



HAL
open science

**Contribution à l'analyse séméiologique et diagnostique
des accidents de plongée survenant sur la côte
méditerranéenne française : à propos de 1014 cas admis
au centre hyperbare de l'HIA Sainte-Anne à Toulon de
2011 à 2018**

Benoît Meusnier

► **To cite this version:**

Benoît Meusnier. Contribution à l'analyse séméiologique et diagnostique des accidents de plongée survenant sur la côte méditerranéenne française : à propos de 1014 cas admis au centre hyperbare de l'HIA Sainte-Anne à Toulon de 2011 à 2018. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03048838

HAL Id: dumas-03048838

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03048838>

Submitted on 9 Dec 2020

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.

**Contribution à l'analyse séméiologique et diagnostique des accidents de
plongée survenant sur la côte méditerranéenne française :**

**à propos de 1014 cas admis au centre hyperbare de l'HIA Sainte-Anne à
Toulon de 2011 à 2018**

T H E S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

DE MARSEILLE

Le 27 Octobre 2020

Par Monsieur Benoit MEUSNIER

Né le 19 octobre 1994 à Aix-En-Provence (13)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur MASSOURE Pierre Laurent

Assesseur

Monsieur le Professeur CASTAGNA Olivier

Assesseur

Monsieur le Docteur LEHOT Henri

Directeur

Monsieur le Professeur agrégé du Val-de-Grâce BLATTEAU Jean-Eric

Président

**Contribution à l'analyse séméiologique et diagnostique des accidents de
plongée survenant sur la côte méditerranéenne française :**

**à propos de 1014 cas admis au centre hyperbare de l'HIA Sainte-Anne à
Toulon de 2011 à 2018**

T H E S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES

DE MARSEILLE

Le 27 Octobre 2020

Par Monsieur Benoit MEUSNIER

Né le 19 octobre 1994 à Aix-En-Provence (13)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur MASSOURE Pierre Laurent

Assesseur

Monsieur le Professeur CASTAGNA Olivier

Assesseur

Monsieur le Docteur LEHOT Henri

Directeur

Monsieur le Professeur agrégé du Val-de-Grâce BLATTEAU Jean-Eric

Président

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
Assesseurs :		
➤ 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
 ALDIGHERI 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 Pierre-Marie
 BERTRAND Edmond
 BISSET Jean-Pierre
 BLANC Bernard
 BLANC Jean-Louis
 BOLLINI Gérard
 BONGRAND Pierre
 BONNEAU Henri
 BONNOIT Jean
 BORY Michel
 BOTTA Alain
 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
 CHAUVEL Patrick
 CHOUX Maurice
 CIANFARANI François
 CLAVERIE Jean-Michel
 CLEMENT Robert
 COMBALBERT André
 CONTE-DEVOLX Bernard
 CORRIOL Jacques
 COULANGE Christian
 DALMAS Henri
 DE MICO Philippe
 DESSEIN Alain
 DELARQUE Alain
 DEVIN Robert
 DEVRED Philippe
 DJIANE Pierre
 DONNET Vincent
 DUÇASSOU Jacques

MM DUFOUR Michel
 DUMON Henri
 ENJALBERT Alain
 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 Roger
 GIUDICELLI Sébastien
 GOUDARD Alain
 GOUIN François
 GRILLO Jean-Marie
 GRISOLI François
 GROULIER Pierre
 HADIDA/SAYAG Jacqueline
 HASSOUN Jacques
 HEIM Marc
 HOUEL Jean
 HUGUET Jean-François
 JAQUET Philippe
 JAMMES Yves
 JOUVE Paulette
 JUHAN Claude
 JUIN Pierre
 KAPHAN Gérard
 KASBARIAN Michel
 KLEISBAUER Jean-Pierre
 LACHARD Jean
 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
 MICHOTEY Georges
 MIRANDA François
 MONFORT Gérard
 MONGES André
 MONGIN Maurice

PROFESSEURS HONORAIRES

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

VANUXEM Paul
VERVLOET Daniel
VIALETTES Bernard
WEILLER Pierre-Jean

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

EMERITAT

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	VIALETTES 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

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille	GUEDJ Eric
ALBANESE Jacques	COLLART Frédéric	GUIEU Régis
ALIMI Yves	COSTELLO Régis	GUIS Sandrine
AMABILE Philippe	COURBIERE Blandine	GUYE Maxime
AMBROSI Pierre	COWEN Didier	GUYOT Laurent
ANDRE Nicolas	CRAVELLO Ludovic	<i>GUY'S Jean-Michel Surnombre</i>
ARGENSON Jean-Noël	CUISSET Thomas	HABIB Gilbert
ASTOUL Philippe	<i>CURVALE Georges Surnombre</i>	HARDWIGSEN Jean
ATTARIAN Shahram	DA FONSECA David	HARLE Jean-Robert
AUDOUIN Bertrand	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	<i>HOFFART Louis Disponibilité</i>
AUQUIER Pascal	DANIEL Laurent	HOUVENAEGHEL Gilles
AVIERINOS Jean-François	DARMON Patrice	JACQUIER Alexis
AZULAY Jean-Philippe	D'ERCOLE Claude	JOURDE-CHICHE Noémie
BAILLY Daniel	D'JOURNO Xavier	JOUVE Jean-Luc
BARLESI Fabrice	DEHARO Jean-Claude	KAPLANSKI Gilles
BARLIER-SETTI Anne	DELAPORTE Emmanuel	KARSENTY Gilles
BARTHET Marc	<i>DELPERO Jean-Robert Surnombre</i>	<i>KERBAUL François détachement</i>
BARTOLI Christophe	DENIS Danièle	KRAHN Martin
BARTOLI Jean-Michel	DISDIER Patrick	LAFFORGUE Pierre
BARTOLI Michel	DODDOLI Christophe	LAGIER Jean-Christophe
BARTOLOMEI Fabrice	DRANCOURT Michel	LAMBAUDIE Eric
BASTIDE Cyrille	DUBUS Jean-Christophe	LANCON Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DUFFAUD Florence	LA SCOLA Bernard
BERBIS Philippe	DUFOUR Henry	LAUNAY Franck
BERBIS Julie	DURAND Jean-Marc	LAVIEILLE Jean-Pierre
BERDAH Stéphane	DUSSOL Bertrand	LE CORROLLER Thomas
<i>BERNARD Jean-Paul Retraite au 25/11/2019</i>	EBBO Mikaël	LECHEVALLIER Eric
BEROUD Christophe	EUSEBIO Alexandre	LEGRE Régis
BERTUCCI François	FAKHRY Nicolas	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BLAISE Didier	<i>FAUGERE Gérard Surnombre</i>	LEONE Marc
BLIN Olivier	FELICIAN Olivier	LEONETTI Georges
BLONDEL Benjamin	FENOLLAR Florence	LEPIDI Hubert
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FIGARELLA/BRANGER Dominique	LEVY Nicolas
BONELLO Laurent	FLECHER Xavier	MACE Loïc
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard	MAGNAN Pierre-Edouard
<i>BOTTA/FRIDLUND Danielle Surnombre</i>	FRANCESCHI Frédéric	MANCINI Julien
<i>BOUBLI Léon Surnombre</i>	FUENTES Stéphane	<i>MATONTI Frédéric Disponibilité</i>
BOUFI Mourad	GABERT Jean	MEGE Jean-Louis
BOYER Laurent	GABORIT Bénédicte	MERROT Thierry
BREGEON Fabienne	GAINNIER Marc	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BRETELLE Florence	GARCIA Stéphane	MEYER/DUTOUR Anne
BROUQUI Philippe	GARIBOLDI Vlad	MICCALEF/ROLL Joëlle
BRUDER Nicolas	GAUDART Jean	MICHEL Fabrice
BRUE Thierry	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MICHEL Gérard
BRUNET Philippe	GENTILE Stéphanie	MICHEL Justin
BURTEY Stéphane	GERBEAUX Patrick	MICHELET Pierre
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GEROLAMI/SANTANDREA René	MILH Mathieu
CASANOVA Dominique	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	MILLION Matthieu
CASTINETTI Frédéric	GIORGI Roch	MOAL Valérie
CECCALDI Mathieu	GIOVANNI Antoine	MORANGE Pierre-Emmanuel
CHAGNAUD Christophe	GIRARD Nadine	MOULIN Guy
CHAMBOST Hervé	GIRAUD/CHABROL Brigitte	MOUTARDIER Vincent
CHAMPSAUR Pierre	GONCALVES Anthony	<i>MUNDLER Olivier Surnombre</i>
CHANEZ Pascal	GRANEL/REY Brigitte	NAUDIN Jean
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GRANVAL Philippe	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHARREL Rémi	GREILLIER Laurent	NICOLLAS Richard
CHAUMOITRE Kathia	GRIMAUD Jean-Charles	OLIVE Daniel
CHIARONI Jacques	GROB Jean-Jacques	OUAFIK L'Houcine
CHINOT Olivier		OVAERT-REGGIO Caroline

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PAGANELLI Franck	ROCH Antoine	TRIGLIA Jean-Michel
PANUEL Michel	ROCHWERGER Richard	TROPIANO Patrick
PAPAZIAN Laurent	ROLL Patrice	TSIMARATOS Michel
PAROLA Philippe	ROSSI Dominique	TURRINI Olivier
<i>PARRATTE Sébastien Disponibilité</i>	ROSSI Pascal	VALERO René
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROUDIER Jean	VAROQUAUX Arthur Damien
PELLETIER Jean	SALAS Sébastien	VELLY Lionel
PERRIN Jeanne	<i>SAMBUC Roland Surnombre</i>	VEY Norbert
PETIT Philippe	SARLES/PHILIP Nicole	VIDAL Vincent
PHAM Thao	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VIENS Patrice
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SCAVARDA Didier	VILLANI Patrick
PIQUET Philippe	SCHLEINITZ Nicolas	VITON Jean-Michel
PIRRO Nicolas	SEBAG Frédéric	VITTON Véronique
POINSO François	SEITZ Jean-François	VIEHWEGER Heide Elke
RACCAH Denis	SIELEZNEFF Igor	VIVIER Eric
RANQUE Stéphane	SIMON Nicolas	XERRI Luc
RAOULT Didier	STEIN Andréas	
REGIS Jean	TAIEB David	
REYNAUD/GAUBERT Martine	THIRION Xavier	
REYNAUD Rachel	THOMAS Pascal	
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	THUNY Franck	
ROCHE Pierre-Hugues	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	

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

PRAG

TANTI-HARDOUIN Nicolas

PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS

ADNOT Sébastien
GUIDA Pierre

PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES (disciplines médicales)

LOUIS-BORRIONE Claude

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	ELDIN Carole	NINOVE Laetitia
ANGELAKIS Emmanouil (<i>disponibilité</i>)	FABRE Alexandre	NOUGAIREDE Antoine
ATLAN Catherine (<i>disponibilité</i>)	FAURE Alice	OLLIVIER Matthieu
BARTHELEMY Pierre	FOLETTI Jean- Marc	PAULMYER/LACROIX Odile
BEGE Thierry	FOUILLOUX Virginie	PESENTI Sébastien
BELIARD Sophie	FRANKEL Diane	RADULESCO Thomas
BENYAMINE Audrey	FROMNOT Julien	RESSEGUIER Noémie
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GASTALDI Marguerite	ROBERT Philippe
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 Frédéric	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	LAGIER Aude (<i>disponibilité</i>)	ZATTARA/CANNONI Hélène
DADOUN Frédéric (<i>disponibilité</i>)	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DALES Jean-Philippe	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	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUBOURG Grégory	NGUYEN PHONG Karine	
DUCONSEIL Pauline		
DUFOUR Jean-Charles		

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

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

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques
BONNET Pierre-André
CALVET-MONTREDON Céline
JANCZEWSKI Aurélie
NUSSLI Nicolas
ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle
THERY Didier (nomination au 1/10/2019)

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

BOURRIQUEN Maryline
EVANS-VIALLAT Catherine
LUCAS Guillaume
MATHIEU Marion
MAYENS-RODRIGUES Sandrine
MELLINAS Marie
REVIS Joana
ROMAN Christophe
TRINQUET Laure

**PROFESSEURS 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*

**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)

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)

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)

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)

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)
DRH Campus Timone

MAJ 01.09.2019

GUEDJ Eric (PU-PH)
 GUYE Maxime (PU-PH)
 MUNDLER Olivier (PU-PH) *Surnombre*
 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)
 CURVALE Georges (PU-PH) *Surnombre*
 FLECHER Xavier (PU-PH)
 PARRATTE Sébastien (PU-PH) *Disponibilité*
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

OLLIVIER Matthieu (MCU-PH)

CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702

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)
 SALAS Sébastien (PU-PH)
 VIENS Patrice (PU-PH)

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

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)
 BONELLO Laurent (PU-PH)
 BONNET Jean-Louis (PU-PH)
 CUISSET 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)
 DELPERO Jean-Robert (PU-PH) *Surnombre*
 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)

CHIRURGIE INFANTILE 5402

GUYE Jean-Michel (PU-PH) *Surnombre*
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)
 LAUNAY Franck (PU-PH)
 MERROT Thierry (PU-PH)
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH)
 FAURE Alice (MCU-PH)
 PESENTI Sébastien (MCU-PH)

LOUIS-BORRIONE Claude (PR associé des Universités)

CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 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)
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)
 MACE Loïc (PU-PH)
 THOMAS Pascal (PU-PH)

FOUILLOUX Virginie (MCU-PH)
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

CHIRURGIE PLASTIQUE,**RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 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)

HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202

LEPIDI Hubert (PU-PH)
 LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201

BARTHET Marc (PU-PH)
 BERNARD Jean-Paul (PU-PH) *retraite au 25/11/2019*
 BOTTA-FRIDLUND Danielle (PU-PH) *Surnombre*
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)
 GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH)
 SEITZ Jean-François (PU-PH)
 VITTON Véronique (PU-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)
 SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)

DUSI

COLSON Sébastien (MCF)

NGYUEN Karine (MCU-PH)
 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)
 SAMBUC Roland (PU-PH) Surnombre
 THIRION Xavier (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)
 TANTI-HARDOUIN Nicolas (PRAG)

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/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)

BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème 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

BERGE-LEFRANC Jean-Louis (MCU-PH)
 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)
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)
 HARLE Jean-Robert (PU-PH)
 ROSSI Pascal (PU-PH)
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

EBBO Mikael (MCU-PH)

DRH Campus Timone

MAJ 01.09.2019

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

ADNOT Sébastien (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

GUIDA Pierre (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

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

BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén à mi-temps)

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

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)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/10/2019)

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

DENIS Danièle (PU-PH)

HOFFART Louis (PU-PH) *Disponibilité*

MATONTI Frédéric (PU-PH) Disponibilité

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 (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanie (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-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)

FAUGERE Gérard (PU-PH) Surnombre

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

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)

PHYSIOLOGIE 4402

PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

BARTHELEMY Pierre (MCU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

FABRE Alexandre (MCU-PH)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)

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)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

AGHABABIAN Valérie (PR)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

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)

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

AMBROSI Pierre (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802

UROLOGIE 5204

GAINNIER Marc (PU-PH)

BASTIDE Cyrille (PU-PH)

GERBEAUX Patrick (PU-PH)

KARSENTY Gilles (PU-PH)

PAPAZIAN Laurent (PU-PH)

LECHEVALLIER Eric (PU-PH)

ROCH Antoine (PU-PH)

ROSSI Dominique (PU-PH)

HRAIECH Samir Campis Timone

ÉCOLE DU VAL-DE-GRÂCE

À Monsieur le Médecin Général Éric-Marie KAISER

Directeur de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

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

Commandeur de l'Ordre national du Mérite

Chevalier de l'Ordre des Palmes académiques



HÔPITAL D'INSTRUCTION DES ARMEES ALPHONSE LAVERAN

À Monsieur le Médecin Général Alain DROUET

Médecin-chef de l'Hôpital d'Instruction des Armées LAVERAN

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre national du Mérite

À Monsieur le Médecin Chef des services Philippe SOCKEEL

Chef du Pôle Formation Enseignement Recherche

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur Chevalier de l'Ordre national du Mérite

Chevalier des Palmes Académiques



À NOTRE PRESIDENT DE JURY

Monsieur le Professeur BLATTEAU Jean-Éric

Vous nous faites l'honneur d'accepter la présidence de notre jury.

Nous vous remercions pour votre accompagnement, votre disponibilité ainsi que votre aide précieuse et déterminante dans la réalisation de ce travail.

Veillez recevoir nos sincères remerciements et soyez assuré de notre profond respect.

AUX MEMBRES DE NOTRE JURY DE THÈSE

Monsieur le Professeur MASSOURE Pierre-Laurent

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en siégeant dans notre jury.

Soyez assuré de notre gratitude et notre plus grand respect.

Monsieur le Professeur CASTAGNA Olivier

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en siégeant dans notre jury.

Soyez assuré de notre gratitude et notre plus grand respect.

Monsieur le Docteur LEHOT Henri

Vous m'avez fait l'honneur de diriger ce travail de thèse.

Par votre soutien et votre disponibilité vous avez permis que ce travail voie le jour.

Je vous exprime ici mon plus grand respect.

À Clémence, ma fiancée.

À ma famille et ma future belle-famille.

À mes amis.

À mes maîtres et anciens, en particulier Papa et Jean-Guillaume, les Dr Roseau, Dr Bonneville, Dr Coton, Dr Cordier et Dr Touminet. Merci d'avoir été des modèles et exemples à suivre. Merci pour votre accompagnement.

À la meute.

Résumé

Titre : *Contribution à l'analyse sémiologique et diagnostique des accidents de plongée survenant sur la côte méditerranéenne française : à propos de 1014 cas admis au centre hyperbare de l'HIA Sainte-Anne à Toulon de 2011 à 2018.*

Introduction : La pratique de la plongée sous-marine connaît un essor croissant depuis le XXe siècle avec une accidentologie de gravité variable associant différentes entités cliniques ayant une physiopathogénie bien distincte. On distingue quatre grandes entités de diagnostics présentant chacune des caractéristiques cliniques propres : les accidents de désaturation (ADD), les œdèmes pulmonaires d'immersion (OPI), les barotraumatismes (BT) et les accidents biochimiques ou toxiques présentant chacun des caractéristiques cliniques propres.

Objectif : Le but de cette étude est de décrire et d'analyser les accidents de plongée en particulier la symptomatologie et les diagnostics associés ainsi que certains facteurs de risque individuels ou environnementaux.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique des dossiers médicaux de 1014 accidents de plongée consécutifs admis au Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée (SMHEP) de l'Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne à Toulon entre janvier 2011 et décembre 2018.

Résultats : La population de l'étude est constituée de 79% d'hommes, l'âge médian est de 46 ± 20 ans, les valeurs médianes de profondeur et de durée totale de plongée sont 36 ± 22 mètres et 35 ± 19 minutes. Les accidentés « hommes » sont plus âgés et plongent plus profondément que les femmes. Les ADD représentent 52% des patients admis dont 47% de formes neurologiques médullaires, 26% cochléo-vestibulaires, 10% ostéo-myo-articulaires, 4% cutanées et 3% neurologiques cérébraux. Les formes mixtes d'ADD représentent 10% de l'ensemble des ADD. L'OPI est le deuxième diagnostic le plus fréquent (16% des patients) et est associé significativement à une symptomatologie cardiopulmonaire. Les BT ORL représentent 8% des patients admis avec principalement des BT de l'oreille interne (58% des BT ORL) responsables d'une symptomatologie cochléovestibulaire. Les BT pulmonaires représentent 1% des patients admis avec des signes principalement cardiorespiratoires mais également des atteintes neurologiques en cas d'aéroembolisme cérébral (19% des BT pulmonaires). Les accidents biochimiques représentent 3% des patients admis avec principalement des hypercapnies, responsable d'une symptomatologie générale. Les noyades isolées représentent 0,9% des patients admis. 8% des patients sont asymptomatiques et admis dans le cadre d'une erreur de procédure pour une oxygénothérapie hyperbare. Enfin, les accidents qui surviennent en plongée mais sans lien direct avec la plongée représentent 10% des patients admis.

Discussion : Sur l'ensemble des 1014 cas, seulement 37 diagnostics ont été corrigés (3,6%) au décours de l'hospitalisation à la suite du bilan paraclinique ou de l'évaluation clinique secondaire. 3% des diagnostics d'accidents de plongée ont été classés comme « ambigus » (n = 31), c'est-à-dire pour lesquels le cadre diagnostique n'a pas été établi avec certitude. Les ADD sont plus fréquents chez les hommes à l'exception des ADD cutanés qui s'observent souvent chez les femmes. Les BT ORL, considérés comme les accidents les plus fréquents, sont sous-représentés dans notre étude car les BT bénins de l'oreille moyenne ne nécessitent habituellement pas d'hospitalisation.

Conclusion : Cette étude a permis de décrire dans le même temps la symptomatologie et les diagnostics associés des accidents de plongée. Elle permet de dresser un profil type de

chaque entité clinique représentatif des accidents de plongée de loisir rencontrés en Méditerranée.

Mots-clefs : Accident de plongée, maladie dysbarique, diagnostics différentiels, accident de décompression, bulle, œdème pulmonaire d'immersion, barotraumatisme pulmonaire, barotraumatisme ORL, accident toxique, noyade, aéroembolisme artériel cérébral, épidémiologie, sémiologie, Méditerranée.

Abstract

Title: *Contribution to the semiological and diagnostic analysis of diving accidents occurring on the french mediterranean coast: about 1014 cases admitted to the hyperbaric center of the HIA Sainte-Anne in Toulon from 2011 to 2018.*

Background: The practice of scuba diving has been growing since the 20th century with a various accidentology associating different clinical entities with distinct physio pathogenies. There are four major diagnostic entities, each with its own clinical characteristics: decompression sickness (DCS), cold-induced pulmonary edema (IPE), barotrauma (BT) and biochemical or toxic accidents, each with their own clinical characteristics.

Objective: The aim of this study is to describe and analyse diving accidents, in particular the symptomatology and the associated diagnoses as well as some individual or environmental risk factors.

Methods: This is a monocentric retrospective study of the medical records of 1014 consecutive diving accidents admitted to the Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée (SMHEP) of the Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne in Toulon between January 2011 and December 2018.

Results: The population of the study is 79% male, the median age is 46 ± 20 years, the median values of depth and total dive time are 36 ± 22 meters and 35 ± 19 minutes. Male casualties are older and dive deeper than females. DCSs account for 52% of admitted patients, of which 47% are neurological spinal forms, 26% cochleo-vestibular, 10% osteo-myo-articular, 4% cutaneous and 3% cerebral neurological. Mixed forms of DCS represent 10% of all DCSs. IPE is the second most frequent diagnosis (16% of patients) and is significantly associated with cardiopulmonary symptoms. ENT BTs represent 8% of patients admitted with mainly inner ear BTs (58% of ENT BTs) responsible for cochleovestibular symptomatology. Pulmonary BTs represent 1% of patients admitted with mainly cardiorespiratory signs but also neurological damage in case of cerebral arterial gas embolism (19% of pulmonary BTs). Biochemical accidents represent 3% of patients admitted with mainly hypercapnia, responsible for general symptomatology. Isolated drownings represent 0.9% of patients admitted. 8% of patients are asymptomatic and admitted due to a procedural error for hyperbaric oxygen therapy. Finally, accidents that occur while diving but are not directly related to diving represent 10% of the patients admitted.

Discussion: Out of the 1014 cases, only 37 diagnoses were corrected (3.6%) at the time of hospitalisation following the paraclinical assessment or secondary clinical evaluation. 3% of the diagnoses of diving accidents were classified as "ambiguous" (n = 31), namely for which the diagnostic framework has not been established with certainty. DCSs are more common in men, with the exception of skin DCSs, which are often seen in women. ENT BTs, considered to be the most frequent accidents, are under-represented in our study because benign middle ear BTs usually do not require hospitalisation.

Conclusion: This study enabled to describe at the same time the symptomatology and associated diagnoses of diving accidents. It allows to draw up a typical profile of each clinical entity representative of recreational diving accidents encountered in the Mediterranean.

Keywords: Diving accident, dysbaric disease, differential diagnoses, decompression sickness, bubble, immersion pulmonary edema, pulmonary barotrauma, ENT barotrauma, gas toxicity, near-drowning, arterial gas embolism, epidemiology, semiology, Mediterranean.

Tables des matières

1.	INTRODUCTION	2
2.	MATERIELS ET METHODES	6
2.1.	CARACTERISTIQUES DE L'ETUDE	6
2.2.	POPULATION ETUDIEE.....	6
2.3.	DEFINITION DES DIAGNOSTICS	6
2.4.	RECUEIL DES DONNEES.....	8
2.5.	ANALYSE STATISTIQUE	10
3.	RESULTATS	11
3.1.	DESCRIPTION GENERALE DE LA POPULATION	11
3.1.1.	<i>Caractéristiques liées au plongeur.....</i>	<i>11</i>
3.1.2.	<i>Caractéristiques liées à la plongée.....</i>	<i>12</i>
3.2.	DESCRIPTION DES ACCIDENTS DE PLONGEE	13
3.2.1.	<i>Description par diagnostic.....</i>	<i>13</i>
3.2.2.	<i>Description des signes cliniques.....</i>	<i>20</i>
3.3.	ANALYSES COMPLEMENTAIRES	31
3.3.1.	<i>Diagnostics associés aux caractéristiques du plongeur.....</i>	<i>31</i>
3.3.2.	<i>Diagnostics associés aux caractéristiques de la plongée.....</i>	<i>36</i>
3.3.3.	<i>Diagnostics associés au délai d'apparition des signes.....</i>	<i>39</i>
3.3.4.	<i>Diagnostics associés à la prise en charge thérapeutique hyperbare.....</i>	<i>41</i>
4.	DISCUSSION.....	43
4.1.	LIMITES DE L'ETUDE	43
4.2.	DIAGNOSTICS INITIAUX	45
4.3.	PROFILS DES PLONGEURS ACCIDENTES ADMIS AU SMHEP PAR DIAGNOSTICS PRINCIPAUX.....	45
4.3.1.	<i>Accidents de désaturation.....</i>	<i>45</i>
4.3.2.	<i>Œdèmes pulmonaires d'immersion.....</i>	<i>48</i>
4.3.3.	<i>Barotraumatismes ORL.....</i>	<i>49</i>
4.3.4.	<i>Barotraumatismes pulmonaires.....</i>	<i>50</i>
4.3.5.	<i>Accidents biochimiques.....</i>	<i>51</i>
4.3.1.	<i>Cas particulier des diagnostics ambigus.....</i>	<i>52</i>
4.3.2.	<i>Cas particulier des erreurs de procédure asymptotiques.....</i>	<i>53</i>
4.4.	INFLUENCE DU SEXE FEMININ DANS L'ACCIDENTOLOGIE DE PLONGEE	53
5.	CONCLUSION	56
6.	BIBLIOGRAPHIE.....	59

1. Introduction

La connaissance des accidents occasionnés à la suite de l'exploration du milieu subaquatique a été très progressive. La symptomatologie rencontrée était avant tout fonction des techniques de pénétration et de la connaissance du milieu. Jusqu'au XIXe siècle, les excursions sous-marines, essentiellement effectuées en apnée ou occasionnellement avec des cloches à plongée, étaient limitées en profondeur et en durée. Cela rendait les plongeurs très familiers des effets de la pression sur les oreilles responsable de barotraumatisme, mais peu ou pas du tout des autres formes d'accidents de plongée comme les accidents de décompression.

Ce n'est qu'à partir du milieu du XIXe siècle, avec l'invention du travail sous pression en atmosphère sèche (tube de Triger) ou en milieu subaquatique (scaphandre de Siebe), permettant de rester plus longtemps à des niveaux élevés de pression, que les premiers cas d'accidents de désaturation ont été décrits (Triger 1845; Pol et Watelle 1854; Leroy de Méricourt 1869). Les bases de la physiopathogénie sont décryptées par Paul Bert en 1878. Il conclut que ces accidents s'expliquent par le dégagement sous forme de bulles lors de la décompression, tant dans les liquides sanguins qu'au sein des tissus, de l'azote qui s'y était dissous en excès (Bert 1878). Les symptômes divers et variés qui avaient la particularité d'apparaître lors du retour à la pression atmosphérique ont été regroupés sous la dénomination d'accidents de désaturation (ADD). L'expression clinique des accidents de désaturation en plongée subaquatique semble très variable en fonction du type de plongée et des procédures de décompression utilisées. Ainsi les premiers rapports épidémiologiques font état d'une majorité de formes articulaires, tandis que les formes neurologiques semblent actuellement prédominer (Francis et al. 2003). Dans une étude Américaine du Divers Alert Network (DAN) sur 3500 plongeurs loisirs victimes d'ADD de 1992 à 1998, les symptômes rapportés sont en majorité (40,4%) des signes neurologiques contre 22% de signes douloureux articulaire ou lombaire et 12,6% de signes cochléo-vestibulaires (Francis et al. 2003).

En dehors des accidents de désaturation d'autres formes cliniques ont été progressivement identifiées. Paul Bert décrit notamment dans son ouvrage « La pression barométrique » l'effet neurotoxique de l'oxygène respiré sous pression, appelé aussi « effet Paul Bert » ou « crise hyperoxique ». Il est caractérisé par des

crises toniques et cloniques pouvant aller jusqu'au décès en cas de prolongation des crises (Bert 1878). De nos jours, ces accidents hyperoxiques en plongée subaquatique sont rares et principalement observés chez les plongeurs respirant de l'oxygène à haute concentration, comme les nageurs de combat. La crise hyperoxique appartient à la famille des accidents liés aux variations des pressions partielles des gaz inhalés communément appelés accidents « biochimiques » ou « toxiques ».

Une autre forme de ce type d'accident se rapporte à l'« ivresse des profondeurs » et est caractérisé par une euphorie, des troubles transitoires de la mémoire et des fonctions supérieures, et parfois des hallucinations. Cet accident n'est rattaché à sa véritable cause, la pression partielle élevée d'azote dans le mélange gazeux inhalé avec la profondeur, qu'en 1935 (Behnke et al. 1935). Il s'agit d'une des manifestations d'un phénomène plus général appelé narcose aux gaz inertes, qui peut s'observer avec d'autres gaz rares comme par exemple le xénon, le krypton ou l'argon.

Par ailleurs les variations de pressions et de volume au sein des cavités aériques de l'organisme lors des variations d'immersion en plongée peuvent occasionner des accidents bien connus appelés barotraumatismes qui sont particulièrement fréquents au niveau ORL. Les poumons peuvent également être concernés avec un risque de barotraumatisme et de lésions pulmonaires parfois gravissime lors de la remontée vers la surface, notamment chez le plongeur néophyte qui réalise des exercices de remontée sans embout (RSE). La physiopathogénie a été élucidée grâce à des expérimentations animales dans la fin des années 1950 (Schaffer et al. 1958; Malhotra et Wright 1961) et lors d'autopsies menées dans les années 1980 (Calder 1985). En effet, l'air ne pouvant s'échapper en se dilatant à la remontée va provoquer une rupture des alvéoles qui peut entraîner un emphysème médiastinal et sous-cutané avec parfois un pneumothorax ou même dans les cas les plus critiques un aéroembolisme artériel cérébral. Le pronostic vital peut être engagé.

Plus récemment, l'œdème pulmonaire d'immersion (OPI) est décrit comme un accident de plongée depuis 1989 par Wilmshurst (Wilmshurst et coll. 1989). Cet accident s'apparente cliniquement, histologiquement et radiologiquement à la noyade, mais dont la cause et le traitement sont complètement différents. Ce type d'accident, d'origine multifactorielle, est lié à l'apparition d'un œdème pulmonaire résultant de l'augmentation de la pression transmurale au niveau de la membrane alvéolo-capillaire. Il peut s'observer lors de la pratique de la plongée autonome en circuit ouvert

ou en recycleur, lors de séances d'apnée ou même lors de natation en surface. Trois signes cliniques sont fréquemment retrouvés : dyspnée, toux et expectoration mousseuse saumonée voire hémoptysie franche (en cas de rupture de la barrière alvéolo-capillaire). Dans certains cas, le tableau clinique peut être celui d'un choc cardiogénique et/ou d'un arrêt cardiaque hypoxique qui font la sévérité de cette pathologie.

En France, la majorité des accidents de plongée se produit lors de la pratique de cette activité pour le loisir et survient sur la côte méditerranéenne principalement l'été, avec des pics en mai (reprise de la plongée, week-end prolongé, mauvaise météo...), en juillet-août (pic de fréquence) et en septembre (fin de saison, fatigue, période de formation...). Depuis quelques années, l'augmentation de la pratique hivernale et la diversification des sites, en particulier en eaux intérieures, modifient la répartition des accidents sur l'ensemble de l'année et du territoire (Coulange 2015).

Une étude épidémiologique de 2013 menée sur plus de 500 accidents de plongée traités à l'Assistance publique des Hôpitaux de Marseille a permis de préciser les conditions de survenue et le profil des accidents de plongée survenant en Méditerranée. Il s'agit de plongeurs significativement plus âgés (40 ans en moyenne) par rapport à la population de plongeurs affiliés à la Fédération Française d'Étude et de Sports Sous-Marins (FFESSM). Soixante-quinze pour cent sont de sexe masculin, ce qui correspond à la répartition normale dans la population de plongeurs de loisir. Dix pour cent ont déjà eu un accident de plongée. Tous les niveaux sont concernés, y compris les encadrants qui représentent 1/5e des accidentés. Vingt pour cent surviennent au cours d'une formation. L'incidence augmente avec la profondeur. Néanmoins plus d'un tiers des accidents surviennent lors de plongées dans l'espace médian (soit 5 à 30 m de profondeur) (Metifiot-Windson 2011).

Dans ce travail, nous avons souhaité compléter la connaissance de l'accidentologie de plongée, telle que rencontrée actuellement sur les côtes du littoral français et en particulier méditerranéen. Nous nous sommes basés, d'une part, sur une approche diagnostique à partir de la classification francophone qui distingue quatre grands cadres nosologiques avec les accidents de désaturation (ADD), les œdèmes pulmonaires d'immersion (OPI), les barotraumatismes (BT) pulmonaire et ORL et les accidents biochimiques (hyperoxie, hypoxie, hypercapnie, narcose), et d'autre part, sur une approche sémiologique en rapportant les signes cliniques

observés et leurs associations aux diagnostics. In fine, nous avons souhaité constituer un « profil type » de chacun de ces accidents de plongée en précisant les caractéristiques des plongeurs et des plongées qui y sont associés.

Il s'agit d'une étude rétrospective et monocentrique, réalisée à partir des données issues du Service de médecine hyperbare et d'expertise plongée de l'HIA Sainte Anne qui accueille environ 120 accidents de plongée par an, soit le tiers des accidents de plongée en France, ce qui permet d'obtenir une vision assez globale de l'accidentologie de la plongée rencontrée en métropole.

L'objectif principal de cette étude était dans un premier temps de décrire les principaux diagnostics et par ailleurs les signes cliniques des accidents de plongée admis au Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée (SMHEP) de l'Hôpital Sainte Anne à Toulon (France) de 2011 à 2018.

Dans un deuxième temps nous avons étudié l'association des signes cliniques aux diagnostics. Enfin nous avons essayé de préciser certains facteurs de risque individuels ou environnementaux spécifiques de chaque accident afin d'établir un « profil type » pour chaque accident.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Caractéristiques de l'étude

Il s'agit d'une étude descriptive et analytique sur les 1014 cas consécutifs de patients admis au Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée (SMHEP) de l'Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) Sainte Anne à Toulon sur la base d'un diagnostic présumé d'"accident de plongée".

2.2. Population étudiée

Dans cette étude, sont inclus tous les plongeurs admis pour un diagnostic initial d'accident de plongée ayant un dossier au SMHEP de l'HIA Ste Anne à Toulon entre le 1^{er} janvier 2011 et le 31 décembre 2018. Cela comprend une population majoritairement de plongeurs de loisirs mais également de plongeurs professionnels, militaires ou civils. Sont inclus dans l'étude les accidents survenus le plus souvent lors de plongées autonomes à l'air ou aux mélanges (en circuit ouvert ou recycleur), les accidents lors de la pratique de l'apnée ainsi que les recompressions préventives des plongeurs asymptomatiques admis dans le service dans les suites d'une erreur de procédure. Sont également pris en compte les accidents survenant au cours d'une natation en surface dans un contexte de pratique de la plongée.

2.3. Définition des diagnostics

Les accidents de plongée sont classés en différentes catégories, selon la classification diagnostic francophone (Broussolle et al. 2006) :

- Les Accidents De Désaturation (ADD) :
 - Neurologiques (médullaires et/ou cérébraux) ;
 - Cochléo-vestibulaire ou de l'Oreille Interne (OI) ;
 - Ostéo-Myo-Articulaires (OMA) ;
 - Cutanés ;
 - Cardiopulmonaires (chokes) ;

- Mixtes.
- Les BaroTraumatismes (BT) :
 - Pulmonaires avec ou sans aéroembolisme cérébral ;
 - Oto-Rhino-Laryngologique (ORL) :
 - Sinus ;
 - Oreille moyenne ;
 - Oreille interne ;
 - Dentaire ;
 - Digestifs.
- Les Œdèmes Pulmonaires d’Immersion (OPI).
- Les accidents “biochimiques ou toxiques” :
 - Hypercapnie ;
 - Hyperoxie ;
 - Hypoxie ;
 - Narcose ;
- Les inhalations pulmonaires (de l’aqua stress à la noyade).

En outre, ont été décrits d’autres diagnostics non retrouvés dans la classification ci-dessus.

En effet, il est possible que le diagnostic ne puisse être classé de manière évidente dans tel ou tel cadre nosologique d’accident de plongée. Dans ce cas, on parlera de « diagnostic ambigu ».

Par ailleurs, les « diagnostics autres » correspondent aux pathologies sans rapport avec la plongée elle-même, mais qui surviennent pendant ou au décours de la plongée.

Enfin, sont aussi inclus les « erreurs de procédure », qui correspondent à des sujets asymptomatiques ayant réalisés une décompression incomplète (absence ou défaut de palier prévu) ou à risque (remontée rapide), pour lesquels une Oxygénothérapie HyperBare (OHB) préventive a été réalisée afin d’éviter la survenue d’un accident de désaturation.

2.4. Recueil des données

Le recueil a été réalisé à partir des dossiers médicaux numériques et papiers. Les données ont été rassemblées dans une base de données sous format Excel®.

Les données recueillies sont :

- **Les caractéristiques du plongeur** : Sexe, âge, niveau de plongée, antécédent de plongée dans les 48h.
- **Les caractéristiques de la plongée** : Type de plongée, durée totale de plongée, profondeur maximale atteinte par le plongeur.
- **Les caractéristiques de l'accident et de la prise en charge** : Diagnostic établi, délai d'apparition des premiers signes, recompression lors de la prise en charge.
- **Présence de signes neurologiques périphériques** :
 - Symptôme sensitif objectif
 - Symptôme sensitif subjectif
 - Symptôme moteur objectif
 - Symptôme moteur subjectif
 - Ataxie proprioceptive
 - Myoclonie
 - Trouble sphinctérien
 - Syndrome pyramidal
 - Douleur rachidienne
- **Présence de signes neurologiques centraux** :
 - Trouble de la conscience
 - Trouble visuel
 - Altération des fonctions supérieures
 - Trouble de l'élocution
 - Anomalie autre des paires crâniennes
 - Convulsions
 - Trouble de la coordination
- **Présence de signes cardiorespiratoires** :
 - Douleur thoracique
 - Dyspnée

- Hémoptysie
- Toux
- Palpitation/arythmie
- **Présence de signes vestibulaires :**
 - Vertige/instabilité
 - Nausée/vomissement
 - Nystagmus
 - Tests axiaux perturbés
 - Trouble de l'audition/acouphène/otalgie
- **Présence de signes cutanés :**
 - Érythème/marbrure
 - Prurit
 - Œdème
- **Présence de signes articulaires :**
 - Douleur de membre
- **Présence de signes constitutionnels :**
 - Douleur autre
 - Malaise
 - Asthénie
 - Frissons
 - Céphalées
- **Présence de signes autres.**

Certaines caractéristiques de la plongée n'ont pas été retranscrites lors d'accidents en surface pendant une séance de natation dans un contexte de plongée ou lors de plongées en apnée.

2.5. Analyse statistique

Pour l'analyse descriptive, les variables qualitatives ont été formulées sous forme d'effectifs et de pourcentages. Les variables quantitatives sous forme de moyennes \pm écart-types et/ou de médianes \pm espaces interquartiles.

Pour l'analyse comparative bi variée, les variables qualitatives ont été analysées en utilisant le test de Chi2 avec correction de Yates ou le test exact de Fischer. Nous avons affiché des odds-ratio avec leurs intervalles de confiance à 95%. Nous avons privilégié des tests non paramétriques du fait de l'hétérogénéité des variables vis à vis de la normalité des distributions.

Pour les comparaisons deux à deux non appariées, nous avons utilisé le test statistique de Mann et Whitney. Pour les comparaisons multiples, nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis complété du test de Dunn pour l'analyse post hoc.

La valeur du p significative a été considérée à 0,05.

Tous les calculs des tests ont été effectués via GraphPad Prism 8 version mac et le site internet <http://biostatgv.sentiweb.fr>.

3. Résultats

3.1. Description générale de la population

3.1.1. Caractéristiques liées au plongeur

3.1.1.1. Sexe

L'analyse est basée sur l'ensemble des dossiers des patients admis au SMHEP (n=1014). Il existe une grande majorité d'hommes : 801 (79%) contre 213 femmes (21%), le sexe ratio est de 3,76.

3.1.1.2. Age

L'âge des plongeurs dans notre échantillon s'étend de 11 à 80 ans avec une moyenne d'âge de $44,4 \pm 13,3$ ans et une médiane de 46 ± 20 ans. Les femmes ont une moyenne d'âge de $42,3 \pm 13,5$ et une médiane d'âge de 43 ± 21 ans. Pour les hommes, la moyenne d'âge est de $45,8 \pm 12,9$ et la médiane d'âge à $47,5 \pm 19$ ans.

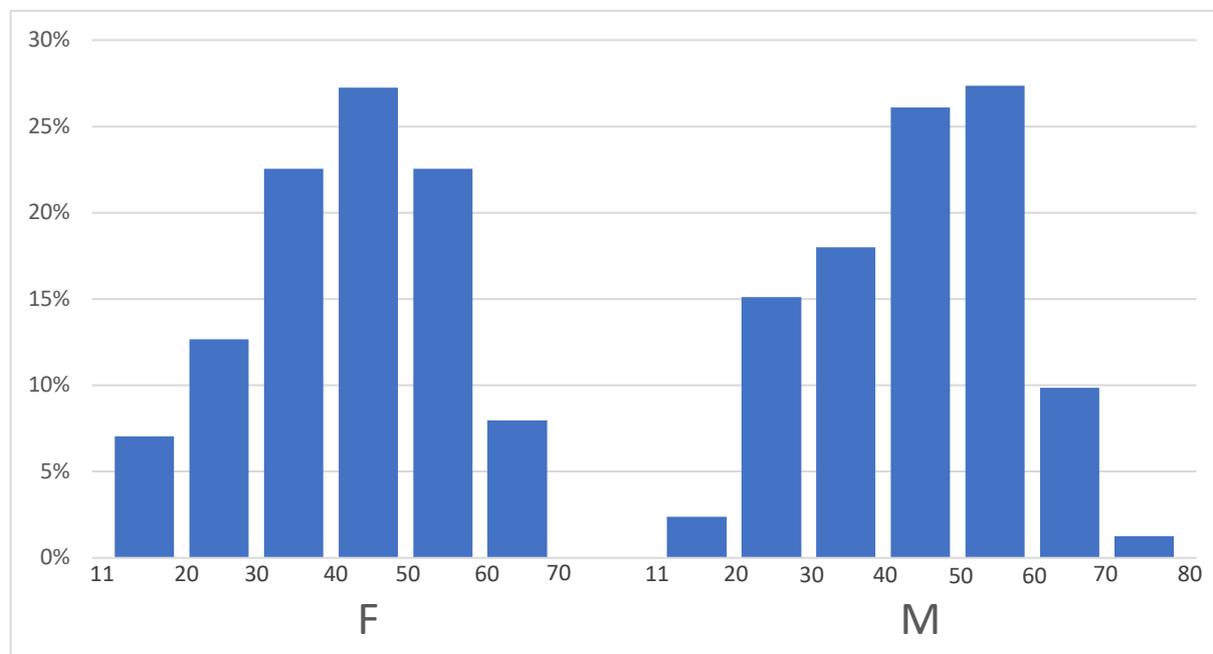


Figure 1: Répartition par tranche d'âges et par sexe de l'échantillon

3.1.1.3. Niveau de plongée

Le niveau des plongeurs a été réparti en deux catégories : débutant (équivalent niveaux FFESSM 1 et 2) ou confirmé (supérieur ou égal au niveau FFESSM 3).

Il y a ainsi 389 plongeurs considérés pour notre étude comme débutants (38%) contre 625 plongeurs considérés comme confirmés (62%). Les plongeurs considérés comme débutants sont principalement constitués de plongeurs d'âge moyen de $40,6 \pm 14,8$ ans (médiane d'âge de 41 ± 25 ans), au contraire des plongeurs plus expérimentés, plus âgés (âge moyen de $47,7 \pm 11,2$ ans et médiane d'âge à 49 ± 15 ans) ($p < 0,001$).

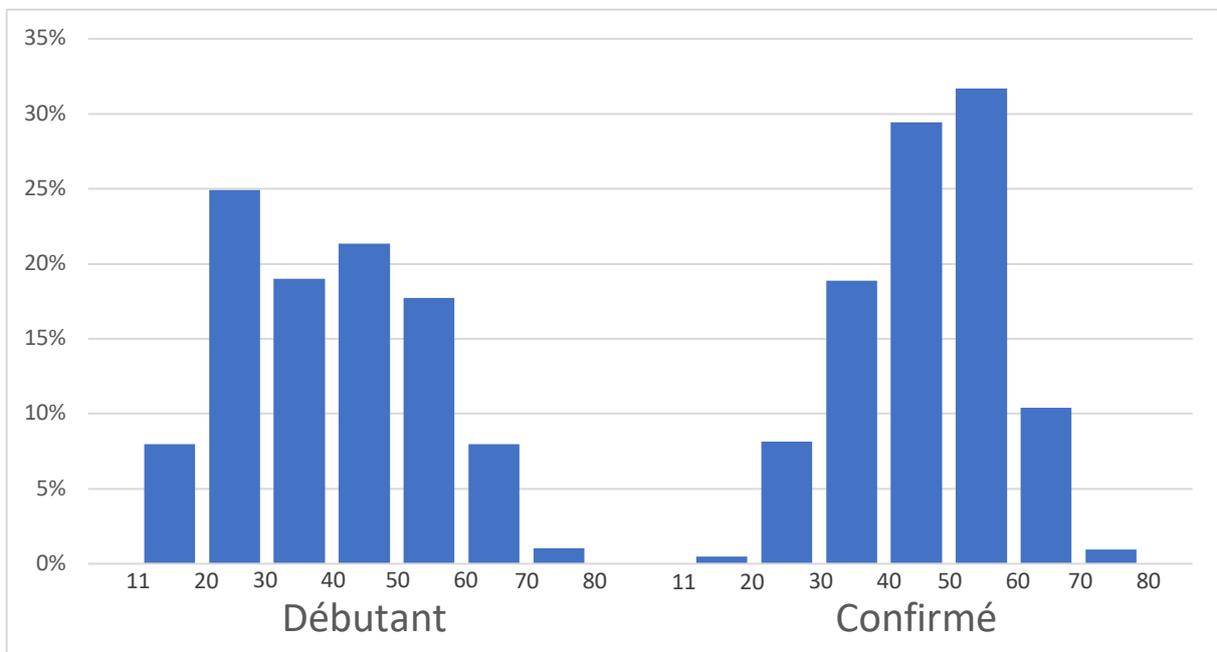


Figure 2 : Répartition par tranche d'âges et par niveau de plongée de l'échantillon

3.1.2. Caractéristiques liées à la plongée

La grande majorité des accidents de plongée est survenue à l'occasion d'une plongée autonome (95%) tandis que les autres cas concernaient la plongée en apnée ou la natation en surface (dans ces circonstances, il s'agissait essentiellement d'OPI ou de BT ORL).

3.1.2.1. Profondeur maximale

La profondeur maximale atteinte est comprise entre 2 à 103 mètres avec une moyenne de $34,8 \pm 15$ mètres et une médiane de 36 ± 22 mètres.

3.1.2.2. Durée de plongée

La durée de plongée s'étend de 1 à 225 minutes avec une moyenne de $36,7 \pm 18,2$ minutes et une médiane de 35 ± 19 minutes.

3.1.2.3. Plongées répétées

Dans 232 accidents (23%), les plongeurs avaient réalisé une plongée dans les 48h précédents la dernière plongée.

3.2. Description des accidents de plongée

3.2.1. Description par diagnostic

L'ensemble des dossiers des patients de l'échantillon a été réexaminé afin de déterminer si le diagnostic initial du médecin prenant en charge le patient était bien confirmé. En effet, certains diagnostics n'ont pu être établis qu'après confirmation paraclinique ou évaluation clinique secondaire. De plus, certains diagnostics posés initialement ont pu être modifiés ensuite devant des formes cliniques frustrées.

Sur l'ensemble des 1014 cas, seulement 37 diagnostics ont été corrigés (3,6%) avec des modifications qui apparaissent dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Bilan des corrections effectuées au sujet des diagnostics des plongeurs admis au SMHEP de 2011 à 2018

Diagnostic initial avant correction	Diagnostic final après correction			
16 Diagnostics ambigus	13 ADD	1 AVC	1 malaise	1 ébriété
<i>Critère de correction</i>	Évolution paraclinique et clinique secondaire	Évolution paraclinique secondaire	Clinique initiale frustré	Clinique initiale frustré
5 ADD cérébraux	4 ADD médullaires		1 AVC	
<i>Critère de correction</i>	Évolution clinique secondaire		Évolution paraclinique	
3 BT ORL	2 Ambigus (ADD OI ou BT OI)		1 ADD OI	
<i>Critère de correction</i>	Clinique initiale frustré		Évolution paraclinique secondaire	
2 ADD mixte (neuro + vestibulaire et neuro + bend)	1 ADD médullaire		1 ADD cérébral	
<i>Critère de correction</i>	Clinique initiale frustré		Clinique initiale frustré	
2 ADD neuro	1 ADD mixte (médullaire + OI)		1 ADD mixte (médullaire + bend)	
<i>Critère de correction</i>	Évolution clinique secondaire		Évolution clinique secondaire	
2 ADD médullaire	1 Ambigu (médullaire ou cérébral)		1 Ambigu (médullaire ou crampe)	
<i>Critère de correction</i>	Évolution clinique secondaire		Clinique initiale frustré	
2 Naupathies	2 BT ORL			
<i>Critère de correction</i>	Évolution paraclinique secondaire			
3 ADD OI	1 ADD mixte (médullaire + OI)		2 Ambigu (ADD OI ou syndrome vertigineux)	
<i>Critère de correction</i>	Évolution clinique secondaire		Clinique initiale frustré	
1 BT pulmonaire	1 OPI			
<i>Critère de correction</i>	Évolution paraclinique secondaire			
1 OPI	1 Ambigu (OPI ou dyspnée d'effort)			
<i>Critère de correction</i>	Clinique initiale frustré			

La proportion d'accidents en fonction des diagnostics finaux établis est rapportée dans le graphique suivant :

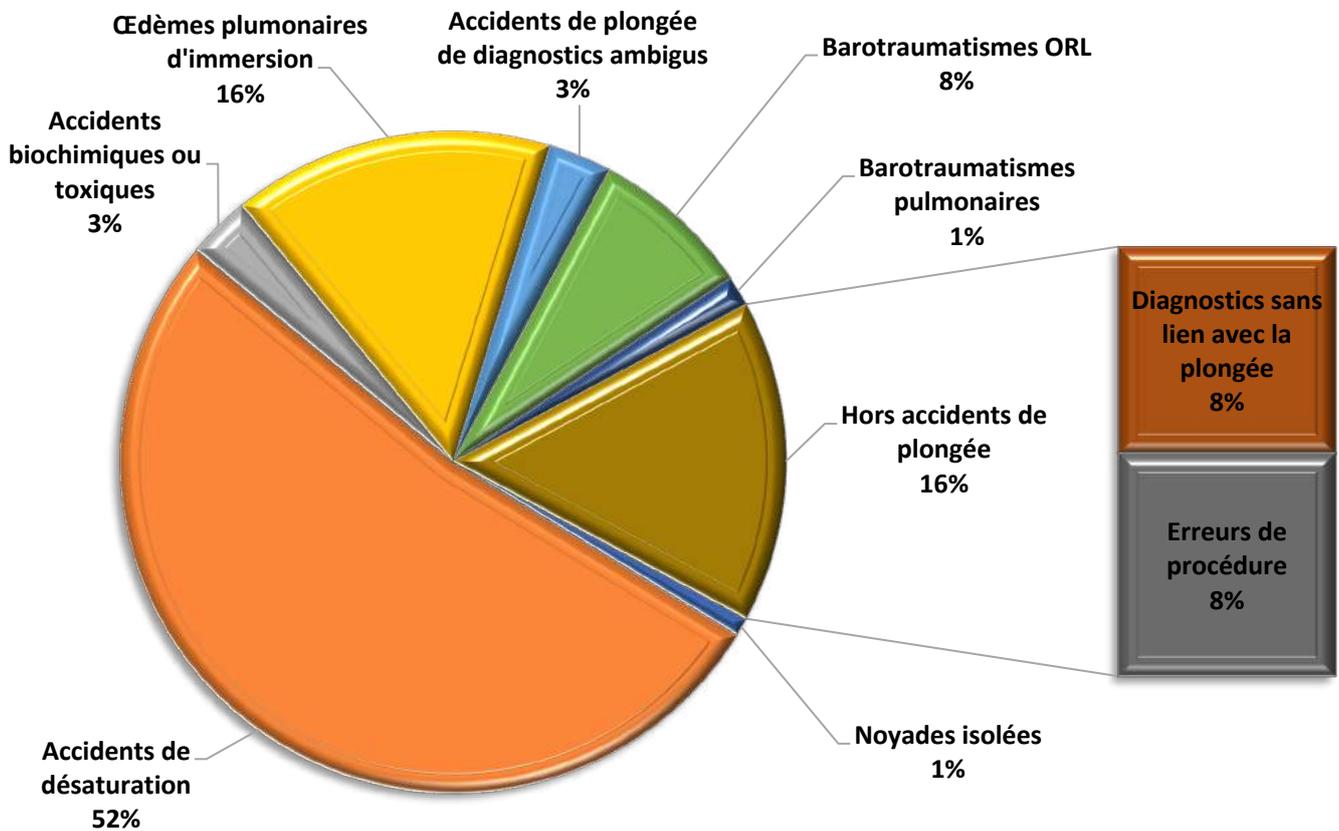


Figure 3 : Répartition par diagnostic des accidents de plongée admis au SMHEP de 2011 à 2018 (n=1014)

La distribution des accidents admis à l'HIA Ste Anne est la suivante (par ordre croissant) :

3.2.1.1. Noyades

Les noyades représentent 0,8% (n = 9) des accidents admis. Ne sont comptabilisés que les accidents admis pour noyade au SMHEP et non les patients

présentant un autre diagnostic compliqué de noyade (par exemple un OPI qui se complique d'inhalation).

3.2.1.2. Accidents biochimiques

Les accidents biochimiques représentent 3% (n = 31) des accidents admis dont 18 hypercapnies, 6 hypoxies, 5 narcoses et 2 hyperoxies.

3.2.1.3. Diagnostic ambigu

3% des diagnostics d'accidents de plongée ont été classés comme « ambigu » (n = 31), c'est-à-dire pour lesquels un diagnostic n'est pas établi avec certitude. Il s'agit dans la majorité des cas une situation d'ambiguïté entre deux diagnostics, faute de signes cliniques évidents ou d'examens complémentaires confirmant l'un ou l'autre des diagnostics.

Dans notre étude, les cas d'ambiguïté les plus représentés sont :

- Entre ADD cochléovestibulaire et accidents ORL en plongée (naupathie ou syndrome vertigineux) : 6 cas soit 19,4% des diagnostics ambigus ;
- Entre ADD cochléovestibulaire et barotraumatisme de l'oreille interne : 6 cas soit 19,4% des diagnostics ambigus ;
- Entre forme clinique frustrée d'ADD et malaise : 5 cas soit 16,1% des diagnostics ambigus ;
- Entre ADD médullaire et accidents neurologiques en plongée (crampe musculaire) : 4 cas soit 12,9% des diagnostics ambigus.

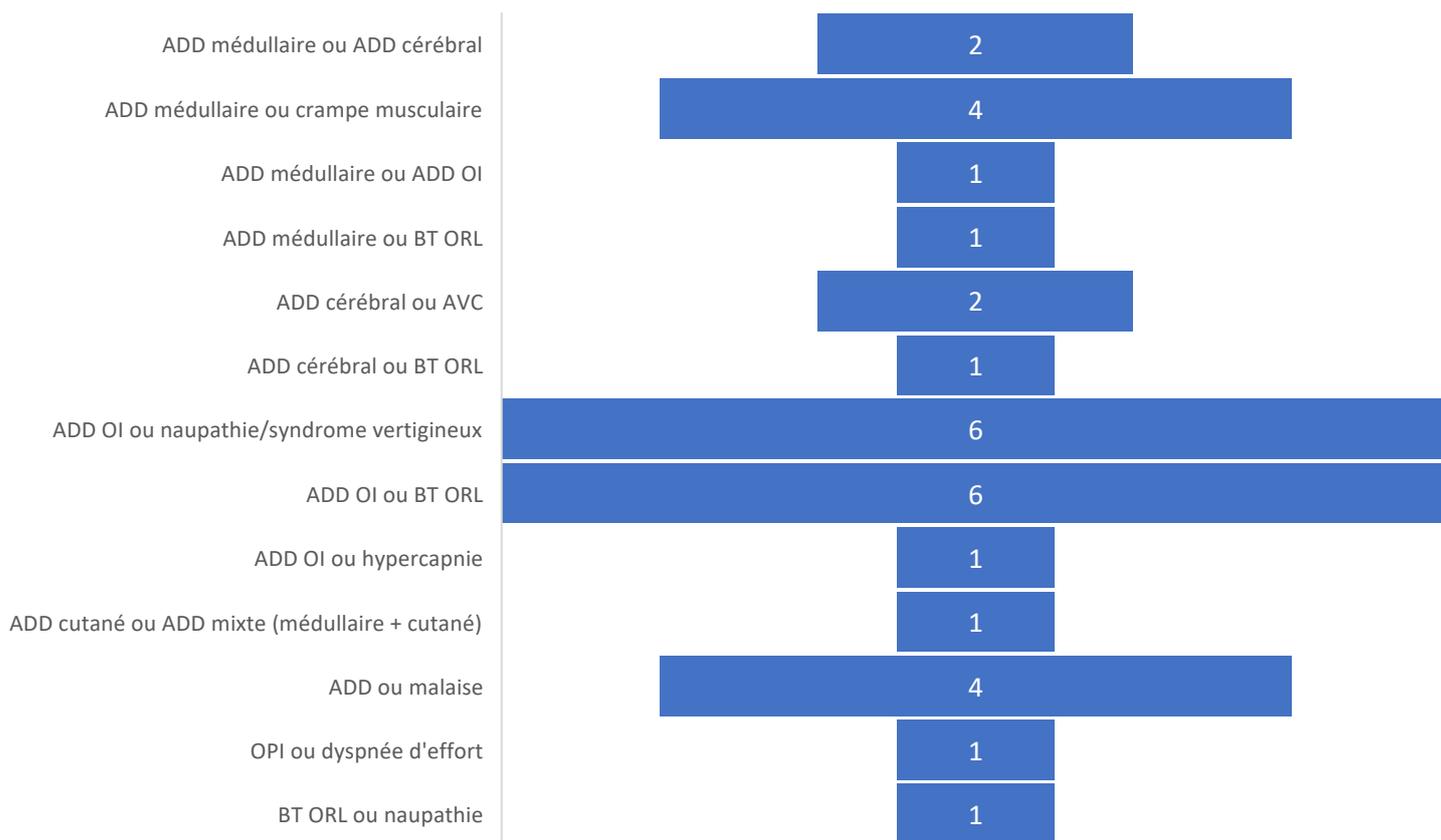


Figure 4 : Répartition des diagnostics ambigus selon leurs diagnostics différentiels

3.2.1.4. Accidents en plongée autres

Les accidents survenus en plongée, classés « autres » car non en rapport avec la plongée elle-même représentent 8% (n = 77) des accidents admis.

3.2.1.5. Erreurs de procédure

Les patients admis dans le cadre d'une erreur de procédure lors de la remontée pour une oxygénothérapie hyperbare (OHB) préventive représentent 8% (n = 83) des accidents admis. (8%).

3.2.1.6. Barotraumatismes

Les accidents barotraumatiques représentent 9% (n = 95) des accidents admis. 80 sont de localisation ORL et 15 de localisation pulmonaire (dont 3 compliqués d'aéroembolisme artériel cérébral).

3.2.1.7. Œdèmes pulmonaires d'immersion

Les OPI représentent 16% (n = 158) des accidents admis.

3.2.1.8. Accidents de désaturation

Plus de la moitié des admissions (530 soit 52%) se trouvaient être des accidents de désaturation. La distribution des différents types d'ADD est la suivante (par ordre croissant) :

- Les ADD cérébraux qui représentent 3% des ADD (n=17) ;
- Les ADD cutanés qui représentent 4% des ADD (n=21) ;
- Les ADD OMA qui représentent 10 % des ADD (n=51) ;
- Les formes mixtes qui représentent 10% des ADD (n=51) ;
- Les ADD cochléo-vestibulaires qui représentent 26% des ADD (n=138) ;
- Les ADD médullaires qui représentent 47% des ADD (n=252).

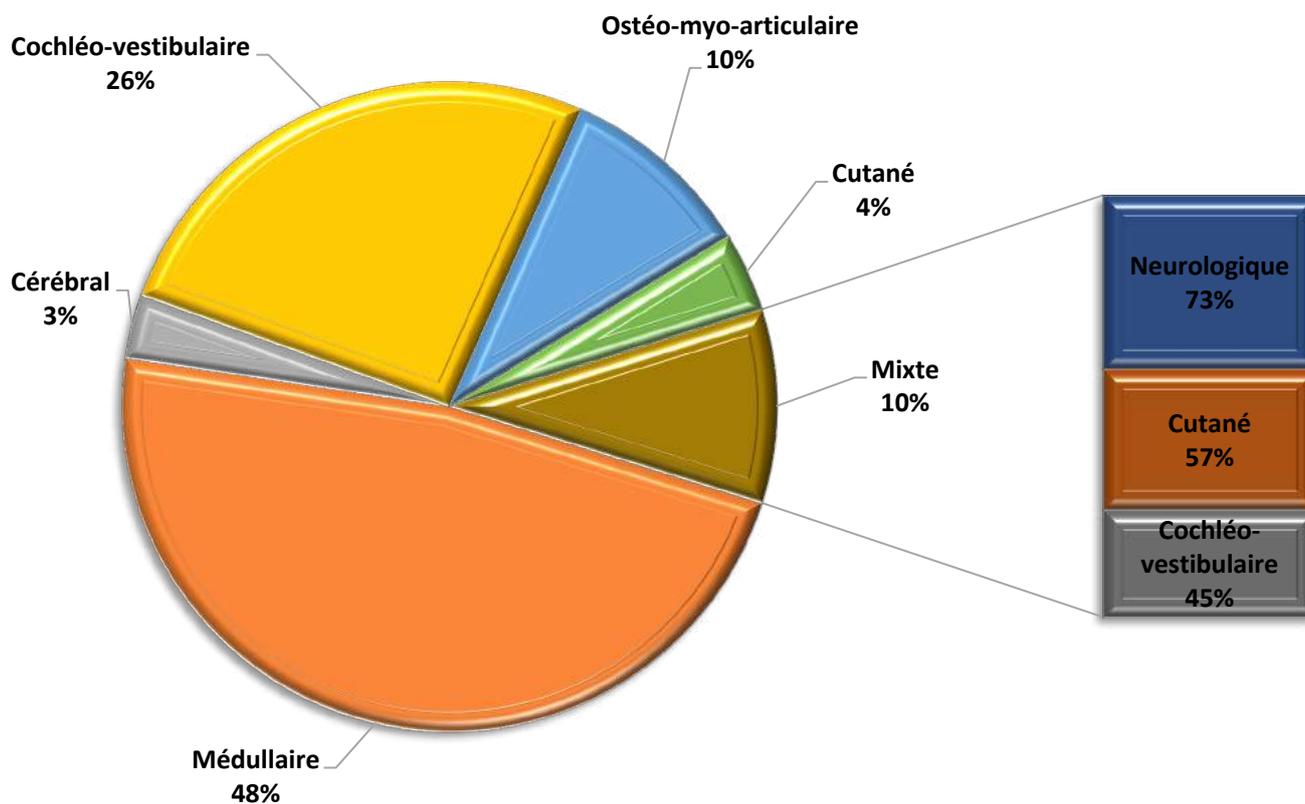


Figure 5 : Répartition par diagnostic d'ADD des plongeurs admis au SMHEP de 2011 à 2018 (n=530)

Les formes mixtes sont définies par l'association de plusieurs formes d'ADD différentes. Dans notre étude, les associations les plus représentées sont :

- ADD médullaire + ADD cutané (11 cas soit 21,6% des ADD mixtes),
- ADD cochléovestibulaire + ADD cutané (9 cas soit 17,6% des ADD mixtes),
- ADD médullaire + ADD cochléovestibulaire (8 cas soit 15,7% des ADD mixtes).

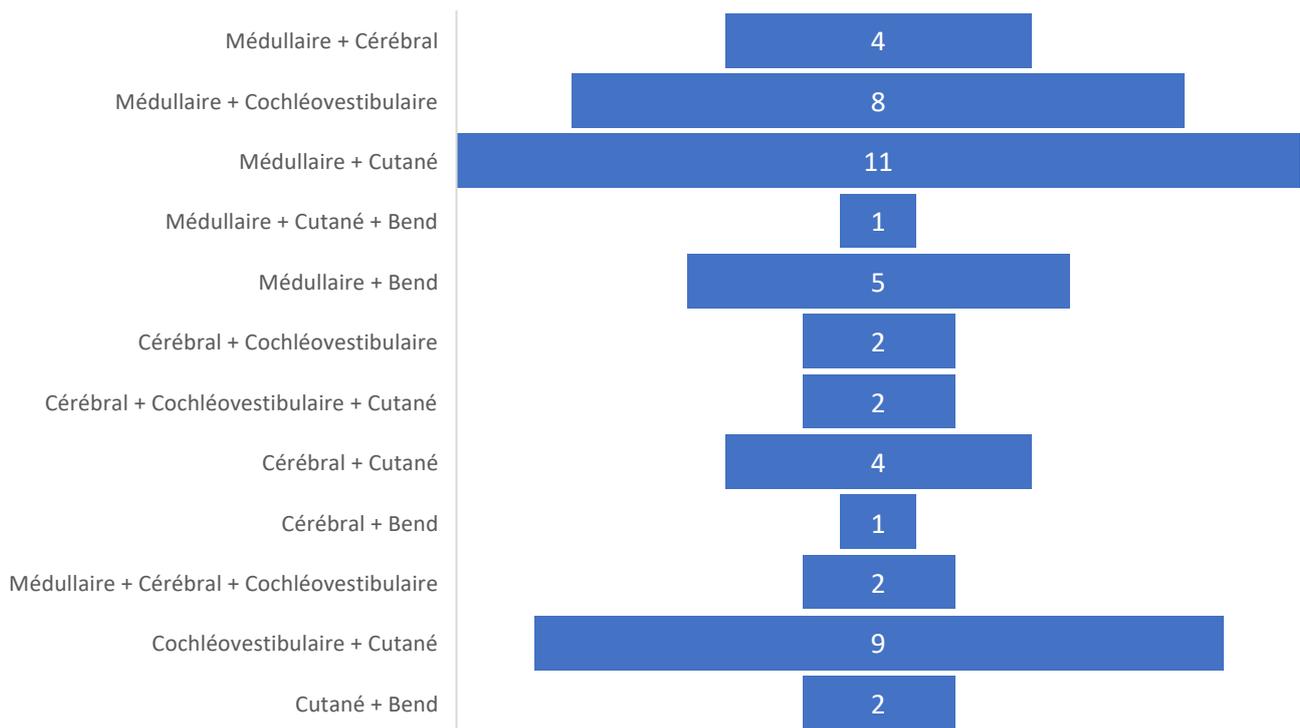


Figure 6 : Répartition des ADD mixtes selon leurs associations

3.2.2. Description des signes cliniques

Les signes cliniques présentés par chaque patient ayant subi un accident de plongée ont été répertoriés et regroupés par groupes de symptômes : Signes neurologiques périphériques ou centraux, cardiorespiratoires, vestibulaires, cutanés, articulaires et constitutionnels. Par symptômes constitutionnels, on entend malaise, asthénie, frissons, céphalées et douleurs autre que douleur thoracique, rachidienne ou de membre. Sur l'ensemble de l'échantillon, soit 1014 patients, il a été retrouvé 2692 signes cliniques.

3.2.2.1. Description des signes cliniques et diagnostics associés

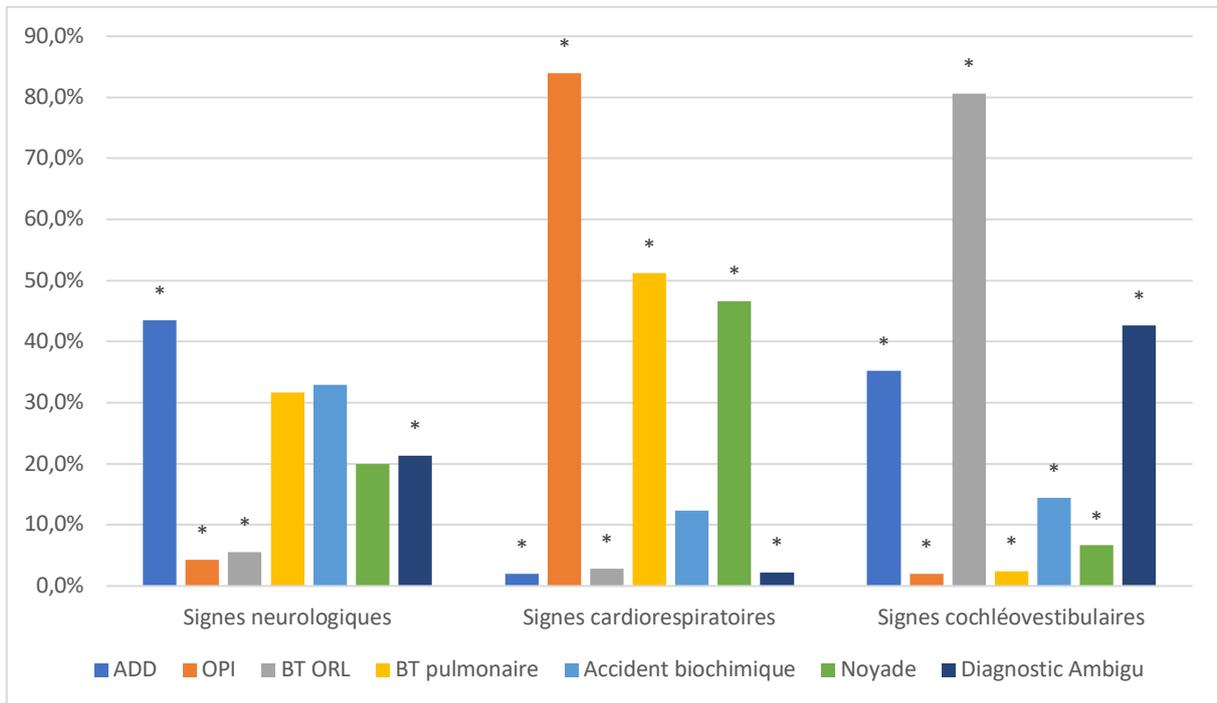


Figure 7 : Proportion (%) des différents signes cliniques exprimés en fonction du diagnostic établi et étude de l'association statistique (*) entre l'expression d'un type de signe clinique et un diagnostic donné par rapport aux autres diagnostics confondus, 2011-2018, *p-value < 0,05.

3.2.2.1.1. Signes neurologiques

Les signes neurologiques représentent :

- 43,5% des signes exprimés dans les ADD,
- 33% des signes exprimés dans les accidents biochimiques,
- 31,7% des signes exprimés dans les BT pulmonaires,
- 21,3% des signes exprimés dans les accidents classés « ambigus »,
- 20% des signes exprimés dans les noyades,
- 5,6% des signes exprimés dans les BT ORL,
- et 4,3% des signes exprimés dans les OPI.

Ils sont significativement corrélés à la survenue d'un ADD et plus précisément d'un ADD médullaire ($p < 0,001$). Ils sont également significativement associés à l'absence d'OPI ($p < 0,001$), l'absence de BT ORL ($p < 0,001$) et l'absence de diagnostic

ambigu ($p=0,039$). Il n'a été retrouvé aucune corrélation statistique entre la présence de signes neurologiques et la survenue d'accidents biochimiques ($p=0,842$), de noyades ($p=0,22$) ou de BT pulmonaire ($p>0,999$). Il existe en revanche une association entre la présence de signes neurologiques spécifiquement centraux et les BT pulmonaires ($p=0,003$).

Nous avons comparé les différents ratio signes neurologiques sensitivomoteur objectifs/signes neurologiques sensitivomoteurs subjectifs entre les différents diagnostics exprimant au moins 20% de signes neurologiques (ADD, accident biochimique, BT pulmonaire, diagnostic ambigu et noyade). Les noyades ont été exclues car elles n'étaient composées que d'un seul signe clinique neurologique sensitivomoteur.

Bien que l'on retrouve une forte proportion de signes subjectifs dans les symptômes neurologiques sensitivomoteurs au sein de la population « diagnostic ambigu » (90%), les signes neurologiques subjectifs ne sont associés statistiquement à aucun diagnostic ($p>0,05$). On constate cependant une prépondérance de signes subjectifs dans les ADD, tandis que pour les BT pulmonaires les signes objectifs prédominent.

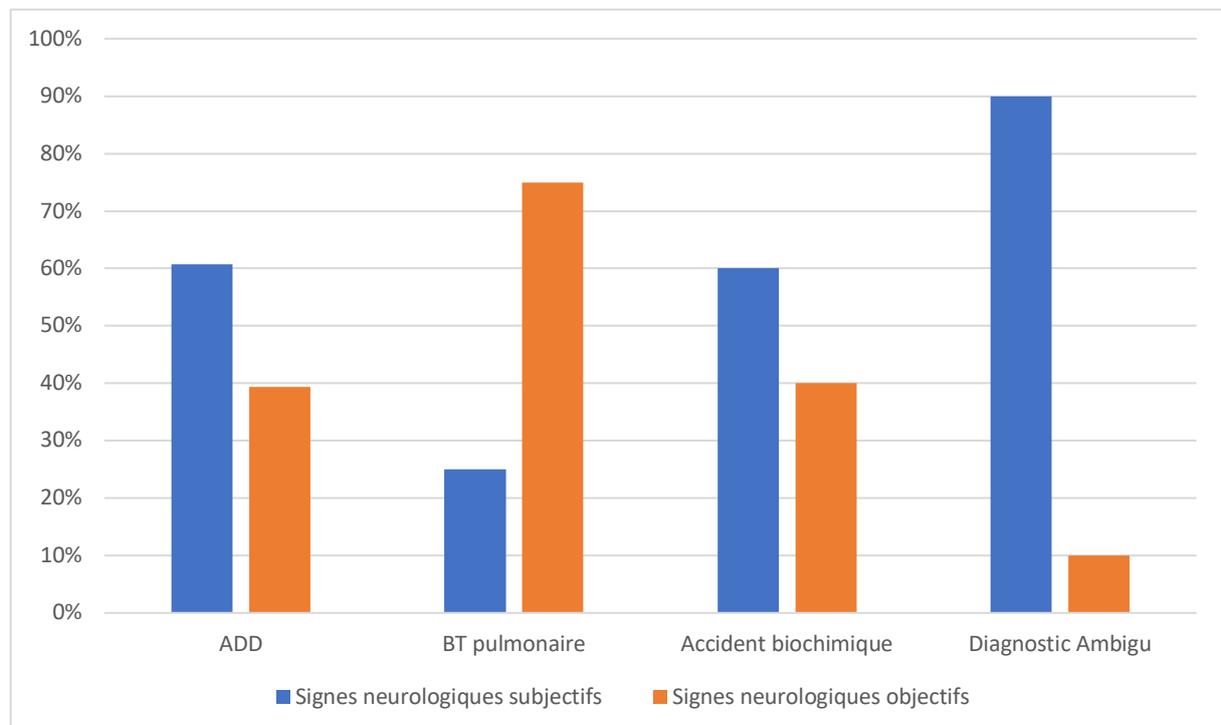


Figure 8 : Ratio signes neurologiques sensitivomoteurs subjectifs/signes neurologiques sensitivomoteurs objectifs pour un diagnostic donné, 2011-2018

3.2.2.1.2. Signes cardiorespiratoires

Les signes cardiorespiratoires représentent :

- 83,9% des signes exprimés dans les OPI,
- 51,2% des signes exprimés dans les BT pulmonaires,
- 46,7% des signes exprimés dans les noyades,
- 12,4% des signes exprimés dans les accidents biochimiques,
- 2,8% des signes exprimés dans les BT ORL,
- 2,2% des signes exprimés dans les accidents classés « ambigus »,
- et 2% des signes exprimés dans les ADD.

Les signes cardiorespiratoires sont statistiquement associés aux OPI ($p < 0,001$), aux noyades ($p < 0,001$) et aux BT pulmonaires ($p < 0,001$). Ces signes cliniques sont également associés à l'absence d'ADD ($p < 0,001$), l'absence de BT ORL ($p < 0,001$) et l'absence d'accident classé « ambigu » ($p < 0,001$). Il n'a été retrouvé aucune corrélation entre la présence de signes cardiorespiratoires et la survenue d'accidents biochimiques ($p = 0,329$).

Plus spécifiquement, le symptôme de douleur thoracique n'est associé ni aux ADD ($p = 0,842$), ni aux OPI ($p = 0,581$) mais semble en revanche plutôt lié aux BT pulmonaires avec une tendance statistique ($p = 0,063$).

3.2.2.1.3. Signes cochléovestibulaires

Les signes cochléovestibulaires représentent :

- 80,6% des signes exprimés dans les BT ORL,
- 42,7% des signes exprimés dans les accidents classés « ambigus »,
- 35,2% des signes exprimés dans les ADD,
- 14,4% des signes exprimés dans les accidents biochimiques,
- 6,7% des signes exprimés dans les noyades,
- 2,6% des signes exprimés dans les BT pulmonaires
- et 2% des signes exprimés dans les OPI.

Les signes cochléovestibulaires sont associés au diagnostic d'ADD ($p < 0,001$). Au sein de ce groupe, ils sont plus spécifiquement associés au diagnostic d'ADD OI

($p < 0,001$) et à l'absence d'ADD médullaire ($p < 0,001$), cutané ($p < 0,001$) ou OMA ($p < 0,001$). De plus, les signes cochléovestibulaires sont associés aux barotraumatismes ORL ($p < 0,001$) et aux accidents classés « ambigus » ($p = 0,02$). Ils sont également associés à l'absence d'OPI ($p < 0,001$), l'absence de BT pulmonaire ($p < 0,001$), l'absence de noyade ($p = 0,002$) et l'absence d'accident biochimique ($p < 0,001$).

3.2.2.1.4. Autres signes

Les signes cutanés représentent 4,5% des signes exprimés dans les ADD et 1,1% des signes exprimés dans les accidents classés « ambigus ». Leur représentation est négligeable dans les autres diagnostics. Ils sont associés au diagnostic d'ADD cutané ($p < 0,001$) et d'ADD mixte ($p < 0,001$). Ils sont également associés à l'absence d'ADD médullaire ($p < 0,001$), l'absence d'ADD OI ($p < 0,001$), l'absence d'OPI ($p < 0,001$), l'absence de BT ORL ($p = 0,043$) et l'absence d'accident classé « ambigu » ($p = 0,041$). Il n'a été retrouvé aucune corrélation entre la présence de signes cutanés et la survenue d'accidents biochimiques ($p = 0,074$), de BT pulmonaire ($p = 0,64$) ou de noyade ($p > 0,999$).

Les signes articulaires représentent 4,4% des signes exprimés dans les ADD. Leur représentation est négligeable dans les autres diagnostics. Ils sont fortement associés aux ADD OMA ($p < 0,001$). Ils sont également associés à l'absence d'ADD médullaire ($p < 0,001$), l'absence d'ADD OI ($p < 0,001$), l'absence d'OPI ($p < 0,001$) et l'absence de BT ORL ($p = 0,009$). Il n'a été retrouvé aucune corrélation entre la présence de signes articulaires et la survenue d'accident biochimique ($p = 0,116$), de BT pulmonaire ($p = 0,632$), de noyade ($p > 0,999$) ou d'accident classé « ambigu » ($p = 0,112$).

Les signes « constitutionnels » représentent :

- 38,1% des signes exprimés dans les accidents biochimiques,
- 30,3% des signes exprimés dans les accidents classés « ambigus »,
- 23,3% des signes exprimés dans les noyades,
- 14,6% des signes exprimés dans les BT pulmonaires,
- 10,3% des signes exprimés dans les ADD,
- 8,9% des signes exprimés dans les BT ORL,
- et 8,2% des signes exprimés dans les OPI.

Ils sont significativement associés aux diagnostics d'ADD cutané ($p=0,013$), d'ADD cérébral ($p<0,029$), d'accident biochimique ($p<0,001$) et d'accident classé « ambigu » ($p<0,001$). Ils sont également associés à l'absence d'ADD OI ($p=0,024$) et d'OPI ($p=0,003$). Il n'a été retrouvé aucune corrélation entre la présence de signes constitutionnels et la survenue de BT ORL ($p=0,131$), de BT pulmonaire ($p=0,638$) ou de noyade ($p=0,093$).

3.2.2.2. Description des symptômes pour chaque diagnostic

Tableau 2 : Prévalence des différents signes cliniques de chacun des principaux diagnostics retrouvés chez 1014 plongeurs admis sur la base d'un diagnostic initial d'accident de plongée de 2011 à 2018.

		ADD	OPI	BT ORL	BT pulmonaire	Accidents toxiques	Diagnostics ambigus
Signes cliniques	Total	100% (n=1676)	100% (n=392)	100% (n=180)	100% (n=41)	100% (n=97)	100% (n=89)
Signes neurologiques « périphériques »	Total	40,5%	1,0%	2,8%	14,6%	7,2%	12,4%
	Symptôme sensitif objectif	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,1%
	Symptôme sensitif subjectif	9,4%	0,5%	1,7%	2,4%	3,1%	7,9%
	Symptôme moteur objectif	2,4%	0,3%	0,0%	7,3%	1,0%	0,0%
	Symptôme moteur subjectif	4,5%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%
	Ataxie proprioceptive	4,9%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	1,1%
	Myoclonie	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Trouble sphinctérien	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Syndrome pyramidal	3,5%	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%
	Douleur rachidienne	5,5%	0,0%	0,6%	2,4%	2,1%	0,0%
Signes neurologiques « centraux » avec atteinte cérébrale	Total	3,0%	3,3%	2,8%	17,1%	25,8%	9,0%
	Trouble de la conscience	0,3%	2,6%	0,6%	7,3%	13,4%	1,1%
	Troubles visuels	0,7%	0,0%	0,6%	0,0%	1,0%	2,2%
	Altération des fonctions supérieures	0,8%	0,8%	0,0%	4,9%	5,2%	1,1%
	Troubles de l'élocution	0,4%	0,0%	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%
	Anomalie autre des paires crâniennes	0,8%	0,0%	1,1%	2,4%	0,0%	4,5%
	Convulsions	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	0,0%
	Trouble de la coordination	0,1%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Signes cardiorespiratoires	Total	2,0%	83,9%	2,8%	51,2%	12,4%	2,2%
	Douleur thoracique	1,0%	1,3%	0,0%	4,9%	0,0%	0,0%
	Dyspnée	0,7%	34,4%	0,6%	22,0%	9,3%	1,1%
	Hémoptysie	0,2%	25,3%	1,7%	14,6%	0,0%	0,0%
	Toux	0,2%	22,7%	0,6%	9,8%	3,1%	1,1%
	Palpitation/Arythmie	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Signes ORL	Total	35,2%	2,0%	80,6%	2,4%	14,4%	42,7%
	Vertige/instabilité	10,0%	0,3%	20,0%	0,0%	0,0%	13,5%
	Nausée/vomissement	8,2%	1,5%	11,7%	2,4%	10,3%	13,5%
	Nystagmus	7,0%	0,0%	10,6%	0,0%	0,0%	4,5%
	Tests axiaux perturbés	7,4%	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%	4,5%
	Troubles de l'audition/acouphène/otalgie	2,6%	0,3%	30,6%	0,0%	0,0%	6,7%
Signes cutanés	Total	4,5%	0,3%	0,6%	0,0%	0,0%	1,1%
	Érythème/marbrures/livedo	3,1%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%
	Prurit	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Œdème	0,5%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Signes articulaires	Douleur de membre	4,4%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Signes constitutionnels	Total	10,3%	8,2%	8,9%	14,6%	38,1%	30,3%
	Douleur autre	2,1%	3,8%	2,8%	7,3%	3,1%	2,2%
	Malaise	2,3%	1,5%	1,1%	4,9%	10,3%	4,5%
	Asthénie	4,4%	1,5%	2,2%	0,0%	7,2%	13,5%
	Frisson	0,2%	0,3%	0,0%	2,4%	0,0%	2,2%
	Céphalée	1,3%	1,0%	2,8%	0,0%	17,5%	7,9%
Signes autres	Autre	0,2%	1,0%	1,7%	0,0%	2,1%	2,2%

Les différents symptômes exprimés ont été décrits pour chaque diagnostic (ordre décroissant d'importance) :

3.2.2.2.1. ADD

Les patients présentant un ADD ont exprimé 1676 signes cliniques pour 530 cas en tout :

- Les signes neurologiques représentent 43,5% de l'ensemble des signes cliniques observés (n=829).

Une large majorité sont des signes neurologiques périphériques (40,5%) avec seulement 3% des signes neurologiques centraux liés à une atteinte cérébrale. Les manifestations les plus fréquentes sont les symptômes neurologiques sensitifs avec 267 occurrences (16%). Ils sont composés d'une majorité de signes sensitifs subjectifs (9,4%) par rapport aux signes sensitifs objectifs (6,6%). Les symptômes neurologiques moteurs représentent 6,9% de l'ensemble des signes et sont aussi constitués d'une majorité de signes moteurs subjectifs (4,5%) par rapport aux signes moteurs objectifs (2,4%). Les autres signes retrouvés le plus fréquemment sont la douleur rachidienne (5,5%) et l'ataxie (4,9%).

50 signes neurologiques centraux ont été retrouvés dans la population d'ADD (3%). La majorité d'entre eux sont des altérations des fonctions supérieures (n=13), troubles visuels (n=12), troubles de l'élocution (n=6), et autres atteintes des paires crâniennes (n=13).

- Les signes cochléovestibulaires représentent 35,2% de l'ensemble des signes cliniques observés (n=590). Le maître symptôme dans cette catégorie est le vertige avec 168 occurrences soit 10% de l'ensemble des signes cliniques. Les autres principaux signes cliniques sont nausées/vomissements (8,2%), nystagmus (7%) et troubles axiaux (7,4%).
- Les signes cliniques constitutionnels (symptômes aspécifiques) représentent 10,3% de l'ensemble (n=172). Il s'agit pour la majorité d'asthénie (n=73).

- Les signes cutanés représentent 4,5% de l'ensemble des signes cliniques observés (n=76) et les signes articulaires 4,4% des signes cliniques observés (n=73).
- Enfin, les signes cardiorespiratoires représentent une portion très faible dans les ADD (seulement 2%), il s'agit pour la moitié de douleurs thoraciques projetées ou sinon d'ADD de type cardiorespiratoire appelés « chokes ».

En isolant les signes cliniques retrouvés seulement dans les ADD mixtes, on retrouve une répartition égale pour les signes vestibulaires, articulaires, constitutionnels et cardiorespiratoires. En revanche, on observe une forte présence de signes cliniques cutanés, représentant 15,5% de l'ensemble, par rapport au taux retrouvé chez tous les ADD confondus (4,5%). Cela montre une surreprésentation des signes cutanés dans les ADD mixtes. Nous pouvons noter également une plus grande proportion de signes neurologiques centraux, représentant 6,8% de l'ensemble par rapport au taux retrouvé chez tous les ADD confondus (3%). De la même manière, cela montre une plus grande représentation des signes centraux dans les ADD mixtes, témoignant d'une atteinte cérébrale.

3.2.2.2.2. OPI

Les signes cliniques exprimés par les patients présentant un OPI sont constitués à 83,9% de signes cardiorespiratoires (n=329). La triade clinique classique de l'OPI est retrouvée dans cette répartition avec 34,4% de dyspnées, 25,3% d'hémoptysies et 22,7% de toux. Les douleurs thoraciques ne représentent que 1,3% des signes cliniques.

La symptomatologie extra-respiratoire est assez pauvre, principalement constituée de signes constitutionnels aspécifiques (n=32 soit 8,2% de l'ensemble des signes).

3.2.2.2.3. Barotraumatismes ORL

Les signes cliniques exprimés par les patients présentant un BT ORL sont constitués à 80,6% de signes cochléo-vestibulaires (n=145). Ils sont dominés par les

troubles otologiques (surdité, acouphènes, otalgie) avec 30,6% de l'ensemble des symptômes exprimés. Les vertiges représentent quant à eux 20% de l'ensemble des signes cliniques, les nausées/vomissements 11,7%, les nystagmus 10,6% et les troubles axiaux 7,8%.

La symptomatologie extra-vestibulaire est assez pauvre, principalement constituée de signes constitutionnels aspécifiques (n=16 soit 8,9% de l'ensemble des signes).

3.2.2.2.4. Barotraumatismes pulmonaires

Les signes cliniques exprimés par les patients présentant un BT pulmonaire sont constitués à 51,2% de signes cardiorespiratoires : dyspnée 22%, hémoptysie 14,6%, toux 9,8%, douleur thoracique 4,9%.

La symptomatologie extra-respiratoire est dominée par les signes neurologiques (31,7%) dont les trois signes principaux sont des troubles de la conscience, des symptômes neurologiques moteurs et des altérations des fonctions supérieurs.

3.2.2.2.5. Accidents biochimiques

Les patients présentant un accident biochimique ont exprimé 97 signes cliniques pour 31 cas en tout :

- Les patients présentant une hypoxie ont une symptomatologie principalement neurologique centrale qui représente 40,9% de l'ensemble des signes cliniques retrouvés dans cette population (troubles de la conscience, convulsions et altération des fonctions supérieurs).

Les autres symptômes les plus représentés sont des malaise (18,2%) et une toux (9,2%).

- Les patients présentant une hyperoxie ont une symptomatologie majoritairement neurologique centrale qui représente 57,1% de l'ensemble des signes cliniques retrouvés dans cette population (troubles de la conscience et convulsion).

Les autres symptômes retrouvés sont céphalée, dyspnée et douleur rachidienne.

- Les patients présentant une hypercapnie ont une symptomatologie majoritairement constitutionnelle qui représente 49,1% de l'ensemble des signes cliniques retrouvés dans cette population (principalement céphalée, asthénie et malaise).

Les autres symptômes les plus représentés sont nausée/vomissements (17%) et dyspnée (13,2%).

- Les patients présentant une narcose ont une symptomatologie majoritairement neurologique centrale qui représente 53,3% de l'ensemble des signes cliniques retrouvés dans cette population (altération des fonctions supérieures, troubles de la conscience et convulsion).

Les autres symptômes les plus représentés sont les malaises (13,3%).

3.2.2.2.6. Noyade

Les patients admis dans le cadre d'une noyade isolée (non associée à un autre diagnostic), présentent une symptomatologie principalement cardiorespiratoire (46,7%) avec des signes de dyspnée, hémoptysie et toux.

Les signes neurologiques centraux sont également particulièrement représentés dans cette population avec 10% de troubles de la conscience, 3,3% d'altération des fonctions supérieures et 3,3% de convulsions.

3.2.2.2.7. Diagnostic ambigu

Les signes cliniques retrouvés chez les patients ayant présenté un diagnostic ambigu sont principalement vestibulaires à 42,7% (nausées/vomissements et vertiges principalement) et constitutionnels à 30,3% (asthénie et céphalées principalement).

Les patients présentant un diagnostic classé ambigu ont exprimé 89 signes cliniques pour 31 cas en tout :

- Les signes vestibulaires représentent 42,7% de l'ensemble des signes cliniques observés. Ils sont constitués à majorité de nausées ou vomissements (13,5%), de vertiges (13,5%) ou de troubles otologiques (6,7%).

- Les signes constitutionnels représentent 30,3% de l'ensemble des signes cliniques observés. Ils sont composés essentiellement de signes d'asthénie (13,5%), de céphalée (7,9%) ou de malaise (4,5%).
- Les signes neurologiques périphériques représentent 12,4% de l'ensemble des signes cliniques observés. Les principaux symptômes retrouvés sont les signes neurologiques sensitifs et moteurs qui représentent 11,2% de l'ensemble des manifestations (n=10), quasi exclusivement subjectifs (n=9).
- Les signes neurologiques centraux représentent 9% de l'ensemble des signes cliniques observés. Il s'agit pour la majorité (6,7% de l'ensemble des signes) des anomalies des paires crâniennes.

3.3. Analyses complémentaires

3.3.1. Diagnostics associés aux caractéristiques du plongeur

3.3.1.1. Age

Il n'y a pas de différence significative retrouvée après comparaisons multiples entre les différents types d'ADD ($p > 0,05$) sur le critère de l'âge. Cela suggère une distribution de l'âge au sein des différents diagnostics d'ADD globalement équitable.

En revanche, en comparant l'âge des différents diagnostics principaux : ADD, OPI, BT, accident biochimique, noyade, diagnostic ambigu, patients asymptomatiques suite à une erreur de procédure et accidents en plongée autres ; on constate une différence significative entre le groupe BT et les groupes ADD ($p < 0,001$), OPI ($p < 0,001$) et erreur de procédure ($p < 0,001$), entre le groupe accident biochimique et les groupes ADD ($p < 0,001$), OPI ($p < 0,001$) et erreur de procédure ($p < 0,001$).

Il semble que les patients présentant un accident biochimique soient plus jeunes que le reste de la population générale de l'étude ($p < 0,001$), ainsi que les patients présentant un barotraumatisme ($p < 0,001$).

A l'inverse, il semble que la population présentant un ADD soit plus âgée (médiane à 47,5 ans) que la population générale ($p < 0,001$). De même, les plongeurs admis pour une erreur de procédure sont plus âgés que le reste de la population ($p = 0,008$) avec une médiane de 49 ± 20 ans.

La différence entre les plongeurs présentant un OPI (médiane à 49 ± 25 ans) et la population totale (médiane 46 ± 20) est à la limite de la significativité ($p = 0,07$).

3.3.1.2. Sexe

Sur l'ensemble de l'échantillon on retrouve 79% d'homme pour 21% de femmes. Nous avons recherché s'il existait un lien entre le sexe et les différents diagnostics établis (*Figure 9*). Le sexe ratio dans le sous-groupe présentant un ADD est de 5.25 avec 84% d'hommes pour 16% de femmes. En revanche si l'on s'intéresse aux ADD de formes cutanées, on constate la présence de 47,6% de femmes soit un sexe ratio de 1,1. Si on compare avec un test exact de Fischer la variable sexe féminin présentant un ADD cutané ou un ADD mixte avec composante cutané et le reste de la population présentant un ADD, une différence significative est retrouvée (OR 3,16 IC 95% [1.56 ; 6.24] $p < 0,001$). De manière opposée, il y a une proportion moindre de femmes dans la population présentant un ADD OI (8%), un ADD OMA (11,8%) ou un ADD tous types confondus. Cette différence est significative entre la population présentant un ADD OI ou un ADD mixte avec composante cochléo vestibulaire et le reste de la population présentant un ADD (OR 0,41 IC 95% [0.22 ; 0.73] $p = 0,003$). Elle est également significative entre la population présentant un ADD et le reste de l'échantillon : OR 0,52 IC 95% [0.38 ; 0.70] $p < 0,001$. Elle n'est en revanche pas significative entre la population présentant un ADD OMA ou un ADD mixte avec composante OMA et le reste de la population présentant un ADD ($p = 0,259$).

La proportion de femmes présentant un diagnostic d'accident sans rapport avec la plongée (35,1%) est supérieure à la proportion de femmes dans la population totale (21%). Il en est de même de la population présentant un OPI (27,8%), un accident biochimique (25,8%) ou un diagnostic ambigu (32,3%). D'un point de vue statistique, les femmes sont plus souvent associées :

- au diagnostic d'accident sans rapport avec la plongée (« autres ») avec un OR à 2,18 IC 95% [1.35 ; 3.55] $p = 0,003$,
- au diagnostic d'OPI avec un OR à 1,57 IC 95% [1.06 ; 2.31] $p = 0,026$.

Il n'y a en revanche pas de différence significative entre la population présentant un diagnostic ambigu et le reste de l'échantillon ($p = 0,12$), ni entre la population des patients présentant un accident biochimique et le reste de l'échantillon ($p = 0,5$).

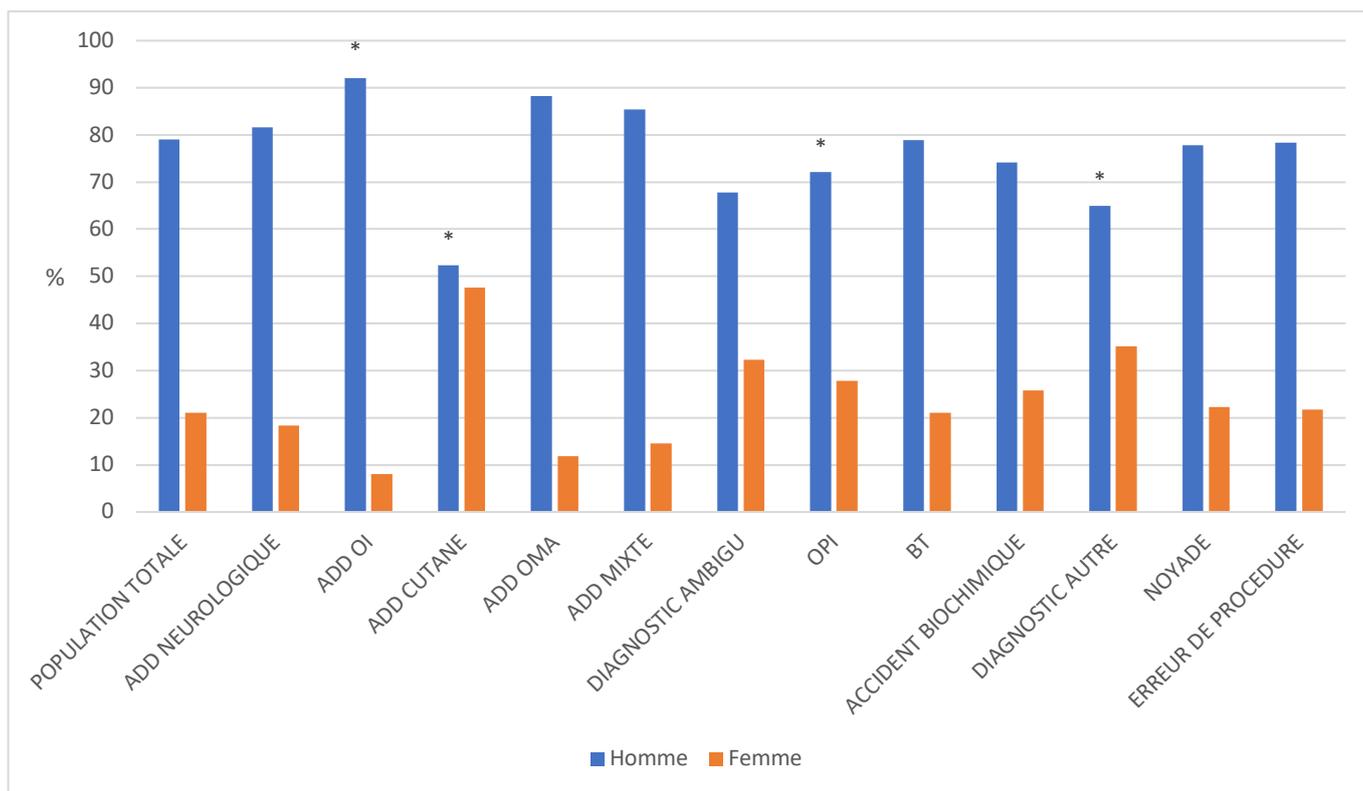


Figure 9 : Ratio femme/homme en fonction du diagnostic et étude de la significativité statistique (*) du ratio d'un diagnostic par rapport au ratio des autres diagnostics confondus, n=1014, 2011-2018, * p-value < 0,05.

Les accidentés hommes ont tendance à être plus vieux avec une médiane d'âge à $47,5 \pm 19$ ans que les femmes (médiane d'âge de 43 ± 21 ans) ($p=0,002$).

Par ailleurs, on observe une tendance des accidentés hommes à plonger plus profondément avec une médiane de profondeur à 37 ± 21 mètres contre une médiane de profondeur à $35 \pm 21,75$ mètres pour les femmes, cette différence n'est cependant pas statistiquement significative ($p=0,1$).

3.3.1.3. Niveau de plongée

La répartition entre plongeurs confirmés et plongeurs débutants diffère en fonction du diagnostic. En effet, il y a une proportion plus grande de plongeurs confirmés, si on compare avec le reste de la population, pour les ADD (OR 2,23 IC

95% [1.72 ; 2.87] $p < 0,001$) et les erreurs de procédure isolées (OR 3,65 IC 95% [2 ; 6.56] $p < 0,001$). A l'inverse, on observe une proportion plus grande de plongeurs débutants, si on compare avec le reste de la population, pour les OPI (OR 1,93 IC 95% [1.38 ; 2.71] $p < 0,001$) et plus franchement, pour les barotraumatismes (OR 3,4 IC 95% [2.19 ; 5.27] $p < 0,001$).

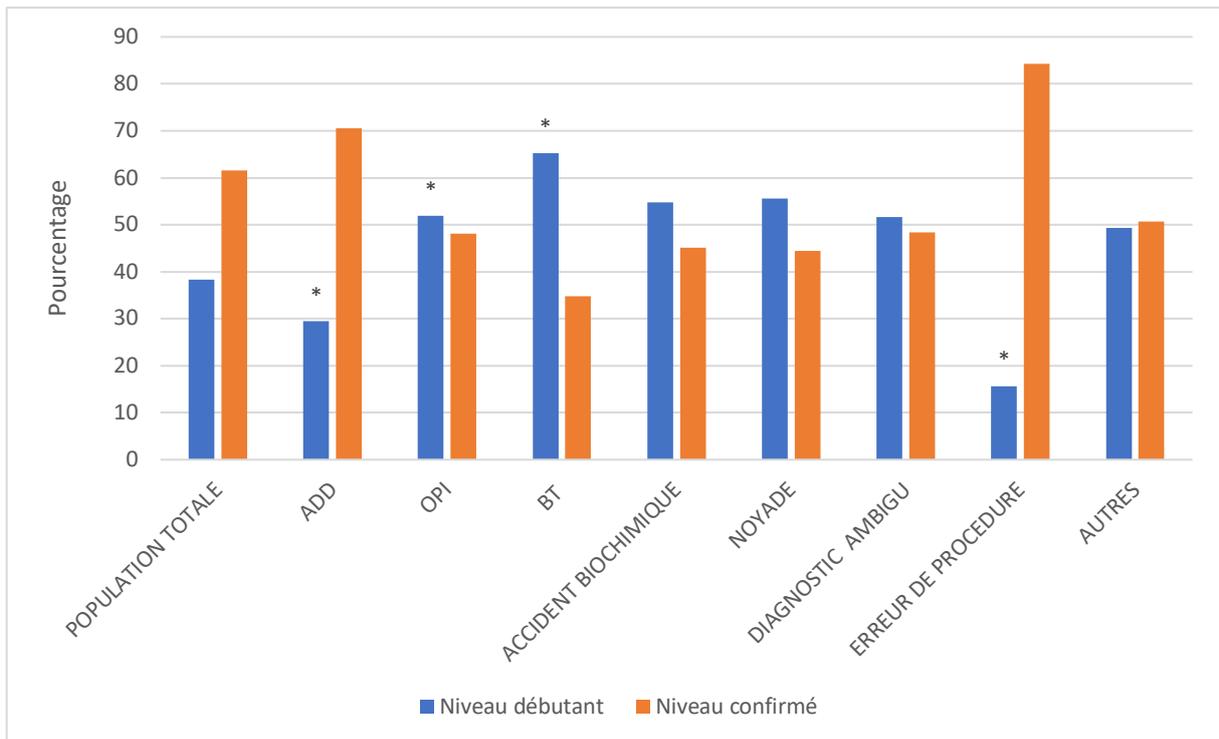


Figure 10 : Ratio débutant/confirmé en fonction du diagnostic et étude de la significativité statistique (*) du ratio d'un diagnostic par rapport au ratio des autres diagnostics confondus, $n=1014$, 2011-2018, * $p\text{-value} < 0,05$.

3.3.1.4. Cas particulier des plongeurs militaires

Les militaires représentent 96 accidentés, soit 9,4% de la population étudiée, avec une médiane de 13 ($\pm 5,5$) admissions par an.

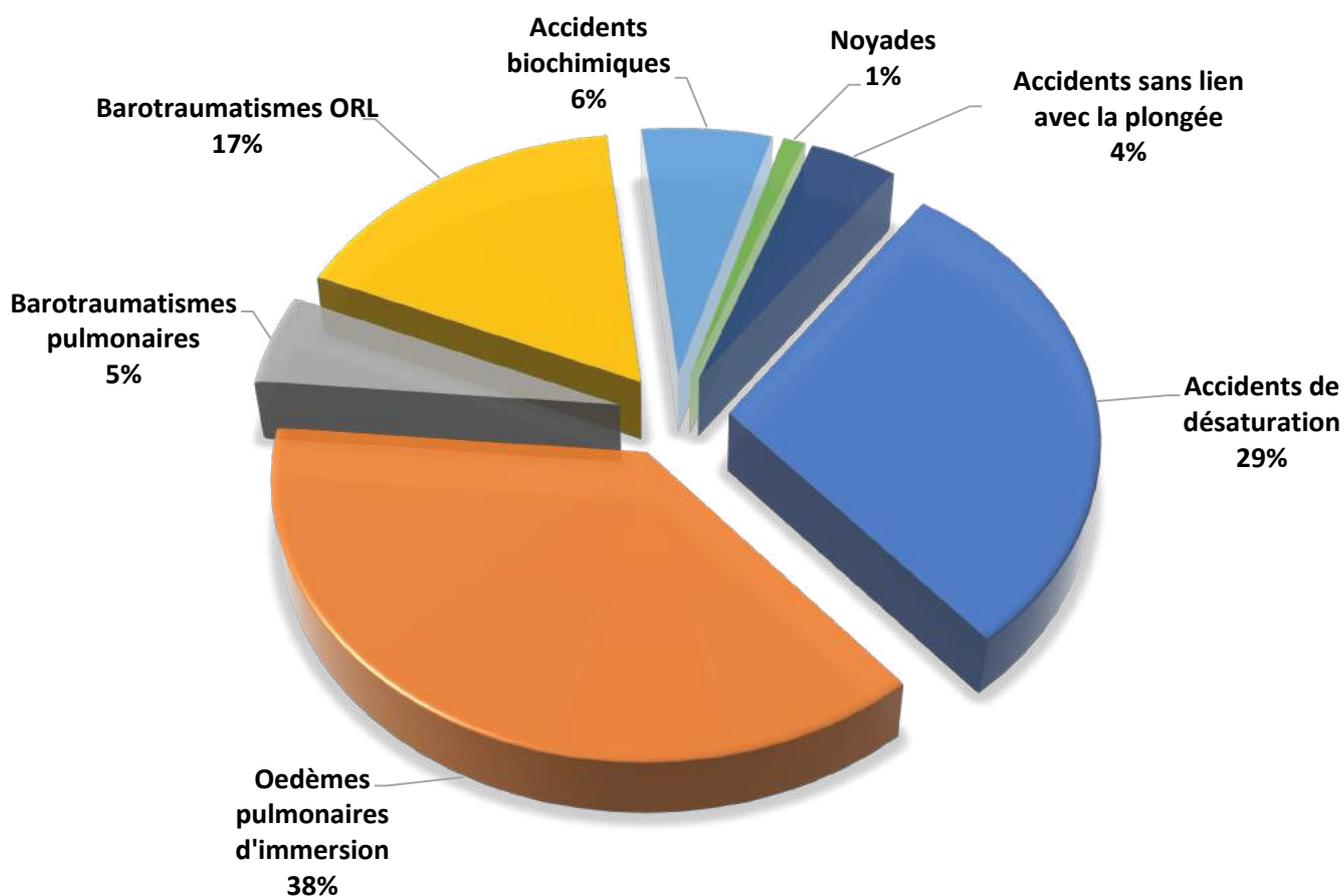


Figure 11 : Répartition par diagnostic des accidents de plongée des militaires admis au SMHEP de 2011 à 2018 (n=96)

L'OPI est l'accident le plus représenté (n=36, soit 37,5%), suivi des ADD (n=28, soit 30%) et des barotraumatismes ORL (n=16, soit 16,7%). Les barotraumatismes pulmonaires représentent 4,4% de la population d'accidentés militaires (n=5 dont 1 avec aéroembolisme artériel cérébral). La répartition des OPI et ADD est significativement différente du reste de la population ($p < 0,001$). Elle est également différente pour les BT pulmonaires ($p < 0,01$) et pour les BT ORL ($p < 0,02$).

On observe également une tendance statistique ($p = 0,065$) avec une plus grande proportion d'accidents biochimiques au sein de la population militaires (6,3%) par rapport au reste de la population de l'étude (3%).

3.3.2. Diagnostics associés aux caractéristiques de la plongée

3.3.2.1. Profondeur

La profondeur maximale atteinte par chaque plongeur ayant été admis au SMHEP a été analysée en excluant les plongées en surface ou en apnée, ce qui nous donne un effectif total de 964 patients.

Une première analyse en comparaison multiple retrouve une différence significative entre le groupe BT et l'ensemble des autres groupes hormis le groupe noyade ($p < 0,05$) ; entre le groupe erreur de procédure et l'ensemble des autres groupes ($p < 0,05$); et entre le groupe ADD et le groupe OPI ($p < 0,001$).

Après comparaison deux à deux avec un test de Mann et Withney, il apparaît que les plongeurs présentant un barotraumatisme ou un OPI sont liés à des plongées peu profondes ($p < 0,001$).

A l'inverse, une profondeur maximale importante est associée à la survenue d'une erreur de procédure ($p < 0,001$) ou d'un ADD ($p < 0,001$). De plus, au sein de la population de plongeur présentant un ADD, le diagnostic d'ADD OI est plus fortement lié à une plongée profonde que le reste des ADD ($p = 0,038$).

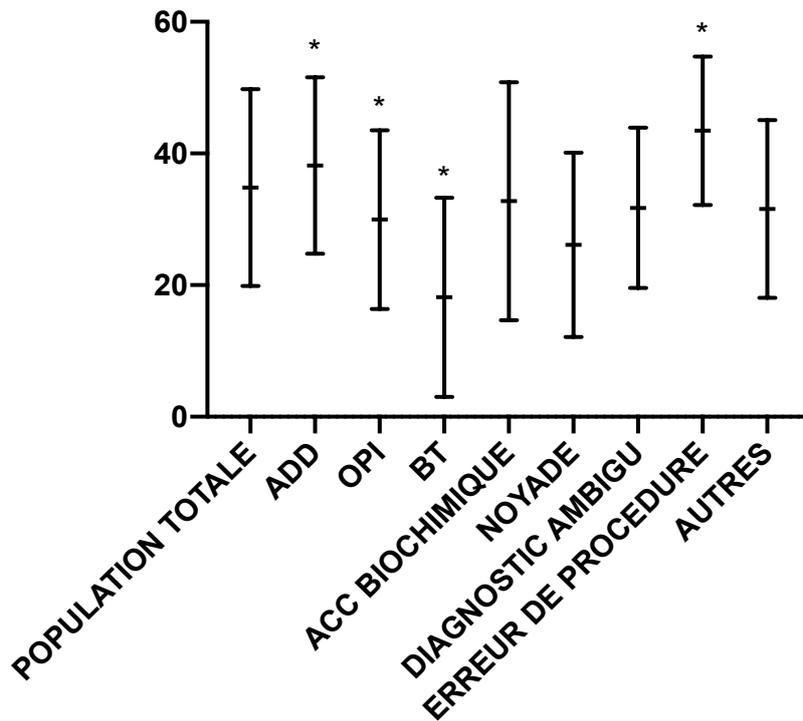


Figure 12 : Profondeur maximale moyenne \pm SD (mètres) en fonction du diagnostic, $n=964$, 2011-2018, * p -value < 0,05.

3.3.2.2. Durée de plongée

Comme pour l'analyse de la profondeur maximale atteinte, la durée totale de plongée a été analysée en excluant les plongées en surface ou en apnée.

Il n'y a pas de lien entre la durée de la plongée et les différents diagnostics d'ADD, hormis pour l'ADD cutané qui est corrélé à une durée de plongée plus importante que le reste des ADD ($p < 0,001$).

L'analyse en comparaison multiple effectuée entre les différents diagnostics retrouve une différence significative entre le groupe ADD et les groupe OPI ($p < 0,001$), BT ($p < 0,001$), erreur de procédure ($p < 0,001$) et noyade ($p = 0,02$).

Une analyse plus précise en comparaison deux à deux retrouve une durée plus importante chez les plongeurs présentant un ADD que dans le reste de la population ($p < 0,001$). A l'inverse, une durée de plongée courte est associée aux diagnostics d'OPI ($p < 0,001$), de BT ($p < 0,001$) et de noyade ($p = 0,003$). De même, les patients admis dans les suites d'une erreur de procédure effectuaient une plongée plus courte que le reste de la population ($p = 0,008$).

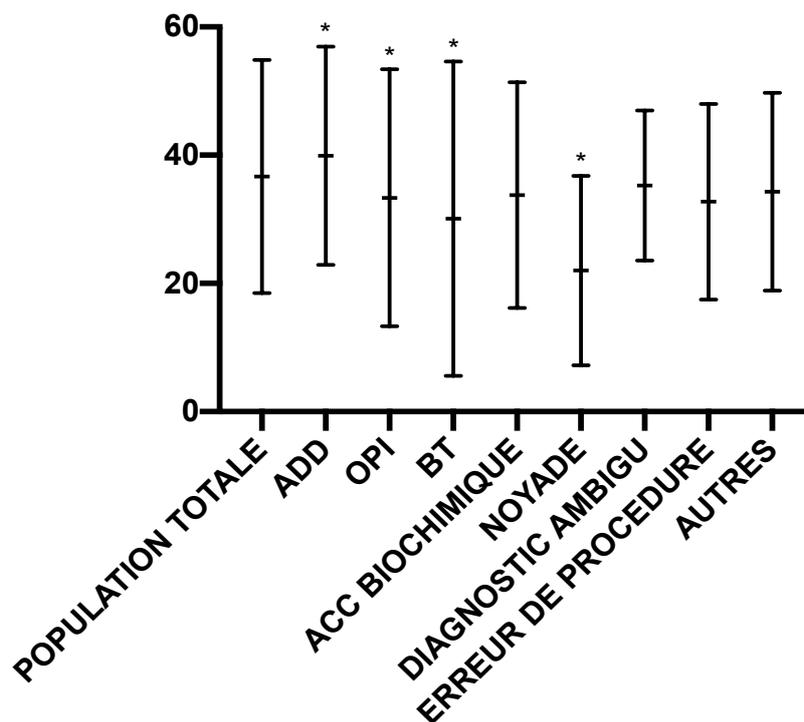


Figure 13 : Durée de plongée moyenne \pm SD (minutes) en fonction du diagnostic, $n=964$, 2011-2018, * p -value $< 0,05$

3.3.2.3. Plongées répétées

Certains plongeurs admis au SMHEP avaient déjà plongé dans les 48h précédant l'accident. C'est le cas de 27% des plongeurs admis pour un ADD, ce qui est un taux plus important que le reste de la population : OR 1,98 IC 95% [1.46 ; 2.67] $p < 0,001$.

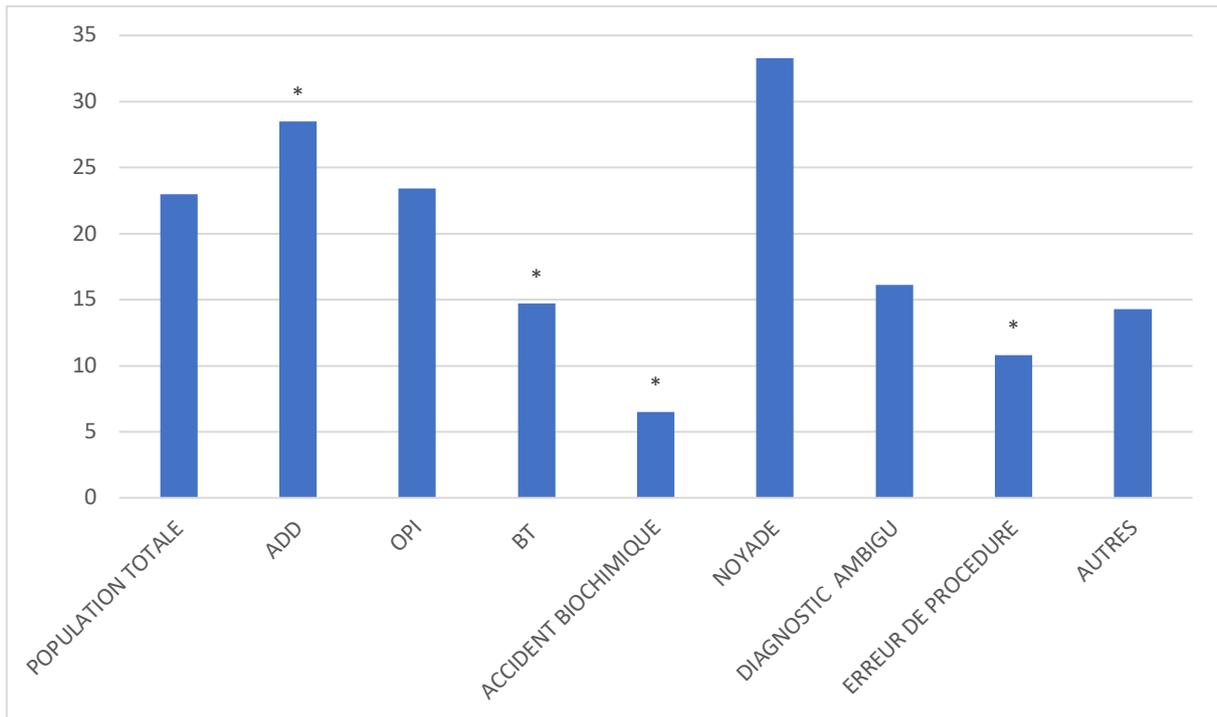


Figure 14 : Pourcentage (%) de patients ayant effectué au moins une autre plongée dans les 48h précédent en fonction du diagnostic, n=1014, 2011-2018, * p-value < 0,05.

3.3.3. Diagnostics associés au délai d'apparition des signes

Pour 298 admissions (30% des cas), les premiers signes sont apparus au cours de la plongée. Pour 437 admissions (43% des cas), les symptômes ont débuté à la sortie de l'eau et pour 195 admissions (19% des cas), l'apparition des premiers signes s'est faite au moins une heure après la sortie de l'eau. Enfin, 84 admissions (8% des cas) ne présentaient aucun signe clinique, ce qui correspond aux sujets ayant effectué une erreur de procédure.

Dans le diagnostic d'ADD, les premiers signes apparaissent pour 65,8% des cas dans l'heure après la sortie de l'eau ou au moins une heure après pour 27,9% des cas. Une apparition des premiers signes au-delà de 6h après la sortie de l'eau est plus rare avec 3,4% des cas entre 6 et 12h, 2,1% des cas entre 12h et 24h, et 1,1% des cas au-delà de 24h.

A l'inverse, les premiers signes cliniques des plongeurs présentant un OPI apparaissent au cours de la plongée dans 80% des cas. Il en est de même pour les barotraumatismes dans 67,4% des cas et des accidents biochimiques dans 67,7% des cas.

Pour les plongeurs présentant un diagnostic ambigu, les premiers symptômes sont apparus dans la majorité des cas après la sortie de l'eau (74,2%).

Les premiers symptômes liés à la noyade ont débuté systématiquement au cours de l'immersion.

Les premières manifestations cliniques retrouvés lors d'accidents sans rapport avec la plongée sont apparues en majorité à la sortie de l'eau (31,2% dans l'heure et 35,1% au moins une heure après la sortie de l'eau) tandis que 33,8% ont débuté leurs premiers signes en cours de plongée.

Tableau 3 : Répartition du délai d'apparition des premiers symptômes en fonction du diagnostic

	<i>En cours de plongée</i>	<i>Dans l'heure suivant la sortie de l'eau</i>	<i>Au moins 1h après sortie de l'eau</i>
ADD	6,2% (4,7% au palier)	65,8% (19,6% immédiatement à sortie de l'eau)	27,9%
OPI	80%	16,5%	3,5%
BT	67,4%	22,1%	10,5%
Accident biochimique	67,7%	29%	3,3%
Noyade	100%	0%	0%
Ambigu	25,8%	45,2%	29%
Autre	33,7%	31,2%	35,1%

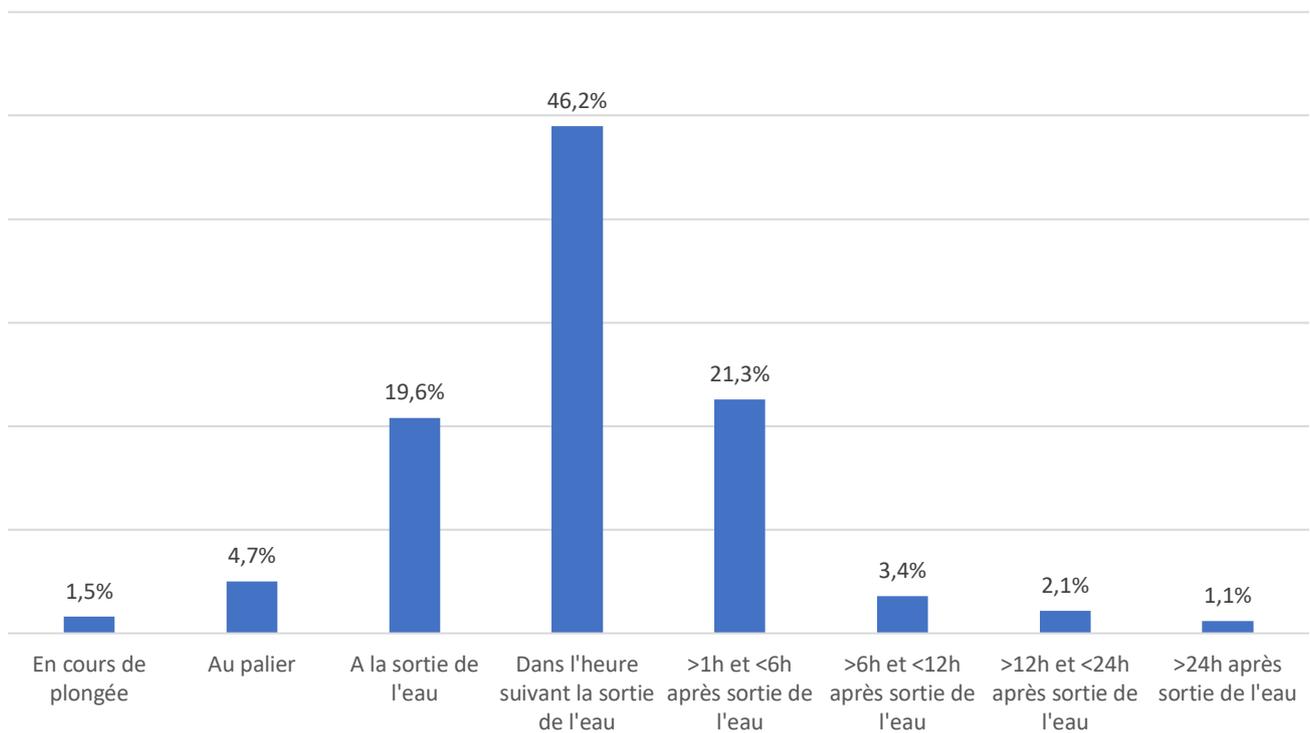


Figure 15 : Répartition des plongeurs présentant un ADD en fonction du délai d'apparition des premiers signes cliniques, n=530, 2011-2018

3.3.4. Diagnostics associés à la prise en charge thérapeutique hyperbare

Dans l'ensemble de l'échantillon, 698 patients admis (69%) ont nécessité une prise en charge dans un caisson hyperbare. Parmi eux, 528 présentaient un ADD (99,6% de l'ensemble des ADD).

Au moins une séance de caisson hyperbare a été réalisée :

- pour 94% (n=29) des patients présentant un diagnostic ambigu,
- pour 18% (n=14) des barotraumatisés ORL,
- pour 47% (n=7) des barotraumatisés pulmonaires,
- pour 42% (n=13) des accidents biochimiques,
- pour 36% (n=28) des accidents « autres »,
- pour 90% (n=75) des patients asymptomatiques admis à la suite d'une erreur de procédure. Ces recompressions ont été effectuées à titre préventif même si le plongeur ne présentait aucun symptôme. Pour 10% de ces patients, il n'a pas été jugé nécessaire de traiter le patient par oxygénothérapie hyperbare.

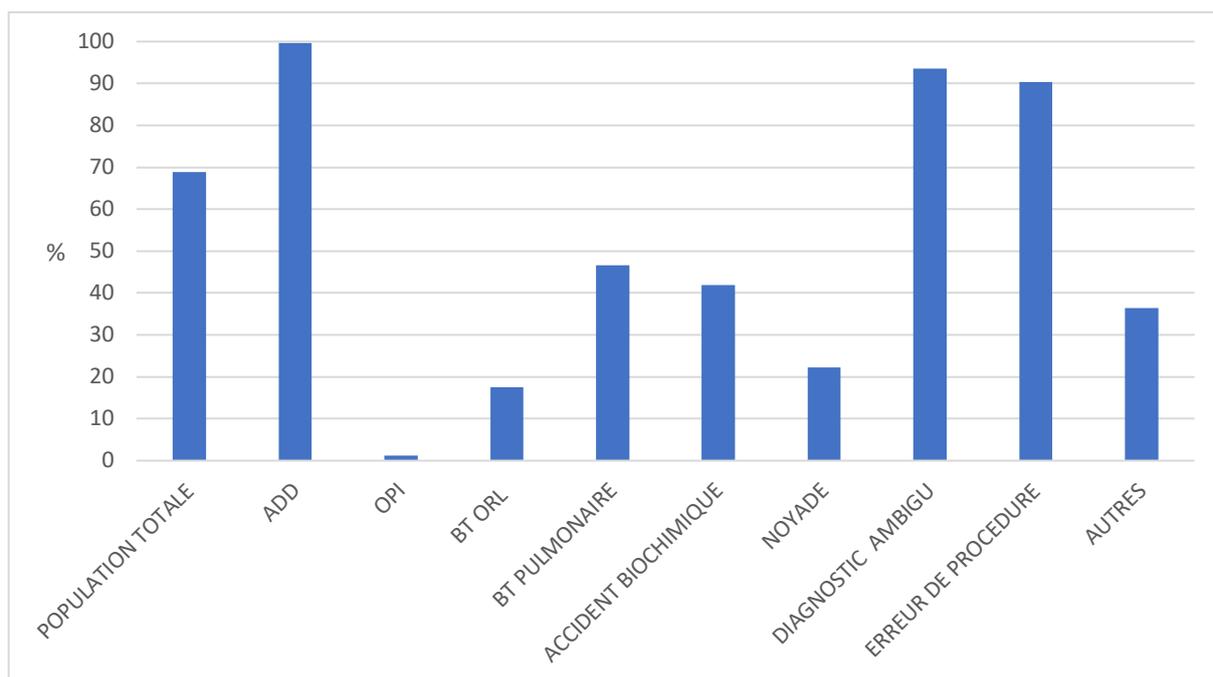


Figure 16 : Pourcentage de plongeurs ayant bénéficié d'une OHB en fonction du diagnostic

4. Discussion

4.1. Limites de l'étude

Notre étude est une étude descriptive rétrospective s'étendant sur 8 ans, permettant l'inclusion de 1014 cas. Elle est réalisée sur le centre de médecine de plongée recevant le plus grand nombre d'admissions pour accidents de plongée en France, et même en Europe. Cela lui procure une grande puissance statistique et permet d'avoir une bonne idée de l'épidémiologie des accidents de plongée dans le département du Var. Néanmoins il s'agit d'une étude monocentrique qui ne reflète pas forcément de l'accidentologie observée dans les autres centres hyperbares.

Notre étude possède plusieurs limites qu'il est important de connaître lors de l'analyse des résultats. Tout d'abord, il existe sur le centre du SMHEP de Ste Anne un biais de sélection lié à la plus grande proportion de militaires admis au SMHEP (9,4%) de par sa proximité avec la Marine Nationale. Or, cette population est constituée en partie de professionnels qui comprend des plongeurs-démineurs ou des nageurs de combat utilisant des appareils à recyclage de gaz en circuit fermés ou semi-fermés, ce qui est pourvoyeur de plus d'accidents biochimiques (Gempp et al. 2011). Il a été retrouvé également une surreprésentation des OPI, qui sont fréquents en plongée militaire de formation (lors de natation en surface ou d'apnée) ou encore liés à l'utilisation d'appareil à circuit semi-fermé à port dans le dos (appareil « CRABE » des plongeurs démineurs) (Prevautel 2016).

Ensuite, notre étude ne décrit quasiment que des plongeurs ayant eu un accident dans le département du Var. Or il s'agit d'une région qui regorge d'épaves profondes (*Image 1*) qui vont particulièrement attirer des plongeurs qui feront volontiers des plongées profondes et donc saturantes, ce qui est un facteur de risque d'ADD.



Image 1 : Carte recensant les principales épaves avec leur profondeur au large du Var

Nous pouvons noter aussi un biais lors de la saisie des données. En effet, cette saisie est faite par les médecins du SMHEP qui reçoivent les patients. Il existe un biais cognitif lors de l'inscription qui est faite des données cliniques dans le dossier qui aura tendance à faire aller dans le sens du diagnostic posé, ce qui éloigne d'une objectivité totale vis-à-vis des signes cliniques. Par ailleurs, une part des signes cliniques sont subjectifs, c'est-à-dire seulement rapportés par le patient lui-même et donc non vérifiables par le clinicien. Ils seront donc variables d'un patient à l'autre car basés sur le ressenti personnel, difficilement quantifiable.

Enfin, toutes les analyses sont faites en comparant les différentes populations d'accidentés. Il serait contributif d'effectuer les analyses statistiques en connaissant le nombre de plongeurs non accidentés et de plongées réalisées dans le département. L'absence de données disponibles à ce niveau ne nous permet pas d'estimer le taux d'incidence exact de chaque type d'accident de plongée.

Il est donc important de garder une certaine prudence avant d'extrapoler nos analyses sur une population plus générale.

4.2. Diagnostics initiaux

Les diagnostics reclassés sont en majorité dus à un diagnostic différentiel difficile, principalement en lien avec une forme clinique frustrante, un examen paraclinique manquant, ou une évolution clinique secondaire. En effet, dans ces cas-là, il peut être difficile de différencier un ADD OI d'un BT de l'oreille interne, ou un ADD médullaire d'un ADD cérébral ou encore un OPI d'un BT pulmonaire.

4.3. Profils des plongeurs accidentés admis au SMHEP par diagnostics principaux

4.3.1. Accidents de désaturation

4.3.1.1. Généralités

Les accidents de désaturation sont les plus fréquents des accidents de plongée. On en dénombre en France environ 300 par an (Coulange et al. 2015) et leur incidence, mal connue, est estimée de 0,1‰ à 0,3‰ (Blatteau et al. 2005; Seyer 1995; Vann et al. 2011).

L'ADD survient dans des états de sursaturation. Ceci est concordant avec les données de notre étude qui retrouve pour cette pathologie principalement des plongeurs expérimentés, effectuant une plongée saturante (profondeur généralement supérieure à 30 m et durée importante), avec la réalisation d'au moins une autre plongée dans les 48h précédentes. L'âge, qui est un facteur de sévérité connu d'ADD médullaire au-delà de 42 ans (Blatteau et al. 2011), est plus élevé dans cette population au sein de notre étude. Ces résultats sont retrouvés dans une étude analysant presque 40 000 plongées, faite par le Divers Alert Network (DAN) européen chez qui ont été décrites et comparées une population d'accidentés présentant un ADD et une population de non-accidentés comme groupe témoin. Il y est décrit comme facteurs de risque principaux d'ADD, l'âge et l'IMC (Cialoni et al. 2017). Une étude similaire entre accidentés et non-accidentés, effectuée par le DAN sur les plongeurs loisirs en méditerranée serait d'un grand intérêt afin d'avoir un groupe témoin de comparaison de notre étude, ce qui n'a encore jamais été réalisé.

On retrouve dans notre étude, une latence de survenue des symptômes bien connue dans l'ADD, avec un délai d'apparition des signes après la sortie de l'eau, majoritairement dans l'heure qui suit (46,2%). Notre étude a permis de préciser l'apparition des signes très précoces dans l'eau au palier (4,7%) ou immédiatement à la sortie de l'eau (19,6%), ainsi que les signes tardifs >1H (27,9%).

Les ADD sont significativement moins nombreux dans la sous-population des militaires. Plusieurs explications peuvent être avancées : l'utilisation de mélanges Nitrox avec une plus faible charge en azote, la meilleure préparation physique, l'âge et l'entraînement sportif des plongeurs (Wisløff et al. 2004 ; Blatteau et al. 2005 ; Gempp et Blatteau 2010).

Les ADD mixtes sont des formes peu, voire pas décrites dans la littérature. Notre étude a permis de préciser les différentes manifestations cliniques retrouvées dans cette population d'ADD. Il est intéressant de noter une surreprésentation de manifestations cutanées au sein de la population des ADD mixtes. Les ADD cutanés sont des formes qui seront donc volontiers retrouvées en association avec une autre forme d'ADD (en particulier médullaire ou cochléo-vestibulaire).

De plus, les ADD à manifestation cutanée surviennent dans une population majoritairement féminine, à l'inverse des autres types d'ADD. Nous reparlerons de cette particularité plus tard (cf infra).

4.3.1.2. Sémiologie

Les ADD correspondent à une pathologie multi systémique qui peut se manifester par de nombreux signes cliniques différents pouvant apparaître seuls ou en association (Francis et al. 2003). Lorsque l'on parle d'ADD en France, on les décrit dans des cadres nosologiques bien définis (médullaire, OMA, cutané...) ce qui permet d'établir pour chacun une prise en charge particulière. Ce système a quelques limites, notamment par le fait que certains ADD ne rentrent pas dans un cadre unique (ADD mixte). Dans ce cas, il est utile de revenir à une description exhaustive des symptômes.

Ce type de description est disponible dans une étude Américaine (Francis et al. 2003) portant sur environ 3500 cas d'ADD de 1992 à 1998 au sein du Divers Alert Network (DAN), qui a regroupé les prévalences des différents signes cliniques retrouvés lors d'ADD (*Tableau 4*).

Manifestation	Prevalence (%)	Manifestation	Prevalence (%)
Neurologic	40.4	Audiovestibular	12.6
Numbness/tingling/paresthesias	23.0	Dizziness/vertigo	7.2
Muscular weakness/paralysis	8.1	Nausea/vomit	4.7
Difficulty walking	2.3	Tinnitus	0.5
Reduced level of consciousness	1.9	Reduced hearing	0.2
Visual disturbance	1.6	Nystagmus	0.1
Altered higher function	1.4	Cutaneous	3.5
Altered speech	0.7	Itching/rash	3.5
Bladder dysfunction	0.5	Marbling	< 0.1
Altered reflexes	0.3	Cardiopulmonary	2.0
Bowel disturbance	0.3	Difficulty breathing	1.6
Convulsions	0.1	Hemoptysis	0.2
Reduced co-ordination	0.1	Palpitations	0.1
Pain	22.2	Dyspnea	0.1
Constitutional	14.7	Cough	0.1
Headache	6.9	Tachypnea	<0.1
Fatigue	6.8	Lymphatic	0.3
General weakness	0.2	Other	4.3
Light/heavy head	0.2	TOTAL	100
Chills	0.1		
Total cases	3495		
Total manifestations	11471		

Tableau 4 : Prévalence des signes cliniques d'ADD compilées à partir des données du DAN de 1992 à 1998

Si nous comparons ces résultats avec les données de notre étude (*Tableau 2*), nous pouvons constater dans un premier temps une proportion équivalente de signes cliniques par cas : en moyenne 3,28 signes cliniques par cas dans la base de données du DAN et une moyenne de 3,16 signes cliniques par cas dans notre étude.

Il est important de noter que les populations décrites reflètent différents modèles de plongée car les cas étudiés par le DAN proviennent essentiellement d'une population de plongeurs loisirs plongeant dans les eaux Nord-Américaines, alors que notre étude porte sur une population de plongeurs loisirs et professionnels plongeant dans les eaux Méditerranéennes. De plus, les données de notre étude ont été retranscrites par le médecin en charge du patient dans son dossier alors que les données du DAN ont été retranscrites à partir des questionnaires remplis par un professionnel de santé ou le patient lui-même.

La répartition des signes neurologiques est assez proche (40,4% pour le DAN contre 38% pour notre étude). Il en est de même pour la répartition des signes cutanés (3,8% pour le DAN si on y associe les signes lymphatiques contre 4,5% pour notre

étude) et pour les signes cardio-pulmonaires (2% pour le DAN contre 1% pour notre étude). En revanche nous retrouvons une forte différence dans la comptabilisation des signes cochléo-vestibulaires. En effet, ils représentent seulement 12,6% de la base de données du DAN contre 35,2% dans notre étude. Il existe aussi une différence dans la répartition des signes liés à la douleur (notre étude en rapporte 13% contre 22,2% pour le DAN) et des signes constitutionnels (14,7% pour le DAN et 8,2% pour notre étude). Ces différences sont à minimiser car elles sont probablement liées en partie à un biais d'interprétation du médecin pour notre étude et du patient pour l'étude du DAN lorsqu'il écrit les signes cliniques retrouvés. En effet, le médecin aura beaucoup plus tendance à écrire dans le dossier les signes qu'il aura recherché (par exemple, les troubles axiaux, les vertiges...) et à minimiser les signes plus aspécifiques que peuvent être la douleur ou les signes constitutionnels à l'inverse du patient qui s'attardera plus sur la douleur et les signes constitutionnels dans son questionnaire.

4.3.2. Œdèmes pulmonaires d'immersion

4.3.2.1. Généralités

L'œdème pulmonaire d'immersion (OPI) est une pathologie de découverte assez récente, liée aux contraintes environnementales de l'immersion sur le système cardiovasculaire, dont l'incidence est estimée entre 1.1 et 1.8% (Henckes et al. 2019; Kumar et Thompson 2019).

Elle peut survenir au décours de la plongée en scaphandre mais aussi chez des nageurs en surface ou des apnéistes (21,5% des OPI). Cette pathologie va toucher préférentiellement des plongeurs peu expérimentés, effectuant une plongée de courte durée, à une profondeur faible. Il semble que les femmes sont plus à risque d'OPI, en accord avec la cohorte de Coulange al., en 2010 (Coulange et al. 2010). La répartition de l'âge chez ces patients n'est statistiquement pas différente du reste de la population étudiée, avec cependant une tendance vers un âge plus élevé ($p=0,07$).

En revanche l'espace interquartile plus important suggère la présence de deux populations différentes, d'une part un sous-groupe plus jeune et d'autre part un sous-groupe plus âgé. Ceci est en accord avec la littérature décrivant ces deux populations. Le sous-groupe plus âgé présentera potentiellement plus facilement des facteurs de

risques cardiovasculaires, qui sont des facteurs de risque identifiés d'OPI (Gempp et al. 2009, 2013, 2014; Peacher et al. 2015; Edmonds et al. 2019; Henckes et al. 2019). L'autre population concerne des plongeurs plus jeunes, majoritairement des militaires, qui plongent avec des respirateurs en circuit fermés ou semi-fermés, en apnée ou en natation de surface avec effort de palmage. En effet, près d'un patient sur 5 présentant un OPI est militaire. On retrouve dans ces conditions un effort physique significatif et une ventilation en pression négative, qui sont des facteurs de risque identifiés d'OPI (Castagna et al. 2018; Henckes et al. 2019).

4.3.2.2. Sémiologie

Cliniquement, le plongeur présente des signes quasi exclusivement cardiorespiratoires : dyspnée, toux et hémoptysie. La douleur thoracique n'est pas associée à l'OPI, ce qui rejoint les résultats retrouvés par Amara en 2020. En revanche, l'association entre douleur thoracique et ADD n'est pas retrouvée dans notre étude, car la population étudiée n'est pas la même. En effet, n'étaient inclus dans l'étude d'Amara que les ADD à manifestation respiratoire, là où nous avons inclus dans notre étude l'ensemble des patients, dont les ADD sans manifestations respiratoires.

4.3.3. Barotraumatismes ORL

4.3.3.1. Généralités

Les barotraumatismes ORL résultent d'une mauvaise perméabilité des différentes cavités, ou de difficultés pour équilibrer ses oreilles lors de la manœuvre de Valsalva. De ce fait, ils sont statistiquement associés aux plongeurs peu expérimentés, plus jeunes, évoluant à faible profondeur lors de plongées de formation. Cependant, il est possible que ces résultats soient soumis à un biais d'admission. En effet, l'otalgie est le symptôme le plus fréquemment déclaré par les plongeurs dans une étude rétrospective sur 784 plongeurs français. Elle concerne 44,8% des plongeurs, soit près d'un sur deux (Monnot et al. 2019). Cette étude met également en évidence que le barotraumatisme est la pathologie la plus fréquente (63% des accidents de plongée déclarés), suivie des accidents de décompression (28% des

accidents de plongée), ce qui est différent des résultats de notre étude. Il s'avère en fait que les barotraumatismes ORL sont le plus souvent bénins et ne nécessitent pas une hospitalisation ou une admission vers un centre hyperbare, ce qui explique la sous-représentation de cette accidentologie dans notre étude. D'ailleurs, la proportion importante de barotraumatismes au sein de la population des militaires s'explique par un biais similaire. En effet, dans le cadre de leur activité de plongée professionnelle, les plongeurs militaires symptomatiques seront plus enclins à consulter un médecin militaire spécialiste de la plongée, et donc d'être admis au SMHEP.

4.3.3.2. Sémiologie

Les barotraumatismes ORL sont associés statistiquement aux signes cochléovestibulaires, comme attendu. Ils sont également associés à l'absence de signes neurologiques, cardiorespiratoires, articulaires et cutanés.

4.3.4. Barotraumatismes pulmonaires

4.3.4.1. Généralités

De la même manière que les barotraumatismes ORL, les barotraumatismes pulmonaires sont statistiquement associés aux plongeurs peu expérimentés, plus jeunes, évoluant à faible profondeur lors de plongées de formation. Ils résultent habituellement d'un blocage expiratoire lors de la remontée dans un contexte de remontée rapide (remontée « panique ») ou d'exercice de RSE (Lafère et al. 2009). La proportion significativement plus grande de barotraumatismes pulmonaires dans la population des militaires est le reflet de l'importance des exercices de ce type lors de la formation de ces plongeurs.

L'étude de Coulange et al. de 2008 recense 53 cas de barotraumatismes pulmonaires (5%) sur 936 accidents de plongée sportive répertoriés au centre hyperbare de Marseille de 1995 à 2010. Ce chiffre est similaire à la proportion de barotraumatismes pulmonaires retrouvés chez les militaires de notre étude (5%). Il est retrouvé une forme grave avec aéroembolie cérébrale dans 18% des cas, chiffre

similaire à la population de barotraumatisés pulmonaires de notre étude (3/15 soit 20%).

4.3.4.2. Sémiologie

Les barotraumatismes pulmonaires sont associés statistiquement aux signes cardiorespiratoires. La même triade que dans l'OPI est retrouvée, à savoir dyspnée, toux et hémoptysie. De plus, ils sont corrélés aux signes neurologiques centraux. Cela s'explique par une des complications possibles du barotraumatisme pulmonaire qui est l'aéroembolisme artériel cérébral, retrouvé dans 20% des cas. Dans ces conditions, les signes retrouvés sont principalement des signes neurologiques moteurs, des troubles de la conscience et des altérations des fonctions supérieures.

4.3.5. Accidents biochimiques

4.3.5.1. Généralités

Les accidents biochimiques touchent une population de jeunes plongeurs pouvant évoluer en scaphandre autonome ou en apnée pour 10% d'entre eux. Il s'agit alors principalement de syncopes hypoxiques. Ils sont beaucoup moins fréquents que les ADD, OPI et barotraumatismes (seulement 3% des accidents admis au SMHEP).

Le taux de recompression élevé retrouvé chez les plongeurs présentant un accident biochimique (42%) peut s'expliquer par les remontées souvent rapides associées, sans respect des procédures, mais aussi par le diagnostic différentiel parfois difficile avec l'ADD cérébral.

Il faut également relever que les accidents biochimiques semblent plus fréquents chez les militaires avec une tendance statistique dans notre étude ($p = 0.064$). Cela est lié à l'utilisation de circuits fermés ou semi-fermés qui constituent un facteur de risque connu pour ce type d'accident en plongée militaire (Blatteau et al. 2006).

4.3.5.2. Sémiologie

Les accidents biochimiques présentent principalement une symptomatologie de signes constitutionnels (céphalée et malaise), en particulier pour les accidents hypercapniques, tandis que l'on observe des signes neurologiques centraux (troubles de la conscience, altération des fonctions supérieures et convulsions) pour les accidents hypoxiques, hyperoxiques et les narcoses.

4.3.1. Cas particulier des diagnostics ambigus

4.3.1.1. Généralités

Notre étude a permis de décrire la population de plongeurs présentant un diagnostic d'accident de plongée qualifié d'ambigu, car impossible à établir. Cette population est assez faible (3% des plongeurs admis). Ces cas d'ambiguïté sont constatés notamment pour les symptômes ORL avec la difficulté récurrente de différencier un barotraumatisme de l'oreille interne d'un accident de décompression de l'oreille interne (Rozycki et al. 2018). De plus, lors d'accidents présentant une forme clinique pauvre, par exemple avec des paresthésies isolées, sans aucun signe clinique objectif, il peut être parfois difficile de différencier un ADD neurologique d'un événement neurologique autre ou d'une manifestation d'anxiété survenant dans le contexte de la plongée.

4.3.1.2. Sémiologie

Les signes cliniques les plus représentés dans cette population sont les signes cliniques cochléo-vestibulaires et constitutionnels ($p < 0,05$). Cela est lié pour la plupart d'entre eux à l'incertitude diagnostic entre un ADD vestibulaire et un barotraumatisme de l'oreille interne ou à des formes frustrées de signes vestibulaires dans un accident sans rapport avec la plongée, comme une naupathie. A noter que ce type de patient n'est retrouvé que jusqu'en 2016. En effet, à partir de 2017, avec la systématisation de l'examen VNG au SMHEP, les médecins arrivent mieux à discriminer les atteintes vestibulaires avérées. Par ailleurs, les patients atteints de BT OI présentent plus

volontiers des symptômes cochléaires, tandis que ceux présentant un ADD OI décrivent plutôt des symptômes vestibulaires. Anatomiquement, cela pourrait être expliqué par la moins bonne perfusion sanguine avec persistance plus longue de gaz inertes dans l'appareil vestibulaire, comparé à la cochlée, le rendant plus sensible aux ADD. Le vestibule ayant un ratio volume tissulaire / perfusion sanguine plus élevé que la cochlée, il est plus à risque de sursaturation locale avec apparition de microbulles à la décompression (Gempp et Louge 2013).

Les signes neurologiques sensitifs ou moteurs retrouvés sont principalement subjectifs (90%), ce qui limite la discrimination clinique.

4.3.2. Cas particulier des erreurs de procédure asymptomatiques

De nombreux plongeurs sont admis au SMHEP dans le cadre d'erreurs de procédure et bénéficient dans plus de 90% des cas d'une séance d'OHB réalisée à titre préventif. Aucun ne présente de symptôme avant ou après recompression. Il s'agit d'une population de plongeurs expérimentés, plutôt âgée, effectuant de plongées profondes et assez longues nécessitant la réalisation de paliers de décompression lors de la remontée ce qui les rend plus à même de faire une erreur de procédure.

4.4. Influence du sexe féminin dans l'accidentologie de plongée

La plongée sous-marine est de plus en plus pratiquée par les femmes. En 1970, selon Broussolle et al., 5% des plongeurs étaient des femmes (Broussolle 1992). En 2004, la Fédération Française d'études et de sports sous-marin estime qu'elles représentent 30 à 35% des plongeurs (Chauveau 2004).

Plusieurs études ont tenté de comparer la susceptibilité des hommes et des femmes aux ADD. Les plus anciennes (Basset et al. 1973, Weinen et Baumgartner 1990) semblent montrer que les femmes sont plus à même de faire un ADD que les hommes (Bodéré 2006). Cependant il s'agit d'études le plus souvent rétrospectives, comportant de nombreux biais. Des études plus récentes montrent que les hommes semblent plus à risque d'ADD que les femmes, avec une estimation du risque 2,6 fois supérieur (St Leger Dowse et al. 2002). Ceci semble être confirmé par une étude prospective de la formation de bulles chez 67 sujets, dans le cadre de plongées

répétées. En effet, cette étude a permis de mettre en évidence une augmentation de 20% du nombre de patients présentant un nombre de bulles élevé (grade Spencer 2-3) chez les hommes, par rapport aux femmes. Seulement, l'âge semble être plus délétère chez les femmes que chez les hommes. En effet, le taux de sujets présentant un grade Spencer 2-3 au Doppler augmente de 55% chez les femmes après la ménopause contre 25% chez les hommes (Dunford et al. 2002).

Dans notre étude les hommes sont plus souvent victimes d'ADD que les femmes, à l'exception des formes cutanées, ADD pour les lesquelles le sexe s'équilibre. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la physiopathologie des ADD cutanés, dont la forme la plus commune à type de livedo est appelée *cutis marmorata* (Arieli 2018). Il peut s'agir d'une embolie gazeuse dans les artéριοles cutanées. La présence de bulles dans le tronc cérébral pourrait également perturber le système nerveux autonome et provoquer un livedo vasomoteur. En effet, il a été montré qu'une importante proportion des plongeurs présentant un *cutis marmorata* sont porteur d'un shunt droit-gauche (77%) susceptible d'entraîner une embolisation artérielle vers les territoires cutanés ou le tronc cérébral (Wilmshurst et al. 2001; Gempp et al. 2017).

D'autres études, réalisées chez l'animal, mettent en évidence la production de bulles au niveau du derme, en lien avec une augmentation de l'épaisseur de la couche squameuse de 10%. Celle-ci contient notamment des granules lamellaires, qui sont des phospholipides hydrophobes. Il est admis que des nano bulles, peuvent se développer à proximité de surface hydrophobes, à partir de noyaux de gaz préexistant, particulièrement solubles dans les tissus gras (Arieli 2018). Ces surfaces hydrophobes peuvent être des corps lamellaires, au niveau du derme. Elles peuvent également être retrouvées à la surface luminale d'un vaisseau sanguin, possiblement constituées de surfactant pulmonaire synthétisé au niveau local ou être libéré par passage de la barrière endothéliale au niveau pulmonaire (van Ooij 2018). Dans le cas de la formation de nano bulles sous-cutanées, via les corps lamellaires présents dans le derme, celles-ci pourraient être alimentées par la présence d'azote en sous-cutané. Cela pourrait expliquer que le *cutis marmorata* soit plus fréquent chez les plongeuses ayant une masse grasse plus importante que les hommes (Hugon et al. 2002).

Il semble important de noter par ailleurs que le risque d'ADD fluctue de manière significative au cours du cycle féminin (St Leger Dowse et al. 2006). En effet, le risque

d'ADD est à son maximum au moment des règles, puis diminue linéairement. Chez les patientes sous pilule contraceptive en revanche, le risque d'ADD augmente significativement en 2^e partie de cycle (Lee et al. 2003; Webb et al. 2003). Ces données suggèrent une influence hormonale sur la constitution des ADD, possiblement via les facteurs de coagulation, mais dont les mécanismes physiopathologiques demeurent inconnus.

5. Conclusion

Notre étude est une étude descriptive rétrospective s'étendant sur 8 ans, qui a permis l'inclusion de 1014 cas reposant sur le diagnostic d'accident de plongée à l'admission. Ce nombre très important d'admissions s'explique par le fait que le centre hyperbare de l'HIA Sainte Anne est le centre qui reçoit le plus grand nombre d'accidents de plongée en France, et même en Europe.

Cette étude avait pour objectif de décrire dans le même temps la symptomatologie et les diagnostics associés aux accidents de plongée. Cela a permis de dresser un profil type de chaque entité clinique représentatif des accidents de plongée de loisir rencontrés en Méditerranée.

Il s'avère que les accidents de désaturation sont les plus fréquents et représentent la moitié des patients admis avec une majorité de formes neurologiques et cochléovestibulaires. L'œdème pulmonaire d'immersion est le deuxième diagnostic le plus fréquent (16% des patients) avec une symptomatologie cardiopulmonaire. Les barotraumatismes représentent 9% des patients admis avec principalement des atteintes ORL notamment au niveau de l'oreille interne, tandis que les formes pulmonaires ne représentent que 10% des barotraumatismes. Les accidents biochimiques représentent 3% des patients admis avec principalement des hypercapnies. Les noyades isolées ne représentent que 0,9% des patients admis. En dehors des accidents de plongée, on constate que 8% des patients asymptomatiques sont admis dans le cadre d'une erreur de procédure pour une oxygénothérapie hyperbare préventive. On observe également 10% des admissions pour des diagnostics différentiels c'est-à-dire des accidents qui surviennent en plongée mais sans lien direct avec la plongée.

Les accidents de désaturation sont plus fréquemment retrouvés dans une population de plongeurs de sexe masculin (sexe ratio de 5,25), à l'exception des formes à manifestation cutanée (sexe ratio de 1,1). Il s'agit de plongeurs de loisir civils, expérimentés, d'âge médian de 47,5 ans, effectuant une plongée saturante (profondeur supérieure à 30 m et durée importante), avec la réalisation pour 27% des cas d'une autre plongée dans les 48h précédent. La diversité clinique retrouvée de ces accidents rend compte des différentes localisations possibles de cette maladie multi-systémique. La symptomatologie clinique est principalement neurologique (43,5%),

cochléovestibulaire (35,2%), ostéo-myo-articulaire (4,4%) et/ou cutané (4,5%). Elle s'exprime après la sortie de l'eau, majoritairement dans l'heure qui suit (65,8%).

Les œdèmes pulmonaires d'immersion s'observent au décours de plongées en scaphandre mais aussi chez des nageurs palmant en surface et les apnéistes (21,5% des cas). Ils sont retrouvés dans deux populations : d'une part, une population de plongeurs militaires, jeunes, utilisant des respirateurs en circuit fermés ou semi-fermés, effectuant un effort physique important ; d'autre part, une population plus âgée présentant des facteurs de risques cardiovasculaires. La clinique associe la triade dyspnée, hémoptysie et toux.

Les barotraumatismes de la sphère oto-rhino-laryngologique sont retrouvés dans une population de plongeurs plus jeunes et peu expérimentés, évoluant à faible profondeur lors de plongées de formation. La clinique est principalement cochléovestibulaire.

Les barotraumatismes pulmonaires sont retrouvés, de la même manière, dans une population de plongeurs plus jeunes et peu expérimentés, évoluant à faible profondeur lors de plongées de formation. La clinique associée est essentiellement cardiorespiratoire et/ou neurologique centrale en cas d'aéroembolisme cérébral (20% des cas).

Les accidents biochimiques et toxiques sont retrouvés dans une population de jeunes plongeurs pouvant évoluer en scaphandre autonome ou en apnée, et également avec des recycleurs pour les militaires. Les accidents hypoxiques, hyperoxiques et les narcoses présentent une symptomatologie surtout neurologique centrale alors que les accidents hypercapniques présentent une symptomatologie surtout constitutionnelle (céphalées fréquentes).

Sur l'ensemble des 1014 cas, seulement 37 diagnostics ont été corrigés (3,6%) au décours de l'hospitalisation à la suite du bilan paraclinique ou de l'évaluation clinique secondaire. Par ailleurs seulement 3% des diagnostics d'accidents de plongée ont été classés comme « ambigus » (n = 31), c'est-à-dire pour lesquels le cadre diagnostique n'a pas pu être établi avec certitude.

Notre étude possède quelques limitations. Comme il s'agit d'une étude monocentrique, elle ne décrit que des plongeurs ayant eu un accident dans le département du Var. Or il s'agit d'une région qui regorge d'épaves profondes qui vont particulièrement attirer des plongeurs qui feront volontiers des plongées profondes et

donc saturantes, ce qui est un facteur de risque d'accident de désaturation. Par ailleurs du fait de la présence de la Marine nationale à Toulon, un certain nombre d'admissions (9,4%) concernent des plongeurs militaires, population plus jeune avec des spécificités de plongée responsable d'une accidentologie spécifique.

Pour avancer dans la connaissance de l'épidémiologie des accidents de plongée, il serait contributif d'effectuer des analyses statistiques en connaissant le nombre de plongeurs non accidentés et de plongées réalisées dans le département. L'absence de données disponibles à ce niveau ne nous permet actuellement pas d'estimer le taux d'incidence exact de chaque type d'accident de plongée.

6. Bibliographie

1. Amara J. Eléments d'orientation pré-hospitaliers devant une symptomatologie respiratoire au décours d'une plongée en scaphandre autonome [Thèse d'exercice]. Université d'Aix-Marseille II. Faculté de médecine; 2020.
2. Arieli R. Do skin rash and cutis marmorata stem from lamellar bodies within the skin? *Diving Hyperb Med.* 30 juin 2018;48(2):114.
3. Behnke A, Thomson R, Motley E. The psychologic effects from breathing air at 4 atmospheres pressure. *Am J Physiol.* 1935;(112):554-8.
4. Bert P. La pression barométrique. Recherches de physiologie expérimentale. Masson. Paris; 1878.
5. Blatteau J-E, Gempp E, Galland F-M, Pontier J-M, Sainty J-M, Robinet C. Aerobic exercise 2 hours before a dive to 30 msw decreases bubble formation after decompression. *Aviat Space Environ Med.* juill 2005a;76(7):666-9.
6. Blatteau J-E, Gempp E, Simon O, Coulange M, Delafosse B, Souday V, et al. Prognostic factors of spinal cord decompression sickness in recreational diving: retrospective and multicentric analysis of 279 cases. *Neurocrit Care.* août 2011;15(1):120-7.
7. Blatteau J-E, Guigues J-M, Hugon M, Galland F-M, Sainty J-M, Menu J-P. Plongée à l'air avec la table de décompression MN 90. Bilan de 12 années d'utilisation par la Marine française : à propos de 61 accidents de désaturation de 1990 à 2002. 2005b;.
8. Blatteau J-E, Guigues J-M, Pontier J-M. Plongée aux mélanges gazeux autres que l'air avec appareils respiratoires à recyclage des gaz. Analyse de 96 accidents répertoriés par la Marine nationale depuis plus de 20 ans. *Médecine et Armées.* 2006;(34,2):143-50.
9. Bodéré M. La sécurité chez la femme en plongée sous-marine : Etude prospective par la détection des bulles circulantes et l'évaluation des apports nutritionnels. [Faculté de Médecine de Marseille]: Université de la Méditerranée; 2006.
10. Broussolle B, Méliet J-L, Coulange M. Physiologie et médecine de la plongée. 2e ed. Ellipses. Paris; 2006.
11. Broussolle P. La femme et la plongée. In: Physiologie et médecine de la plongée 1ère édition. Ellipses. Paris; 1992. p. 539-46.

12. Calder IM. Autopsy and experimental observations on factors leading to barotrauma in man. *Undersea Biomed Res.* juin 1985;12(2):165-82.
13. Castagna O, Regnard J, Gempp E, Louge P, Brocq FX, Schmid B, et al. The Key Roles of Negative Pressure Breathing and Exercise in the Development of Interstitial Pulmonary Edema in Professional Male SCUBA Divers. *Sports Med Open.* 3 janv 2018;4.
14. Chauveau M. Etude socio-économique relative à la plongée subaquatique de loisir. 2004.
15. Cialoni D, Pieri M, Balestra C, Marroni A. Dive Risk Factors, Gas Bubble Formation, and Decompression Illness in Recreational SCUBA Diving: Analysis of DAN Europe DSL Data Base. *Front Psychol.* 2017;8:1587.
16. Coulange M. Plongée et activités subaquatiques – Accidents de plongée. 2015.
17. Coulange M, Blatteau J-E, Pannetier OL, Joulia F, Constantin P, Desplantes A, et al. Accidents en plongée subaquatique et en milieu hyperbare. 18 août 2015;
18. Coulange M, Gourbeix J, Grenaud J, D'Andrea C, Henckès A, Harms J, et al. La RSE en 2008 : bénéfiques / risques ? Analyse rétrospective des barotraumatismes thoraciques. *Bulletin de médecine subaquatique et hyperbare ; tome 18, 1 : 9-14.* 2008.
19. Coulange M, Rossi P, Gargne O, Gole Y, Bessereau J, Regnard J, et al. Pulmonary oedema in healthy SCUBA divers: new physiopathological pathways. *Clin Physiol Funct Imaging.* mai 2010;30(3):181-6.
20. Dunford RG, Vann RD, Gerth WA, Pieper CF, Huggins K, Wacholtz C, et al. The incidence of venous gas emboli in recreational diving. *Undersea Hyperb Med.* 2002;29(4):247-59.
21. Edmonds C, Lippmann J, Bove A. Immersion pulmonary edema: an analysis of 31 cases from Oceania. *Undersea Hyperb Med.* déc 2019;46(5):603-10.
22. Francis T, Mitchell S, James T. Manifestations of decompression disorders. In: Brubakk AO, Neuman TS eds *Bennett and Elliot's physiology and medicine of diving* Saunders. 2003. p. 578-99.
23. Gempp E, Blatteau J-E. Preconditioning methods and mechanisms for preventing the risk of decompression sickness in scuba divers: a review. *Res Sports Med.* juill 2010;18(3):205-18.
24. Gempp E, Boussuges A, Poyet R, Blatteau J-E. Acute coronary event revealed by diving-related pulmonary edema. *Ann Cardiol Angeiol (Paris).* août 2009;58(4):240-3.

25. Gempp E, Demaistre S, Louge P. Hypertension is predictive of recurrent immersion pulmonary edema in scuba divers. *Int J Cardiol.* 15 mars 2014;172(2):528-9.
26. Gempp E, Louge P. Inner ear decompression sickness in scuba divers: a review of 115 cases. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* mai 2013;270(6):1831-7.
27. Gempp E, Louge P, Blatteau J-E, Hugon M. Descriptive Epidemiology of 153 Diving Injuries With Rebreathers Among French Military Divers From 1979 to 2009. *Mil Med.* 1 avr 2011;176(4):446-50.
28. Gempp E, Louge P, Henckes A, Demaistre S, Heno P, Blatteau J-E. Reversible myocardial dysfunction and clinical outcome in scuba divers with immersion pulmonary edema. *Am J Cardiol.* 1 juin 2013;111(11):1655-9.
29. Gempp E, Lyard M, Louge P. Reliability of right-to-left shunt screening in the prevention of scuba diving related-decompression sickness. *Int J Cardiol.* 1 déc 2017;248:155-8.
30. Henckes A, Cochard G, Gatineau F, Louge P, Gempp E, Demaistre S, et al. Risk factors for immersion pulmonary edema in recreational scuba divers: a case-control study. *Undersea Hyperb Med.* déc 2019;46(5):611-8.
31. Hugon M, Grandjean B, Blatteau J-E. Epidémiologie des accidents de la plongée sous-marine autonome de loisir. In: *Traité de Médecine Hyperbare.* Ellipses. Paris; 2002. p. 220-31.
32. Kumar M, Thompson PD. A literature review of immersion pulmonary edema. *Phys Sportsmed.* 2019;47(2):148-51.
33. Lafère P, Germonpré P, Balestra C. Pulmonary barotrauma in divers during emergency free ascent training: review of 124 cases. *Aviat Space Environ Med.* avr 2009;80(4):371-5.
34. Lee V, St Leger Dowse M, Edge C, Gunby A, Bryson P. Decompression sickness in women: a possible relationship with the menstrual cycle. *Aviat Space Environ Med.* nov 2003;74(11):1177-82.
35. Leroy de Méricourt A. Considérations sur l'hygiène des pêcheurs d'éponge. *Ann Hyg (Paris).* 1869;(31):274-86.
36. Malhotra MS, Wright HC. Arterial Air Embolism during Decompression and Its Prevention. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences.* 1961;154(956):418-27.

37. Metifiot-Windson N. Epidémiologie des accidents de plongée survenus en région marseillaise de 2000 à 2009 [Thèse d'exercice]. [1970-2011, France]: Université d'Aix-Marseille II. Faculté de médecine; 2011.
38. Monnot D, Michot T, Dugrenot E, Guerrero F, Lafère P. A survey of scuba diving-related injuries and outcomes among French recreational divers. *Diving Hyperb Med.* 30 juin 2019;49(2):96-106.
39. van Ooij PJA. Decompression sickness, fatness and active hydrophobic spots. *Diving Hyperb Med.* 30 sept 2018;48(3):130-1.
40. Peacher DF, Martina SD, Otteni CE, Wester TE, Potter JF, Moon RE. Immersion pulmonary edema and comorbidities: case series and updated review. *Med Sci Sports Exerc.* juin 2015;47(6):1128-34.
41. Pol, Watelle. Mémoire sur les effets de la compression de l'air appliquée au creusement de puits à houille. In: *Ann d'hygiène publique et de médecine légale* ; 2ème série, tome I. 1854. p. 241-79.
42. Prevautel T. Oedème pulmonaire d'immersion sur corps sain avec appareil à recyclage de gaz de 2009 à 2015, rôle du gradient hydrostatique. Aix-Marseille; 2016.
43. Rozycki SW, NSSC Pearl Harbor 822 Clark St Suite 400 Joint Base Pearl Harbor Hickam, Hawaii, USA, Camacho M, Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Tripler Army Medical Center, Hawaii. Inner ear barotrauma in divers: an evidence-based tool for evaluation and treatment. *Diving Hyperb Med.* 30 sept 2018;48(3):186-93.
44. Schaffer KE, McNULTY WP, Carey C, Liebow AA. Mechanisms in development of interstitial emphysema and air embolism on decompression from depth. *J Appl Physiol.* juill 1958;13(1):15-29.
45. Seyer J. Epidemiology of decompression accidents during recreational diving. *Handbook on hyperbaric medicine* New York: Springer-Verlag. 1995;183-6.
46. St Leger Dowse M, Bryson P, Gunby A, Fife W. Comparative data from 2250 male and female sports divers: diving patterns and decompression sickness. *Aviat Space Environ Med.* août 2002;73(8):743-9.
47. St Leger Dowse M, Gunby A, Phil D, Moncad R, Fife C, Morsman J, et al. Problems associated with scuba diving are not evenly distributed across a menstrual cycle. *J Obstet Gynaecol.* avr 2006;26(3):216-21.

48. Triger. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, tome XX. In 1845. p. 445-9.
49. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. Decompression illness. *Lancet*. 8 janv 2011;377(9760):153-64.
50. Webb JT, Kannan N, Pilmanis AA. Gender not a factor for altitude decompression sickness risk. *Aviat Space Environ Med*. janv 2003;74(1):2-10.
51. Wilmshurst PT, Nuri M, Crowther A, Webb-Peploe MM. Cold-induced pulmonary oedema in scuba divers and swimmers and subsequent development of hypertension. *Lancet*. 14 janv 1989;1(8629):62-5.
52. Wilmshurst PT, Pearson MJ, Walsh KP, Morrison WL, Bryson P. Relationship between right-to-left shunts and cutaneous decompression illness. *Clin Sci*. mai 2001;100(5):539-42.
53. Wisløff U, Richardson RS, Brubakk AO. Exercise and nitric oxide prevent bubble formation: a novel approach to the prevention of decompression sickness? *J Physiol (Lond)*. 16 mars 2004;555(Pt 3):825-9.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, 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 et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.



Résumé

Titre : *Contribution à l'analyse sémiologique et diagnostique des accidents de plongée survenant sur la côte méditerranéenne française : à propos de 1014 cas admis au centre hyperbare de l'HIA Sainte-Anne à Toulon de 2011 à 2018.*

Introduction : La pratique de la plongée sous-marine connaît un essor croissant depuis le XXe siècle avec une accidentologie de gravité variable associant différentes entités cliniques ayant une physiopathogénie bien distincte. On distingue quatre grandes entités de diagnostics présentant chacune des caractéristiques cliniques propres : les accidents de désaturation (ADD), les œdèmes pulmonaires d'immersion (OPI), les barotraumatismes (BT) et les accidents biochimiques ou toxiques présentant chacun des caractéristiques cliniques propres.

Objectif : Le but de cette étude est de décrire et d'analyser les accidents de plongée en particulier la symptomatologie et les diagnostics associés ainsi que certains facteurs de risque individuels ou environnementaux.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique des dossiers médicaux de 1014 accidents de plongée consécutifs admis au Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée (SMHEP) de l'Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne à Toulon entre janvier 2011 et décembre 2018.

Résultats : La population de l'étude est constituée de 79% d'hommes, l'âge médian est de 46 ± 20 ans, les valeurs médianes de profondeur et de durée totale de plongée sont 36 ± 22 mètres et 35 ± 19 minutes. Les accidentés « hommes » sont plus âgés et plongent plus profondément que les femmes. Les ADD représentent 52% des patients admis dont 47% de formes neurologiques médullaires, 26% cochléo-vestibulaires, 10% ostéo-myo-articulaires, 4% cutanées et 3% neurologiques cérébraux. Les formes mixtes d'ADD représentent 10% de l'ensemble des ADD. L'OPI est le deuxième diagnostic le plus fréquent (16% des patients) et est associé significativement à une symptomatologie cardiopulmonaire. Les BT ORL représentent 8% des patients admis avec principalement des BT de l'oreille interne (58% des BT ORL) responsables d'une symptomatologie cochléo-vestibulaire. Les BT pulmonaires représentent 1% des patients admis avec des signes principalement cardiorespiratoires mais également des atteintes neurologiques en cas d'aéroembolisme cérébral (19% des BT pulmonaires). Les accidents biochimiques représentent 3% des patients admis avec principalement des hypercapnies, responsable d'une symptomatologie générale. Les noyades isolées représentent 0,9% des patients admis. 8% des patients sont asymptomatiques et admis dans le cadre d'une erreur de procédure pour une oxygénothérapie hyperbare. Enfin, les accidents qui surviennent en plongée mais sans lien direct avec la plongée représentent 10% des patients admis.

Discussion : Sur l'ensemble des 1014 cas, seulement 37 diagnostics ont été corrigés (3,6%) au décours de l'hospitalisation à la suite du bilan paraclinique ou de l'évaluation clinique secondaire. 3% des diagnostics d'accidents de plongée ont été classés comme « ambigus » ($n = 31$), c'est-à-dire pour lesquels le cadre diagnostique n'a pas été établi avec certitude. Les ADD sont plus fréquents chez les hommes à l'exception des ADD cutanés qui s'observent souvent chez les femmes. Les BT ORL, considérés comme les accidents les plus fréquents, sont sous-représentés dans notre étude car les BT bénins de l'oreille moyenne ne nécessitent habituellement pas d'hospitalisation.

Conclusion : Cette étude a permis de décrire dans le même temps la symptomatologie et les diagnostics associés des accidents de plongée. Elle permet de dresser un profil type de chaque entité clinique représentatif des accidents de plongée de loisir rencontrés en Méditerranée.

Mots-clefs : Accident de plongée, maladie dysbarique, diagnostics différentiels, accident de décompression, bulle, œdème pulmonaire d'immersion, barotraumatisme pulmonaire, barotraumatisme ORL, accident toxique, noyade, aéroembolisme artériel cérébral, épidémiologie, sémiologie, Méditerranée.

Abstract

Title: *Contribution to the semiological and diagnostic analysis of diving accidents occurring on the french mediterranean coast: about 1014 cases admitted to the hyperbaric center of the HIA Sainte-Anne in Toulon from 2011 to 2018.*

Background: The practice of scuba diving has been growing since the 20th century with a various accidentology associating different clinical entities with distinct physio pathogenies. There are four major diagnostic entities, each with its own clinical characteristics: decompression sickness (DCS), cold-induced pulmonary edema (IPE), barotrauma (BT) and biochemical or toxic accidents, each with their own clinical characteristics.

Objective: The aim of this study is to describe and analyse diving accidents, in particular the symptomatology and the associated diagnoses as well as some individual or environmental risk factors.

Methods: This is a monocentric retrospective study of the medical records of 1014 consecutive diving accidents admitted to the Service de Médecine Hyperbare et d'Expertise Plongée (SMHEP) of the Hôpital d'Instruction des Armées Sainte-Anne in Toulon between January 2011 and December 2018.

Results: The population of the study is 79% male, the median age is 46 ± 20 years, the median values of depth and total dive time are 36 ± 22 meters and 35 ± 19 minutes. Male casualties are older and dive deeper than females. DCSs account for 52% of admitted patients, of which 47% are neurological spinal forms, 26% cochleo-vestibular, 10% osteo-myo-articular, 4% cutaneous and 3% cerebral neurological. Mixed forms of DCS represent 10% of all DCSs. IPE is the second most frequent diagnosis (16% of patients) and is significantly associated with cardiopulmonary symptoms. ENT BTs represent 8% of patients admitted with mainly inner ear BTs (58% of ENT BTs) responsible for cochleovestibular symptomatology. Pulmonary BTs represent 1% of patients admitted with mainly cardiorespiratory signs but also neurological damage in case of cerebral arterial gas embolism (19% of pulmonary BTs). Biochemical accidents represent 3% of patients admitted with mainly hypercapnia, responsible for general symptomatology. Isolated drownings represent 0.9% of patients admitted. 8% of patients are asymptomatic and admitted due to a procedural error for hyperbaric oxygen therapy. Finally, accidents that occur while diving but are not directly related to diving represent 10% of the patients admitted.

Discussion: Out of the 1014 cases, only 37 diagnoses were corrected (3.6%) at the time of hospitalisation following the paraclinical assessment or secondary clinical evaluation. 3% of the diagnoses of diving accidents were classified as "ambiguous" (n = 31), namely for which the diagnostic framework has not been established with certainty. DCSs are more common in men, with the exception of skin DCSs, which are often seen in women. ENT BTs, considered to be the most frequent accidents, are under-represented in our study because benign middle ear BTs usually do not require hospitalisation.

Conclusion: This study enabled to describe at the same time the symptomatology and associated diagnoses of diving accidents. It allows to draw up a typical profile of each clinical entity representative of recreational diving accidents encountered in the Mediterranean.

Keywords: Diving accident, dysbaric disease, differential diagnoses, decompression sickness, bubble, immersion pulmonary edema, pulmonary barotrauma, ENT barotrauma, gas toxicity, near-drowning, arterial gas embolism, epidemiology, semiology, Mediterranean.