (VMP) annuelle ou quadriennale) ou lors d'une suspicion barotraumatisme ORL (visite VMP) si aucune visite de suivi n'a eu lieu avant cet événement. Les critères définissant la consultation en cas de barotraumatisme sont les douleurs aux oreilles, les vertiges, les céphalées, les douleurs en regard d'un sinus, une épistaxis, une baisse d'audition, des acouphènes, une sensation oreille cotonneuse ou un écoulement de l'oreille. L'information sera donnée à l'aide d'une note d'information papier. S'ils ne s'opposent pas à participer à la recherche il leur est proposé de

⁴ Critères de qualification de la recherche en catégorie 3 définie par la loi n°2012-300 dite « loi Jardé »

⁵ Le Promoteur s'est assuré que les actes ou procédures envisagés figurent bien dans l'annexe 1 de l'Arrêté du 12 avril 2018 fixant la liste des recherches mentionnées au 3 de l'article L.1121-1 du code de la santé publique. Si les actes ne figurent pas dans cette liste, alors le projet ne peut pas être classé en catégorie 3.

⁶ Critères de qualification de la recherche en catégorie 3 définie par la loi n°2012-300 dite « loi Jardé »

répondre à un auto-questionnaire afin de connaître leur niveau de plongée ainsi que les antécédents personnels potentiels facteurs de risques. Les centres investigateurs sont les services responsables du suivi des plongeurs démineurs du service de santé des armées ainsi que l'école de Saint Mandrier.

Les centres formateurs incluront uniquement les plongeurs en formation initiale et instructeur dépendant de leur secteur. Les plongeurs venant ponctuellement « en formation continue » seront inclus par le centre qui effectue habituellement leur suivi. En cas de barotraumatisme la visite pourra être effectuée dans n'importe quel centre, le code d'identification attribué initialement au plongeur sera utilisé. Afin d'éviter les doublons une carte de participation sera remise à chaque plongeur lors de son inclusion. La période d'inclusion durera 24 mois.

- Information et non opposition

Les modalités d'information sont conformes aux dispositions de l'article L.1122-1 du code de la santé publique oui non

Joindre la (ou les) lettre(s) d'information et préciser les modalités assurant la traçabilité de la non-opposition.

- Populations particulières

La recherche nécessite l'inclusion de populations particulières oui non

Si oui, justifier :

Les conditions de l'article L.1122-2 du Code de la santé publique sont respectées, dans le cas où la recherche porte sur des mineurs non émancipés, des majeurs protégés ou des majeurs hors d'état d'exprimer leur consentement oui non non concerné

Les conditions de l'article L.1121-5 du Code de la santé publique sont respectées, dans le cas où la recherche porte sur des femmes enceintes ou allaitantes oui non non concerné

7) Déclaration du promoteur

Je soussignée Médecin Général Inspecteur Nathalie KOULMANN, déclare :

- que l'intérêt de la recherche est sans commune mesure avec le risque prévisible encouru par les personnes qui se prêtent à cette recherche, et
- que le respect de la personne qui se prête à la recherche prime les seuls intérêts de la recherche et de la société.

Les sanctions pénales prévues aux articles L.1126-1 et suivants du code de la santé publique s'appliquent en cas de fausse déclaration ou de non-respect des dispositions prévues aux articles L.1121-1 et suivants du code de la santé publique.



REFERENCES

1. Clenney TL, Lassen LF. Recreational scuba diving injuries. Am Fam Physician. avr 1996;53(5):1761-74.
2. Broussolle B. Physiologie et médecine de la plongée. Paris: Ellipses; 2006.
3. Kanick SC, Doyle WJ. Barotrauma during air travel: predictions of a mathematical model. J Appl Physiol Bethesda Md 1985. mai 2005;98(5):1592-602.
4. Bove AA, Pete Y, Fowler J. Bove and Davis's diving medicine, fourth edition: Eur J Emerg Med. août 2005;12(4):203.
5. Renon P, Lory D, Casanova M, Belliato R. Pathologie ORL des plongeurs. J FrORL1986 ; 35 (5) : 223-9.
6. Haar A. accidentologie de plongée en milieu militaire. Etude épidémiologique descriptive et analytique à propos de 595 cas. Université d'Aix-Marseille; 2012.
7. Arroyo P. Inaptitudes médicales définitives à la plongée dans la marine nationale. Université d'Aix-Marseille; 1986.
8. Esteve D, Lavieille J.-P Physiologie et physiopathologie de la fonction d'ouverture de la trompe auditive. Apports de la tubomanométrie. J.F.ORL 5, 50 ; 233-241,2001.
9. Klingmann C, Praetorius M, Baumann I, Plinkert PK. Otorhinolaryngologic disorders and diving accidents: an analysis of 306 divers. Eur Arch Otorhinolaryngol. 1 oct 2007;264(10):1243-51.
10. S. de Maistre, E. Gempp, P. Louge, M. Hugon, J.-É. Blatteau. Conduite à tenir en présence de symptômes ORL au décours d'une plongée.
11. Uzun C. Paranasal sinus barotrauma in sports self-contained underwater breathing apparatus divers. J Laryngol Otol. janv 2009;123(1):80-4.

Annexe 9 : protocole recherche étude BTORL

LE 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.

☉ ...ALLEZ OU LA PATRIE ET L'HUMANITÉ ☉
VOUS APPELLENT SOYEZ Y TOUJOURS
PRETS A SERVIR L'UNE ET L'AUTRE ET S'IL
LE FAUT SACHEZ IMITER CEUX DE VOS
GENEREUX COMPAGNONS QUI AU MEME POSTE
SONT MORTS MARTYRS DE CE DEVOUEMENT
INTREPIDE ET MAGNANIME
QUI EST LE VERITABLE ACTE DE FOI
DES HOMMES DE NOTRE ETAT.

BARON PERCY
CHIRURGIEN EN CHEF DE LA GRANDE ARMÉE
☉ AUX CHIRURGIENS SOUS-AIDES. 1811 ☉

Hommage au baron Percy.
Plaque en marbre exposée aux Écoles Militaires de Santé de Lyon-Bron.
Photo© Albert Chevallier.

Barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs militaires français

RESUME

Objectifs : décrire et analyser l'épidémiologie des barotraumatismes de l'oreille moyenne et des sinus chez les plongeurs militaires au sein de l'École de Plongée de Saint-Mandrier et du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie afin de déterminer des facteurs de risque de barotraumatismes et mesurer leur impact en termes d'aptitude.

Patients et méthode : 381 profils de plongeurs militaires qui ont réalisé une plongée entre janvier 2019 et juillet 2020 au sein de l'École de Plongée de Saint-Mandrier (83) et du Centre National d'Instruction Nautique de la Gendarmerie d'Antibes (06) ont été inclus dans l'étude. Les antécédents des plongeurs et leurs niveaux de plongée ont été recueillis. Lors de la survenue d'un BTOM ou BTS, les paramètres de plongée, le traitement et la durée d'inaptitude ont été recueillis.

Résultats : 44 plongeurs ont présenté un BTOM dont 2 avec récurrence et 16 un BTS dont 4 avec récurrence.

Un antécédent d'otites à répétition est un facteur de risque significatif de BTOM ($p=0,002$), un terrain de rhino sinusite chronique s'exprimant par une obstruction nasale chronique et une rhinorrhée chronique est un facteur de risque de BTS ($p=0,009$ et $p=0,014$).

Conclusion : 11,5% des plongeurs ont présenté un BTOM et 4,2% un BTS. 24% des BTOM ont causé une inaptitude entraînant la fin de la formation alors qu'aucun BTS n'a entraîné d'échec à la formation. La recherche d'un terrain d'otites à répétition, d'antécédent de BTOM et d'une rhino sinusite associant rhinorrhée et obstruction nasale permettrait une meilleure sélection des plongeurs. La reprise rapide de la plongée (< 3 jours) pour les BTOM mineurs du stade 1 à 3 et pour les BTS ne semble pas montrer de sur-risque d'accident chez les patients traités par aérosolthérapie manométrique.

MOTS-CLES

Barotraumatisme, oreille moyenne, sinus, plongée, militaire, épidémiologie

TITRE EN ANGLAIS

Middle ear and sinus barotrauma in French military divers