



HAL
open science

Évaluation de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après immersion dans l'océan atlantique

Samuel Moreau

► **To cite this version:**

Samuel Moreau. Évaluation de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après immersion dans l'océan atlantique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03064927

HAL Id: dumas-03064927

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03064927>

Submitted on 14 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.

U.F.R DES SCIENCES MEDICALES

Thèse pour l'obtention du
Diplôme d'État de Docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement par
MOREAU Samuel
Né le 30/11/1992 à Saint Michel d'Entraygues

le six Octobre 2020

POSEIDON

« Pulse Oximetry in healthy SubjEcts Immersed in Ocean »

***Évaluation de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après
immersion dans l'océan atlantique.***

Thèse numéro : 3161

Sous la direction de :

Éric Tellier Médecin Urgentiste – Pôle Urgences adultes SAMU-SMUR, CHU Bordeaux
Doctorant en Santé Publique–Épidémiologie ISPED – Université de Bordeaux

Brunot Simonet Médecin Urgentiste – Pôle Urgences adultes SAMU-SMUR, CHU Bordeaux

Membres du jury :

Monsieur le Professeur COMBES Xavier
Monsieur le Docteur TELLIER Éric
Monsieur le Docteur SIMONNET Bruno
Monsieur le Professeur REVEL Philippe
Monsieur le Docteur MARTY Antoine
Monsieur le Professeur GALINSKI Michel

Président
Directeur de thèse
Co-directeur
Rapporteur
Examineur
Examineur

TITRE : Évaluation de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après immersion dans l'océan atlantique.

Résumé : La noyade représente une des premières causes de décès par accident dans le monde. L'oxymétrie de pouls est une mesure permettant d'orienter la prise en charge des détresses respiratoires cependant, elle n'a pas été évaluée dans un environnement océanique après immersion.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'impact de 15 min d'immersion dans l'océan atlantique, en condition réelle, sur l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains Nageur sauveteur (MNS). L'objectif secondaire est d'évaluer la mesure de saturation à distance de la sortie d'eau ainsi que la température cutanée, comme reflet de la vasoconstriction.

Les données ont été recueillies durant l'été 2020, pendant l'entraînement quotidien des maitres-nageurs, grâce à une fiche de recueil standardisée et à un protocole établi avec les MNS.

Les résultats ont montré une faible proportion de saturation anormale après immersion, immédiatement et à distance de la sortie de l'eau, et cela, malgré une chute de la température cutanée.

Il ressort néanmoins de cette étude que la saturation d'oxygène chez le sujet sain sur la côte girondine, durant l'été, paraît être une mesure fiable et à prendre en compte.

Des travaux de recherche ultérieurs doivent être entrepris, sur la population générale et dans des conditions de température et d'immersion différentes.

Mots clés : Noyade, saturation, oxymétrie de pouls, maitres-nageurs, océan atlantique

TITLE: Pulse Oxymetry in healthy Subjects Immersed in Ocean

Abstract: Summary: Drowning is one of the leading causes of accidental death worldwide. Pulse oximetry is a measure to guide the management of respiratory distress, however it has not been evaluated in an ocean environment after immersion.

The objective of our study is to evaluate the impact of 15 min of immersion in the Atlantic Ocean, under real conditions, on pulse oximetry in healthy lifeguards 'subjects. The secondary objective is to evaluate the remote measurement of saturation at the water outlet as well as skin temperature, as a reflection of vasoconstriction.

The data were collected during the summer of 2020, during the daily training of the lifeguards, using a standardized data collection form and a protocol established with the lifeguards.

The results showed a low proportion of abnormal saturation after immersion, immediately and at a distance from the water outlet, despite a drop-in skin temperature.

Nevertheless, it appears from this study that oxygen saturation in healthy subjects on the Gironde coast during the summer appears to be a reliable measure that should be taken into account. Further research should be undertaken, on the general population and under different temperature and immersion conditions.

Keywords: Drowning, saturation, pulse oximetry, lifeguards, Atlantic Ocean

REMERCIEMENTS

A mes directeurs

A mon directeur de thèse, Monsieur le Docteur Éric TELLIER,

Merci d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse, de m'avoir aidé à réaliser ce travail original et captivant. Merci pour le temps que tu m'as consacré et pour ta disponibilité à la longue élaboration de cette étude.

A mon co-directeur de thèse, Monsieur le Docteur Bruno SIMONNET,

Merci d'avoir accepté d'être mon co-directeur de thèse. Merci pour ton investissement et ton aide précieuse à la réalisation du protocole, issu de ta collaboration avec les maitres-nageurs.

Aux membres du jury

Au président de mon jury, Monsieur le Professeur Xavier COMBES,

Vous me faites l'honneur de présider ce jury et de juger mon travail. Veuillez recevoir l'expression de ma sincère reconnaissance et de ma haute considération.

A mon juge et rapporteur, Monsieur le Professeur Philippe REVEL,

Vous me faites l'honneur d'avoir accepté de juger ce travail et d'en être le garant. Veuillez trouver en ces lignes l'expression de ma profonde gratitude.

A mon juge, Monsieur le Professeur Michel GALINSKI,

Vous me faites l'honneur de participer au jury de cette thèse. Veuillez accepter mes sincères remerciements.

A mon juge, Monsieur le Docteur Antoine Marty,

Merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury. Merci pour la qualité de ton enseignement et pour la passion que tu m'as transmise à l'exercice de la réanimation.

Aux nageurs sauveteurs :

Aux nageurs sauveteur de Lacanau,

Merci d'avoir accepté de participer en nombre à cette étude. Merci pour votre courage et votre investissement.

Aux nageurs sauveteur du Porges,

Merci pour votre participation à l'étude et d'avoir bravé les conditions météorologiques peu favorable.

Aux nageurs sauveteur de lège cap ferret

Merci pour d'avoir participé à cette étude et aider à sa réalisation. Merci pour votre courage.

A ma familles et amis

Merci à mes parents d'avoir toujours été là pour moi, d'avoir tout fait pour mon bonheur et ma réussite.

Merci, en particulier, à ma maman pour les relectures et corrections de ma thèse.

Merci à Paul de m'avoir poussé à faire ce métier.

Merci à Alexa d'être à mes côtés tous les jours et pour ton soutien.

Merci à Bertrand qui m'a beaucoup aidé pour l'écriture du protocole.

Merci à mes amis Éric, Charles, Victor-Louis, Bertrand, d'avoir partagé avec moi ces longues années d'études dans le travail et dans nos moments de détente.

Merci à mes amis de longue date et à ceux rencontrés plus récemment.

Merci à toutes les personnes qui ont pu marquer et enrichir mon internat.

Table des matières

I-INTRODUCTION	10
1 – La noyade.....	10
a) La noyade dans le monde	11
b) Épidémiologie en France	12
c) Physiopathologie	14
-Immersion.....	14
-Submersion.....	16
-La noyade.....	16
2 – L’oxymétrie de pouls	17
a) Historique.....	17
b) Principes.....	17
c) Les limites de la mesure	19
3- Organisation des secours sur la cote girondine.....	19
4- Oxymétrie de pouls dans le cas de la noyade	21
III- MATERIEL ET METHODES	22
1-Type d’étude.....	22
2- Population	22
3- Recueil des données	22
a) Variables recueillies.....	22
b) Matériel utilisé	23
c) Protocole de mesure	23
d) Analyse statistique	26
e) Éthique	26
IV- RESULTATS	26
1-Population	26
a) Population incluse et analysée.....	26
b) Caractéristique de la population	27
2- Données sur la saturation immédiate après 15 minutes d’immersion dans l’océan	28
3- Données sur la saturation à distance de la sortie de l’eau	28
4- Évaluation de la température cutanée et de la saturation en fonction de la température de l’eau	29
5-Analyse post-hoc de comparaison des saturomètres :.....	33
V – DISCUSSION	34
1-Evaluation de la saturation par oxymétrie de pouls chez des sujets sains après immersion dans l’océan atlantique.....	34
2-Force et faiblesse de l’étude	34
a) Les forces.....	34
b) Les faiblesses	35
3- Interprétation des résultats	35
4-Comparaison avec la littérature	36

5- Perspective	37
VI – CONCLUSION.....	38
BIBLIOGRAPHIE.....	39
SERMENT D’HIPPOCRATE.....	41
ANNEXES	42
Annexe 1 : Ordre particuliers des transmissions.....	42
Annexe 2 : Fiche de recueil.....	58
Annexe 3 : Document d’information et consentement écrit.	59
Annexe 4 : validation du comité de protection des personnes.....	62

TABLEAUX ET FIGURES

Listes des tableaux

- Tableau 1 : Conséquence induite par l'hypothermie en fonction de la température.
- Tableau 2 : Résumé de la population en fonction de la localisation.
- Tableau 3 : Mesures de saturation au temps T 0.
- Tableau 4 : Taux de saturation normale relevés aux différents temps de mesure.
- Tableau 5 : Taux de saturation anormale relevés aux différentes températures et temps de mesure.

Listes des figures

- Figure 1 : Classification de la noyade selon Szpilman en 6 stades (1).
- Figure 2 : Cas de noyade en fonction de l'âge.
- Figure 3 : Cas de noyade en fonction du lieu.
- Figure 4 : Les différentes étapes de l'apnée.
- Figure 5 : Principe de l'oxymétrie de pouls.
- Figure 6 : Équivalence rapport R/IR et SpO₂.
- Figure 7 : Diagramme de flux de la population étudiée.
- Figure 8 : Évolution des moyennes de température cutanée et taux de mesure anormale en fonction du temps sur les 31 sujets.
- Figure 9 : Médianes de température cutanée et taux de mesure anormale en fonction du temps, dans une eau à 18°C.
- Figure 10 : Médianes de température cutanée et taux de mesure anormale en fonction du temps, dans une eau à 20°C.
- Figure 11 : Médianes de température cutanée et taux de mesure anormale en fonction du temps, dans une eau à 21°C.
- Figure 12 : Courbe de dissociation de l'hémoglobine (source : site campus.cerimes.fr)

ABRÉVIATIONS

ACR : Arrêt cardio-respiratoire

BNSSA : Brevet national de sécurité et de sauvetage aquatique

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CRS : Compagnies Républicaines de Sécurité

CROSS : le Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage

CPP : Comité de protection des personnes

DES MU : Diplôme d'état spécialisé en médecine d'urgence

HbCO : Carboxyhémoglobine

HbO₂ : Oxyhémoglobine

MmHg : Millimètre de mercure

MNS : Maitres nageur sauveteurs

N : Nombres

OPT : Ordre Particulier des Transmissions

PA : Paquet année

PaO₂ : Pression artérielle en oxygène

PCO₂ : Pression artérielle en CO₂.

PSE1 (Premiers secours en équipe de niveau 1)

PSE2 (Premiers secours en équipe de niveau 2)

SAMU : Service d'aide médicale urgente

SNSM : Société Nationale de Sauvetage en Mer

SpO₂ : Saturation pulsée en oxygène

SSA littoral mention pilotage : Certificat de surveillance et sauvetage aquatique

I- INTRODUCTION

1 – La noyade

En 1971, une première définition regroupant différents types de noyade fut adoptée(1). On retrouvait les noyades avec décès dus à l'asphyxie par inhalation, les noyades avec décès dus à des causes mixtes ainsi que les petites noyades « near-drowning » sans décès, avec ou sans inhalation.

La surveillance épidémiologique précise n'était donc pas possible en l'absence de définition homogène.

En 2005, après un consensus d'experts, la définition de la noyade a été modifiée afin de simplifier les termes et d'englober tous les cas(2). Celle-ci est désormais adoptée de manière internationale. Il s'agit de la suivante : « **La noyade est une insuffisance respiratoire résultant de la submersion ou de l'immersion en milieu liquide.** ». Dans ce consensus, les experts ont également convenu qu'il ne fallait plus utiliser les termes antérieurs de « noyade mouillée, sèche, active, passive, silencieuse ou secondaire ».

La gravité de la noyade, est définie en fonction de son stade, selon santé publique France. Il existe ainsi un classement des noyades en quatre stades dépendant du degré d'inhalation pulmonaire en eau :

- le stade 1 : il n'existe pas d'inhalation liquidienne. Il s'agit d'un état d'angoisse, avec hyperventilation, tachycardie et tremblements, sans troubles de la conscience.

- le stade 2 : il existe un encombrement broncho-pulmonaire se traduisant par une toux, avec cyanose, hypothermie et agitation. La victime ne présente pas encore de troubles de la conscience.

- le stade 3 : il existe une détresse respiratoire aiguë associée à des troubles de la conscience allant de l'obnubilation jusqu'au coma.

- le stade 4 : c'est le stade ultime, celui de l'arrêt respiratoire ou cardio-respiratoire avec coma aréactif.

Une classification différente a été proposée par Szpilman en 1997 remise à jour en 2003. Elle permet de guider la stratégie thérapeutique, selon le degré des troubles respiratoires et hémodynamiques constatés initialement. Elle stratifie le patient en six catégories qui sont corrélées au risque de mortalité associé à des modifications auscultatoires et à une prise en charge spécifique en fonction de chaque stade(1)(2). Les patients asymptomatiques sont considérés comme « stade 0 »

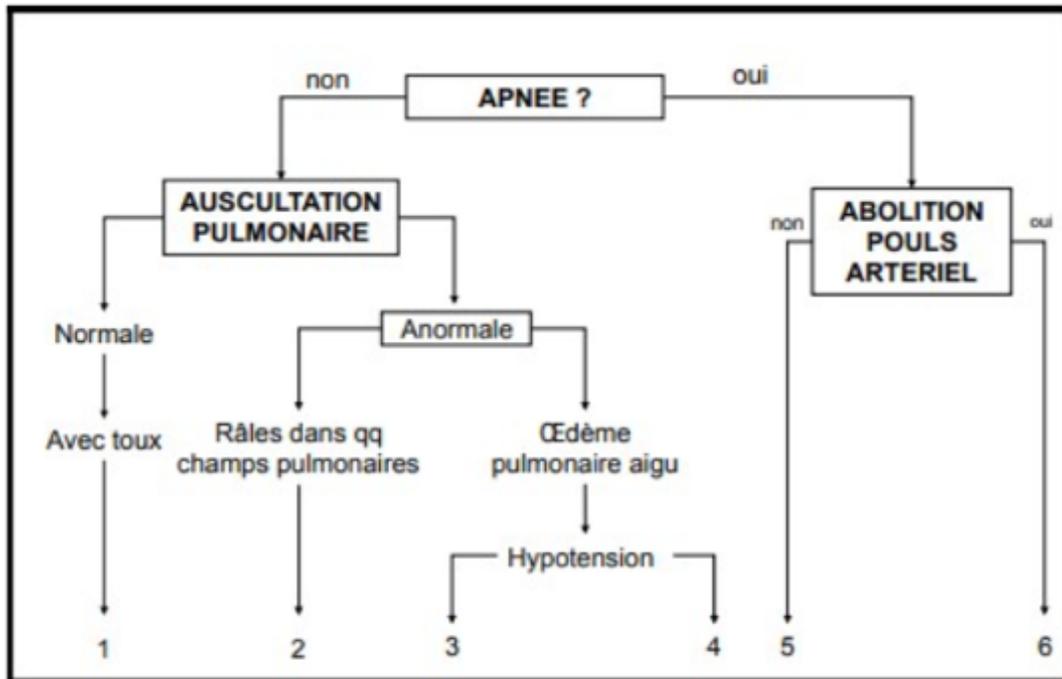


Figure 1. Classification de la noyade selon Szpilman en 6 stades (1).

Ces classifications ne prennent pas en compte la saturation d'oxygène. Cela est probablement dû à une utilisation récente en routine de l'oxymétrie de pouls grâce à la miniaturisation des dispositifs de mesure. Cependant lors des demandes de secours passant par le CRRA 15, nous avons pu constater que la mesure de saturation basse peut amener les secouristes à surévaluer la gravité, alors qu'il n'existe aucun signe clinique d'inhalation (toux persistante, respiration bruyante, mousse au niveau de la bouche, signes respiratoires de lutte...).

a) La noyade dans le monde

D'après les estimations, 320 000 personnes sont mortes par noyade en 2016 dans le monde ; il s'agit donc d'un problème majeur de santé publique. La noyade est la troisième cause de décès par traumatisme non intentionnel, ce qui représente 7% de l'ensemble des décès liés à des traumatismes.

Les décès imputables aux noyades se retrouvent dans tous les pays du globe mais on retrouve plus de 90% des décès par noyade, dans des pays à faible revenu ou à revenu intermédiaire.

C'est dans la Région africaine que les taux de décès par noyade sont les plus élevés ; ils sont, en effet, plus de 15 à 20 fois supérieurs à ceux de l'Allemagne ou du Royaume-Uni.

Plus de 50% des noyades enregistrées dans le monde, se concentre sur le Pacifique occidental et l'Asie du Sud-Est. Les données provenant des pays à revenu élevé, portent à croire qu'il existe une forte sous-représentation pouvant aller jusqu'à 50% du nombre total de victimes dans certains cas (3).

Les sujets les plus à risque sont les enfants, les personnes de sexe masculin avec un taux de mortalité global deux fois supérieur à celui des femmes. Cette différence s'explique par un contact avec l'eau plus fréquent et aussi par des comportements à risques, comme le fait de nager seul, de boire de l'alcool avant d'aller se baigner ou de pratiquer des activités nautiques.

Il existe d'autres facteurs de risques associés aux noyades comme certaines affections médicales, par exemple l'épilepsie, l'ignorance des touristes qui ne connaissent pas les risques et les particularités des milieux aquatiques locaux, un faible statut socio-économique, l'appartenance à une minorité ethnique, un faible niveau d'instruction et le fait de vivre en milieu rural.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) a mis en place un certain nombre de mesures pour prévenir au mieux les accidents par noyade. En mai 2017, elle a publié un guide d'application sur la prévention de la noyade (*Preventing drowning: an implementation guide*)(4). Cette publication s'appuie sur le *Rapport mondial sur la noyade* (5) et fournit des recommandations aux pouvoirs publics afin qu'ils adaptent à leur contexte des programmes de prévention efficaces et qu'ils améliorent les données sur les noyades.

b) Épidémiologie en France

En France, la noyade représente une des premières causes de décès par accident. Elle survient en milieux divers, que ce soit océan ou piscine, ainsi que dans une population variée. L'étude française NOYADES de santé publique France (anciennement INVS) recense, tous les trois ans, les accidents de noyades depuis 2002. En 2015 (6), du 1er juin au 30 septembre 2015, on recensait 1441 noyades suivies d'une hospitalisation ou d'un décès.

En 2018 (7) le rapport intermédiaire recensait déjà une augmentation de 30% du nombre de noyades avec 2255 cas ; néanmoins ces chiffres sont à prendre avec précaution du fait d'un remplissage en ligne possible par les usagers.

Ces 2255 noyades se répartissent en 1169 noyades accidentelles, 109 noyades intentionnelles et 977 d'origine encore indéterminée, car en cours d'investigation. Il existe aussi une majoration du nombre de morts de 398 à 492.

Le rapport final de 2018 n'est toujours pas disponible, ce jour (8).

Ces enquêtes « NOYADES » ont aussi pour objectifs de décrire les caractéristiques des victimes et les circonstances de survenue de la noyade, afin de créer des campagnes de prévention adaptées.

Concernant le type de population, les noyades accidentelles ont augmenté essentiellement chez les enfants de moins de six ans, avec une mortalité faible. C'est dans la population des plus de 65 ans, que l'on observe le plus de décès et chez les hommes (Fig.2).

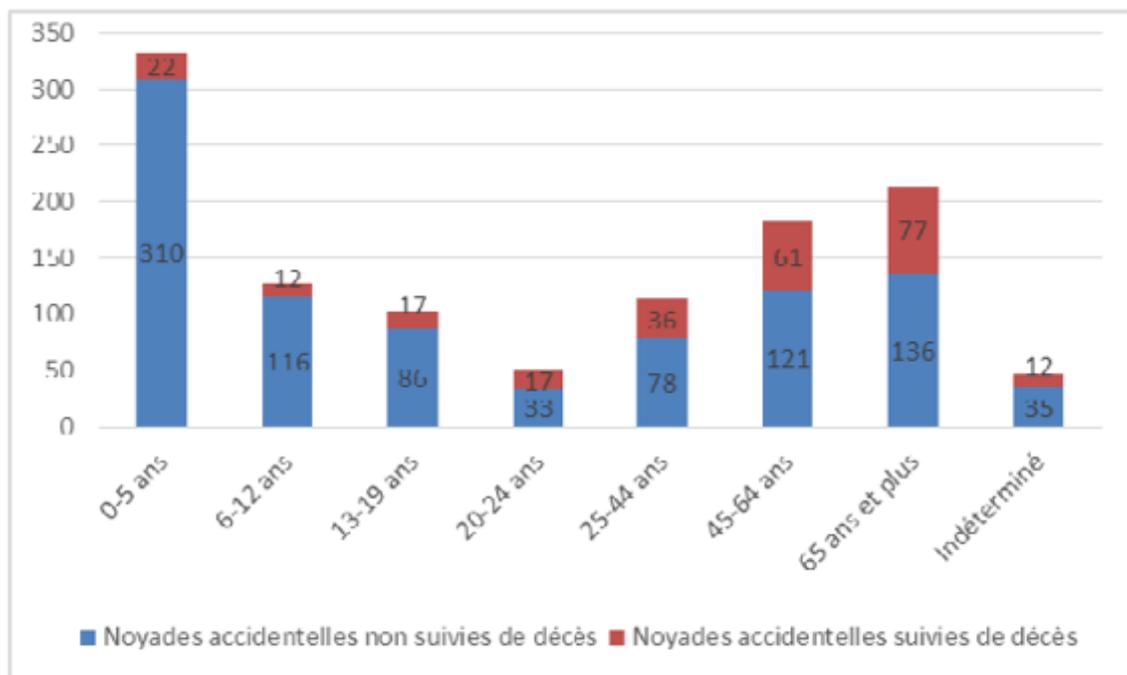


Figure 2. Cas de noyade en fonction de l'âge (Source : Enquête NOYADES 2018, données au 31/08/2018, SpFrance).

Le nombre de noyades diffère également en fonction du lieu (piscine, océan, lac...). Le nombre le plus important de noyades se localise dans la mer, au niveau de la bande des 300 premiers mètres, qui constitue la zone de surveillance des nageurs sauveteurs (MNS)(Fig.3).

Les noyades accidentelles concernent donc essentiellement les piscines privées et la mer. On retrouve deux pics d'âges, qui sont les enfants jeunes et les adultes de plus de 45 ans. Les séquelles/décès de cette partie de la population représentent un problème majeur de santé publique, d'autant qu'il s'agit d'accidents évitables.

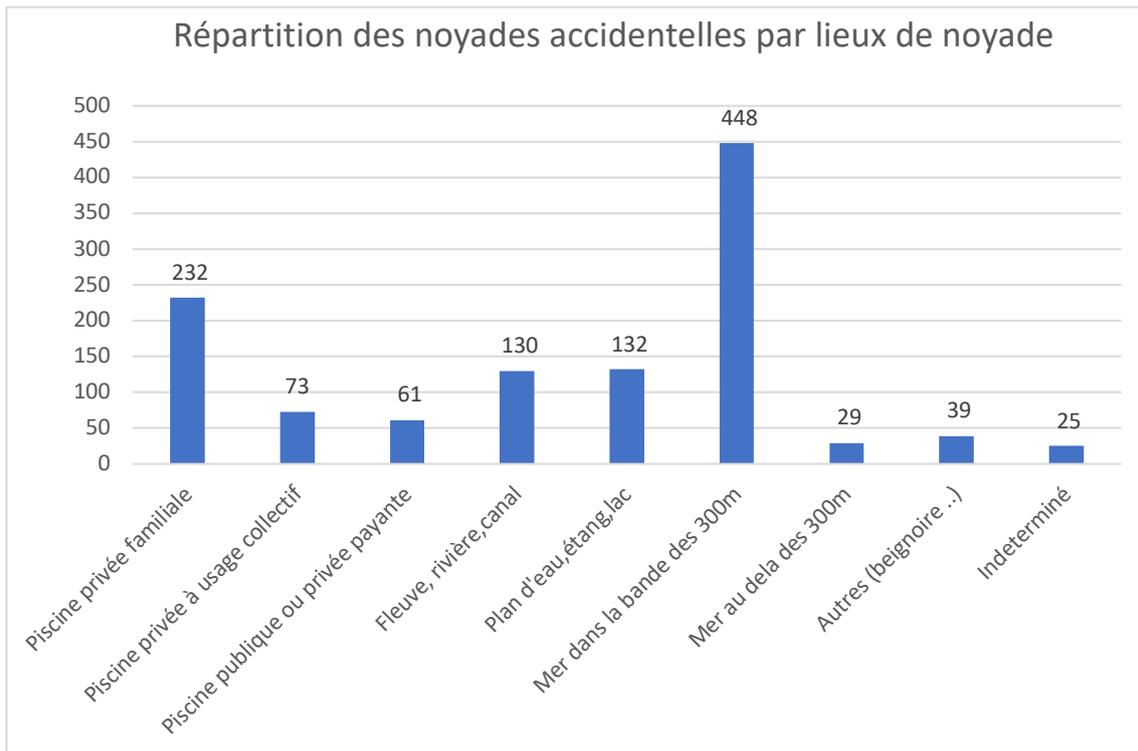


Figure 3. Cas de noyade en fonction du lieu (Source : Enquête NOYADES 2018, données au 31/08/2018, SpFrance).

c) Physiopathologie

-Immersion

Nous ne décrivons ici que l'immersion en eau froide et tempérée, sujet de notre étude. La physiopathologie en cas de neutralité thermique ou d'hypothermie, est en effet totalement différente.

L'immersion est décrite en trois étapes

-1 : Une première, décrite comme « cold shock », apparaît en eau froide soit dès 25°C grâce au neurorécepteur « au froid » du derme. « Cold shock » correspond au terme hydrocution habituellement employé en France. Il en résulte un gasp avec une diminution de la capacité à retenir sa respiration, une hyperventilation, une augmentation du débit cardiaque, une vasoconstriction périphérique et une hypertension. Cette réponse physiologique est maximale après 30 secondes d'immersion et dure environ 2-3 minutes (9)(10).

-2 : L'étape suivante est caractérisée par le refroidissement des tissus musculaires et du tissu nerveux périphérique. En effet, le froid altère le fonctionnement des fibres musculaires superficielles et diminue donc la force motrice globale. Des recherches ont montré une baisse de la force de 4 à 6 % par degré, pour une température de l'eau en dessous de 30°C. Au niveau du tissu nerveux, à des températures en dessous de 20°C, on remarque une diminution de la conduction neuronale. Cette dysfonction peut mimer une paralysie périphérique, à des températures entre 15 et 5°C, après 15 minutes d'immersion.(11)(12).

-3 : Hypothermie des tissus profonds

L'hypothermie affecte le métabolisme cellulaire, la circulation sanguine et la fonction neuronale. En cas d'hypothermie sévère, le patient peut être profondément inconscient. La diminution des besoins en oxygène des cellules et des organes, entraîne une diminution des fréquences respiratoires et cardiaques. Les réflexes ostéo-tendineux sont abolis et les pupilles dilatées. Il est donc difficile, dans certains cas, de différencier un état de mort apparente d'un vrai décès, c'est donc pour cela qu'elle est systématiquement à rechercher en cas d'intervention sur tout arrêt cardiaque (13).

On remarque différentes conséquences métaboliques en fonction de la profondeur de l'hypothermie (tableau 1).

Tableau 1 : conséquence induite par l'hypothermie en fonction de la température.

36°C -35°	34°C	33°C à 30°C	< 28°C
Confusion, Désorientation Amnésie.	Troubles du rythme cardiaque	Troubles de conscience Coma	Fibrillations ventriculaires et ACR

En revanche, il existe différents facteurs environnementaux et individuels influençant la survenue de l'hypothermie comme la convection d'énergie via les courants, la conduction en fonction du morphotype(12).

Cette hypothermie profonde nécessite une immersion prolongée dans une eau froide ce qui ne sera pas le cas de notre étude.

-Submersion

La submersion est un facteur majeur de risque d'attaque de panique, d'activation du système sympathique et donc de noyade. Cette situation de stress serait responsable de la noyade et cela même chez les athlètes de triathlon ou de natation, notamment en cas de natation en eau libre.(14)(15).

Nous pouvons également diviser la submersion en deux étapes.

-1 : Une phase d'apnée qui peut elle-même être divisée en deux phases. Une première phase nommée « easy going » qui dure de 60 à 90 secondes, sans mouvement respiratoire jusqu'à une PCO₂ alvéolaire de 43 à 53 mmhg (Fig.4). Il survient ensuite une deuxième phase nommée « struggle phase » où le sujet rejette le reste d'oxygène présent dans l'arbre respiratoire en réalisant des contractions diaphragmatiques reflexes(16).

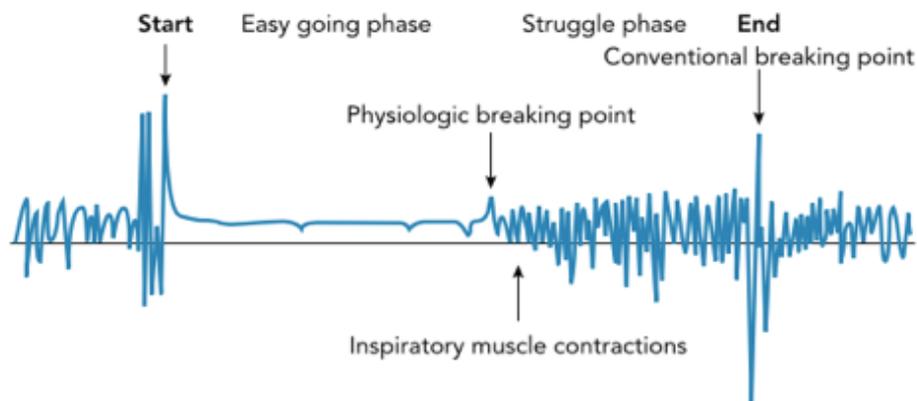


Figure 4. Les différentes étapes de l'apnée (source Physiology of Drowning: A Review, Bierens et al, 2016).

- 2 : Une phase de réponse mettant en jeu les systèmes sympathique et parasympathique, responsables d'une vasoconstriction périphérique, d'une bradycardie et d'une hypertension. Ce mécanisme permet de réduire le métabolisme et d'empêcher une perfusion des organes vitaux(17).

-La noyade

La noyade résulte ensuite d'une inhalation de liquide soit directement lors de la submersion, soit à la suite des différents mécanismes cités ci-dessus ou à la suite de la levée du laryngospasme physiologique (par exemple lors d'un coma).

2 – L'oxymétrie de pouls

a) Historique

Le développement de l'oxymétrie de pouls s'est fondé sur plus de cent ans d'expérience. En 1865 Hoppe-Seyler, est le premier à avoir remarqué que le modèle d'absorption de la lumière par l'hémoglobine changeait lorsqu'il était secoué dans l'air. Au cours des décennies suivantes, les spectres optiques des espèces réduites et oxygénées de l'hémoglobine ont été étudiés(18)

Le premier dispositif pour mesurer la saturation en oxygène in vivo a été développé en 1935 par Karl Matthes, bien que les difficultés d'étalonnage en fassent un outil peu maniable. En 1970, les scientifiques de Hewlett-Packard ont développé le premier appareil qui fut commercialisé. Il mesurait, au niveau de l'oreille, la saturation en oxygène en chauffant les tissus à 41 °C pour augmenter le flux sanguin. En 1974, Takuo Aoyagi découvre que la saturation pléthysmographique en O₂ (SpO₂) pouvait être mesurée en analysant les pulsations de signaux lumineux, traversant les tissus. La commercialisation du premier oxymètre de pouls à usage routinier date de 1982 avec le Nellcor N- 100.(19)

b) Principes

Takuo Aoyagi a découvert que l'Hb et l'HbO₂ ont une différence d'absorption des ondes lumineuses permettant de les distinguer. L'HbO₂ absorbe plus dans les longueurs d'ondes Infrarouge (850 à 1000 nm) que l'Hb qui absorbe plus dans le spectre des longueurs d'ondes du Rouge (600 à 750 nm).

L'oxymètre de pouls est un appareil optique, constitué d'un émetteur d'ondes lumineuses Rouge et Infrarouge, transmises à travers un site de mesure et d'un photo-détecteur qui reçoit le signal après son passage au travers de ce site. Ce dernier est transmis au moniteur qui l'analyse et restitue une valeur de SpO₂ et une courbe de pléthysmographie(20).

L'absorbance des ondes lumineuses obéit à la loi de Beer-Lambert. Elle explique que les variations d'absorption des ondes lumineuses sont fonction des variations temporelles de la concentration d'un tissu. Or, la seule variable existante dans des conditions stables, est le flux systolique artériel. Le moniteur associe donc deux principes : la spectrophotométrie basée sur cette différence d'absorption des ondes lumineuses et la pléthysmographie basée sur les variations cycliques du volume sanguin (Fig.5).

En effet, l'écoulement du sang est composé d'un flux continu non pulsatile diastolique pouvant être considéré comme constant, et d'un flux pulsatile observé uniquement durant la systole. L'oxymètre de pouls peut différencier l'absorption des deux ondes lumineuses qui est supposée constante durant la diastole et qui présente un pic d'absorption durant la systole.

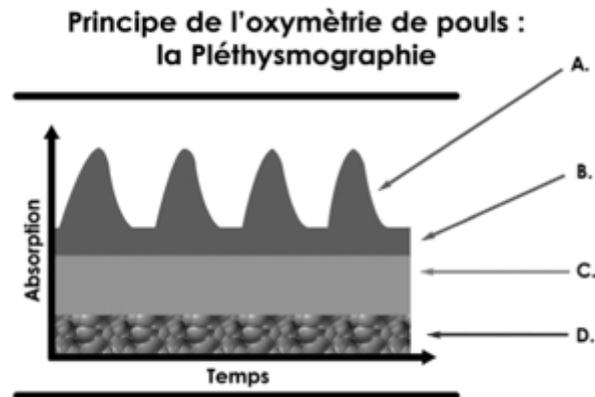


Figure 5. Principe de l'oxymétrie de pouls, A : absorption lumineuse variable liée à la variation du volume de sang artériel. B : absorption lumineuse constante liée à la partie non pulsatile du sang artériel. C : absorption lumineuse constante liée au sang veineux. D : absorption lumineuse constante lié aux tissus, os... (20)

Ainsi, à partir de ces différences d'absorption des ondes lumineuses R et IR, le photodétecteur analyse en permanence le rapport R/IR notamment dans sa partie pulsatile. À partir d'un tableau d'équivalences entre ce rapport R/IR et les valeurs de SaO₂, le moniteur affiche une valeur de SpO₂ (Fig.6)(19).

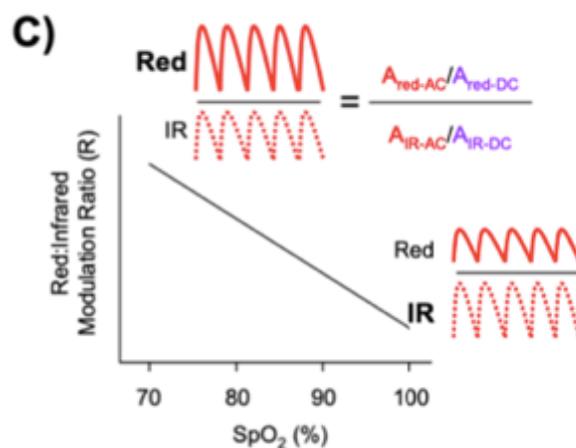


Figure 6. Equivalence rapport R/IR et SpO₂ (Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations, Edward D Chan and al, 2013).

c) Les limites de la mesure

L'oxymétrie de pouls est l'appareil de mesure le plus performant pour la mesure de la saturation d'oxygène mais elle peut être artéfactée par plusieurs facteurs.(21)

- Les interférences intrinsèques

Elles sont liées à des modifications d'absorption, du fait de la présence d'une hémoglobine anormale (HbCO, Méthémoglobinémie...), de colorants utilisés à des fins diagnostiques...

Par exemple, lors d'une intoxication au CO, l'HbCO absorbe les mêmes longueurs d'ondes que l'HbO₂ et il en résulte une fausse bonne saturation.

- Les interférences extrinsèques

Ce sont celles qui altèrent la transmission des ondes lumineuses.

Lorsque la pulsatilité sanguine ne peut être analysée ou est de très faible intensité, les courbes de pléthysmographie et les valeurs de la SpO₂ sont ininterprétables. Une vasoconstriction distale majeure, quelle qu'en soit l'étiologie (hypothermie, hypovolémie, choc cardiogénique...), altère la mesure.

Le principe de base étant que seul le sang artériel est en mouvement au niveau du site de mesure, tous les mouvements spontanés du patient (mobilisation spontanée, frissons) interfèrent et altèrent le signal de caractère pulsatile. Le positionnement du saturomètre sur différentes parties comme l'oreille ou le front, est aussi un des facteurs influençant la mesure. (22)(23)

Des interférences électromagnétiques sont également possibles car les signaux électriques qui donnent naissance à la courbe de pléthysmographie sont de très faible amplitude : par exemple les « bistouris électriques ». La présence de lumière ambiante excessive telles que photothérapie, soleil et scialytique, induit également des artefacts à mentionner(21).

3- Organisation des secours sur la côte girondine

La surveillance des zones de baignade est assurée par les Maitres-Nageurs Sauveteurs (MNS). En Gironde, leur recrutement s'organise par communauté de communes. Il se fait soit via un processus indépendant, soit en faisant appel à une association comme la Société Nationale de Sauvetage en Mer (SNSM). Sur les plages les plus fréquentées, un renfort en haute saison est assuré par des policiers des Compagnies Républicaines de Sécurité (CRS).

La surveillance est organisée durant la saison estivale. Elle est continue du 1^{er} juillet au 31 août sur toute la côte girondine. Hors saison, le dispositif varie selon les communes : la surveillance commence mi-juin et s'étend parfois aux week-ends de Mai sur les plages très fréquentées comme Lacanau. Généralement, elle s'achève au premier ou deuxième week-end de septembre. Les horaires de surveillance sont, eux aussi, variables selon les sites. Les ouvertures des plages se font à partir de 11 heures et les fermetures jusqu'à 19 heures.

Les postes de secours accueillent les MNS et le matériel nécessaire aux premiers secours. Une zone réservée pour l'accueil d'un hélicoptère est située à proximité. Les postes sont reliés par radio entre eux, et avec le Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage (CROSS) Étel, situé en Bretagne, et aussi avec l'hélicoptère dédié aux plages.

Un hélicoptère de la Sécurité Civile, Dragon 33, est disponible toute l'année et médicalisé par le Service Mobile d'Urgence et de Réanimation (SMUR) du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Bordeaux. Cependant, l'organisation s'adapte à la saison estivale pour faire face à l'afflux de population sur les côtes :

- l'équipe médicale héliportée du SMUR de Bordeaux est basée à Lacanau.

- au pic de saison (15 juillet–15 août), la couverture héliportée du Porge à Biscarrosse est assurée par la Gendarmerie. L'hélicoptère est stationné à Cazaux et médicalisé par un médecin du centre hospitalier d'Arcachon.

L'organisation des secours est coordonnée par la préfecture et sa description est actualisée tous les ans avant la saison, via l'Ordre Particulier des Transmissions (OPT, voir annexe 1). Ce document décrit l'articulation des différents acteurs listés ci-dessus et les modalités de communication entre chacun.

Sur le plan médical, tous les intervenants sont coordonnés par le Service d'Aide Médicale d'Urgence de la Gironde (SAMU 33), établi au sein du CHU de Bordeaux.

L'OPT spécifie les critères d'appel au SAMU. Selon celui-ci, toute noyade ou traumatisme du rachis cervical ou lombaire doit faire l'objet d'un appel au 15 (annexes 2 et 6 de l'OPT). On y trouve également une fiche d'intervention plage destinée à être utilisée par les MNS. Il y a également une fiche de remontée d'informations « noyade », anonymisée, destinée à la préfecture. Cette remontée d'informations n'est valable que pour les stades 2 et supérieurs de la classification en quatre stades.

On remarquera que sur les fiches de recueil des secouristes, la saturation est bien à recueillir mais elle n'intervient pas dans les choix de prise en charge ni théoriquement dans la décision d'un appel au 15.

La prise en charge, in situ, consiste à effectuer les gestes de premier secours appris au moyen de ces différentes formations :

- Le **PSE1** (Premiers secours en équipe de niveau 1)
- Le **PSE2** (Premiers secours en équipe de niveau 2) ;
- Le **BNSSA** (Brevet national de sécurité et de sauvetage aquatique)
- Le **SSA littoral mention pilotage** (Certificat de surveillance et de sauvetage aquatique)

Généralement, la prise en charge des patients instables ou en détresse vitale se déroule, dans un premier temps, sur la plage, après extraction du milieu aquatique. En revanche, tout patient stable est rapidement rapatrié aux postes de secours, avec une couverture de survie pour la surveillance, et le bilan au 15 si nécessaire.

4- Oxymétrie de pouls dans le cas de la noyade

L'oxymétrie de pouls, comme nous l'avons décrit plus haut, permet de mesurer de façon simple, non invasive et continue, la saturation d'oxygène pulsée de l'hémoglobine. Sa mesure fait désormais partie de la prise en charge de toute détresse respiratoire aiguë, également en pré-hospitalier par les MNS et pompiers. Dans notre cas, la saturation est prise, habituellement, par les MNS directement après l'extraction de l'eau et retranscrite, via la « FICHE D'INTERVENTION PLAGES » visible en annexe 1.

La saturation ne fait pas partie, en elle-même, des motifs d'appel au centre 15 (voir annexe 1). Pourtant, il est rapporté de la part des régulateurs, plusieurs appels chaque été, pour motif de désaturation, cela même chez des noyés stade 1 ou 2 (classification en 4 stades).

On peut donc se questionner sur la validité de cette mesure, en condition océanique, après une noyade. En effet, cette mesure, déjà sujette à plusieurs artefacts, notamment en cas de vasoconstriction suite à une hypothermie, n'a quasiment pas été évaluée après immersion.

Une seule étude des Pays Bas, parue dans RESUSCITATION en 2011(24) a étudié la variation de la SpO₂, chez des volontaires sains, après immersion en eau chaude et froide, avec différents saturomètres. Leurs résultats variaient en fonction de l'appareil utilisé et ont montré une tendance à la désaturation (définie comme une SpO₂ inférieur à 94%) en cas d'immersion en eau froide (16°C).

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la proportion de saturation, considérée comme anormale (\leq à 94% ou imprenable) chez des sujets sains (MNS), après 15min d'immersion dans l'océan atlantique, durant l'été 2020.

En objectif secondaire, nous évaluerons la mesure de saturation, à distance de la sortie d'eau, ainsi que la température cutanée, comme reflet de la vasoconstriction.

III- MATERIEL ET METHODES

1-Type d'étude

Il s'agit d'une étude pilote, prospective sur la proportion de désaturation (inférieure à 94% ou anormale) après immersion sans inhalation, chez des sujets sains dans l'océan atlantique. Les données ont été recueillies du vendredi 26 juin 2020 au mercredi 15 juillet 2020.

2- Population

La population de l'étude est uniquement composée de sujets sains : les MNS de la côte girondine.

Critères d'inclusion :

- Avoir plus de 18 ans.
- Être un MNS de la côte girondine.

Critères de non-inclusion :

- Être mineur.
- Être atteint de pathologie chronique (cardiologique ou respiratoire).
- Être fumeur à plus de cinq PA.

Critères d'exclusion :

- Avoir une saturation d'oxygène avant immersion, inférieure ou égale à 94 %.
- Incident durant l'exercice de mise à l'eau.

3- Recueil des données

Le recueil de données s'est organisé sur 3 jours, durant l'été 2020. Une première journée se déroula à Lacanau le 26 juin 2020, une deuxième le 29 Juin 2020 à la plage du grand Crohot et une 3eme le 8 juillet 2020 à la plage du Porge. Les différentes variables ont été recueillies à l'aide d'une fiche de recueil dédiée (Voir annexe 2).

a) Variables recueillies

-Personnel : Age, taille, poids, sexe

-Saturation par oxymétrie de pouls T0, T0+5 min après la sortie de l'eau, T0 +7min et T0+10 min.

-Température cutanée à T0, T0 + 5 min après la sortie de l'eau, T0+7min et T0+10 min.

-Température de l'eau

b) Matériel utilisé

Nous avons utilisé, pour être au plus proche des conditions réelles, les saturomètres et les thermomètres des MNS.

Les saturomètres de doigt, utilisés par les MNS, sont : l'Oxymètre de pouls Eco de la société COMED basé à Strasbourg (67000) et l'oxymètre de pouls OXY-One lite de la société SECURI-MED implanté à CAPPELLE-LA-GRANDE (59180).

Les températures, elles, ont été mesurées par des thermomètres frontaux, thermo compact de la société LBS Medical implanté à 78290 CROISSY sur SEINE. Capacité de mesure minimum de 34°C et maximum de 42°C.

Les valeurs de saturométrie ont également toutes été doublées par un des saturomètres du SAMU de Bordeaux, via les appareils CORPULS 3, société CONNECT MED en Allemagne RAD 57 Pulse CO-Oximeter, société MASIMO aux USA.

c) Protocole de mesure

Le recueil de données s'est organisé sur trois jours aux plages de Lacanau, grand Crohot et du Porge. La durée d'immersion était dans l'océan de 15 min durant laquelle les MNS ont nagé librement. (Voir photo 1)



Photo N°1 : natation libre dans l'océan

Pour la mise à l'eau, une alternance de départ à 4 et à 8 minutes du groupe précédent, nous a permis de faciliter les mesures à 5, 7 et 10 minutes de la sortie de l'océan, en évitant la prise simultanée des constantes de deux groupes.

Par mesure de sécurité, tout départ dans l'eau fût organisé par binôme de MNS et tout le matériel de sauvetage était présent sur place. (Voir photo N°2)



Photo N°2 : binôme de MNS.

Sur la main de chaque MNS, nous avons inscrit le numéro de passage au marqueur ainsi que l'heure de mise à l'eau et l'heure de sortie (Voir photo N°3).

Les binômes étaient équipés d'une montre pour ne pas dépasser le temps imparti.



Photo N°3 : inscription des temps de départ et d'arrivée

Afin de réaliser les différentes mesures, un investigateur était placé sur la plage pour réaliser la prise de constantes, directement après la sortie de l'eau. (Voir photo N°4). Il réalisait une mesure de saturation avec le saturomètre des MNS, une mesure avec le saturomètre RAD57 et une mesure de température cutanée frontale. Cet investigateur était accompagné d'un MNS, qui coordonnait les départs dans l'océan.



Photo N°4 : investigateur à la sortie de l'océan.

Pour nous rapprocher au mieux des conditions réelles :

- Chaque binôme était équipé de couverture de survie à la sortie de l'eau.
- Deux autres investigateurs étaient placés au poste de secours pour accueillir les MNS sortant de l'océan après avoir marché jusqu'au poste. (Voir photo N°5)



Photo N°5 : paramétrage au poste de secours.

Aux différents temps de l'étude (T sortie d'eau, T0+ 5, T0+7, T0+10 min), nous avons recueilli systématiquement une valeur de saturation d'oxygène et une valeur de température cutanée.

Au temps suivant, les investigateurs deux et trois ont réalisé les mesures avec les saturomètres des MNS, du CORPULS et la température cutanée frontale.

d) Analyse statistique

Critère de jugement principal :

Le pourcentage de MNS ayant une saturation d'oxygène \leq à 94% ou imprenable, après 15 minutes d'exposition au milieu océanique atlantique, directement après la sortie de l'océan.

Critères de jugements secondaires :

Le pourcentage de MNS ayant une saturation supérieure à 94% à T0+5min et T0+7min et T0+10min (saturation mesurée avec l'appareil des MNS).

La température mesurée à T0, T0+5min, T0+7min, T0+10min.

L'analyse statistique des données a consisté en une réalisation de pourcentages et de moyennes, à partir des données rassemblées, via les fiches de recueil. Ces données ont toutes été retranscrites, par la suite, sur un tableau Microsoft Excel, version 16.38

e) Éthique

Tous les sujets inclus dans l'étude ont lu la note d'étude récapitulative et signé leur accord de participation, via le document en annexe 3.

L'étude a reçu l'avis favorable du CPP le 9 juin 2020, pour sa réalisation (voir annexe 4) et a été promu par le CHU de Bordeaux.

IV- RESULTATS

1-Population

a) Population incluse et analysée

Les données de la population analysée sont décrites dans le diagramme de flux (Fig.7).

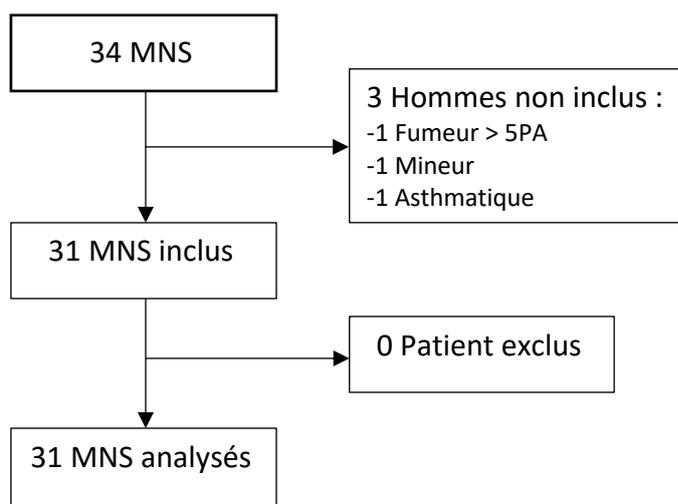


Figure 7 : diagramme de flux de la population étudiée.

b) Caractéristiques de la population

La population de l'étude est détaillée dans le tableau 2.

Tableau 2 : résumé de la population en fonction de la localisation

Caractéristiques :	Plage de Lacanau	Plage du grand Crohot	Plage du Porge
Nombres	21	6	4
Sex ratio N (%)	18 (85%)	6 (100%)	4 (100%)
Âges, médiane (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	22 (20-24)	21 (21-24)	38 (28-45)
Poids en kg, médiane (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	77 (70-81)	78 (74-81)	79 (73-86)
Tailles en cm, médiane (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	180 (175-184)	183 (179-188)	180 (179-183)
Fumeur < 5PA	0	2	0
Saturations avec l'appareil des MNS pré immersion, Médiane (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	98% (97-98)	98% (97-98)	98% (97-98)
Températures de l'océan en °C	20°C	21°C	18°C
Températures pré immersion, médiane (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	36,5 (36,5-36,7)	37,4 (37-37,8)	36,5 (36,4-36,8)

2- Données sur la saturation immédiate après 15 minutes d'immersion dans l'océan

Après immersion de 31 sujets sains (MNS) pendant 15 min dans l'océan atlantique, nous avons observé un total de 2 saturations imprenables, à la sortie de l'océan (6,45%).

A noter l'absence totale de désaturation ou de mesure imprenable sur les 31 mesures réalisées avec l'appareil RAD 57.

Tableau 3 : mesures de saturation au temps T 0.

Détails des mesures de saturation	Temps T0 de sortie d'eau
Médiane des saturations avec Les appareils des MNS (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	98% (98-99)
Médiane des saturations avec Le RAD57 (1 ^{er} et 3 ^{eme} quartile)	99% (98-100)
Nombre de saturation imprenable	2
Nombre de saturation ≤ 94%	0

3- Données sur la saturation à distance de la sortie de l'eau

Nous nous sommes intéressés, dans cette partie, aux taux de saturation normale et anormale, mesurées à distance de la sortie de l'eau. Les temps prédéfinis étaient de T0+5 min, T0+7min et T0+10min de la sortie de l'océan.

Les taux de saturation normale sont représentés dans le tableau 4. Les taux les plus importants de saturation normale sont retrouvés à T0 et T+10min.

Tableau 4 : taux de saturation normale relevé aux différents temps de mesure.

Saturomètre de pouls :	T0 N (%)	T0+5 N (%)	T0+7 N (%)	T0+10 N (%)
Saturomètre des MNS	29 (94%)	27 (87%)	28 (90%)	29(94%)
Saturomètre du SAMU 33	31 (100%)	31 (100%)	31 (100%)	30 (97%)

Concernant les saturations anormales, le taux le plus important est retrouvé à 5 minutes de la sortie de l’océan. (Tableau 5).

Tableau 5 : taux de saturation anormale relevé aux différentes température et temps de mesures.

Saturomètre de pouls :	T0 N (%)	T0+5 N (%)	T0+7 N (%)	T0+10 N (%)
Saturomètre des MNS	2 (6%)	4 (13%)	3 (10%)	2(6%)
Saturomètre du SAMU 33	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)
Taux dans une eau à 20°C (appareil MNS)	1 (4%)	3 (14%)	2 (9%)	1 (4%)
Taux dans une eau à 21°C (appareil MNS)	0 (0%)	0 (0%)	1 (16%)	0 (0%)
Taux dans une eau à 18°C (appareil MNS)	1 (25%)	1 (25%)	0 (0%)	1 (25%)

4- Évaluation de la température cutanée et de la saturation en fonction de la température de l’eau

Nous avons observé, durant notre étude une chute importante de la température cutanée après immersion.

Les températures cutanées et les taux de saturation anormaux, sur toute la population d’étude sont résumés dans la (Fig.8)

Les températures cutanées et les taux de saturation anormaux sur la population de 4 MNS, dans une eau à 18°C, sont résumés dans la (Fig.9).

Les températures cutanées et les taux de saturation anormaux sur la population de 21 MNS, dans une eau à 20°C, sont résumés dans la (Fig.10).

Les températures cutanées et les taux de saturation anormaux sur la population de 6 MNS, dans une eau à 21°C, sont résumé dans la figure (Fig.11).

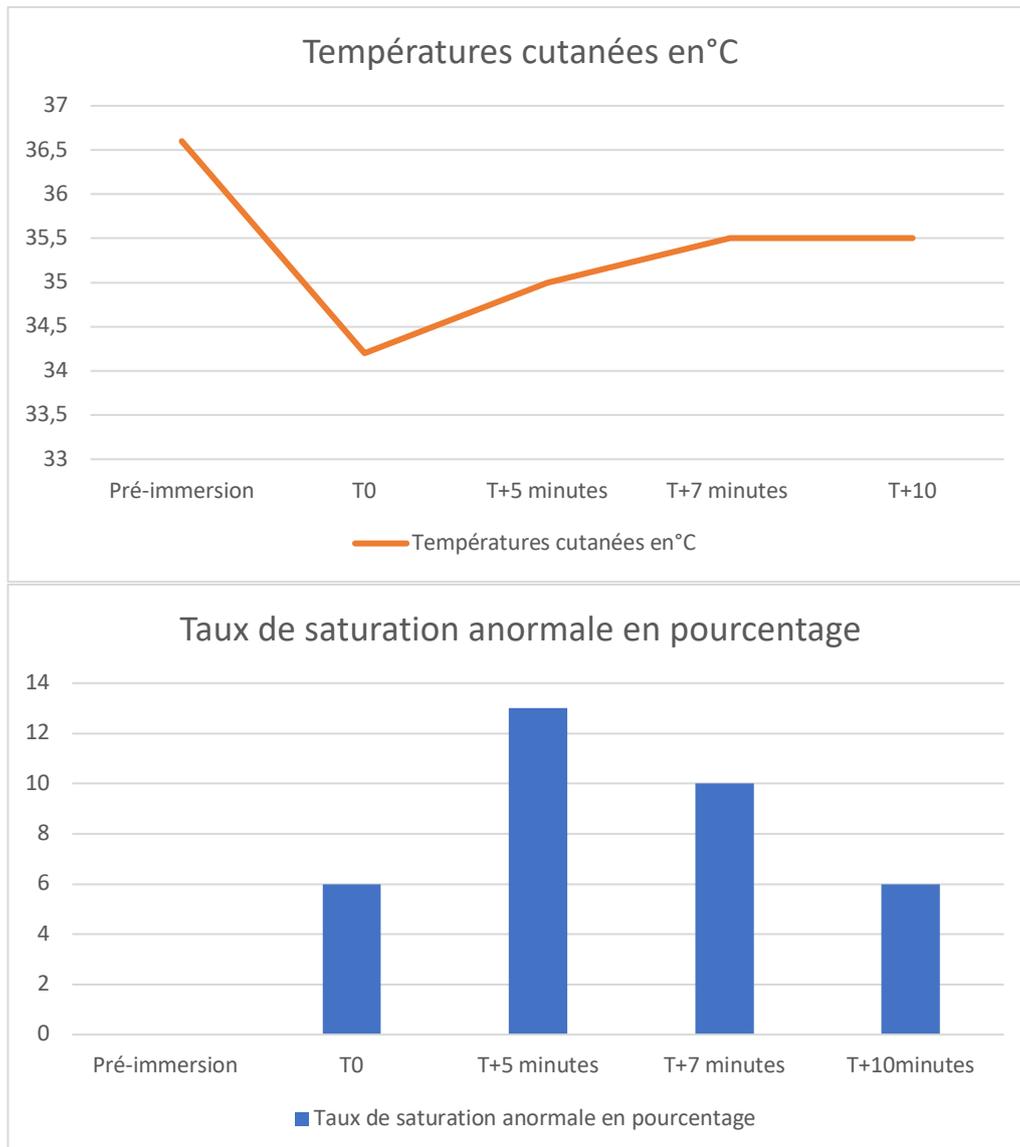


Figure 8. Evolution des moyennes de température cutanée et des taux de mesures anormales en fonction du temps sur les 31 sujets.

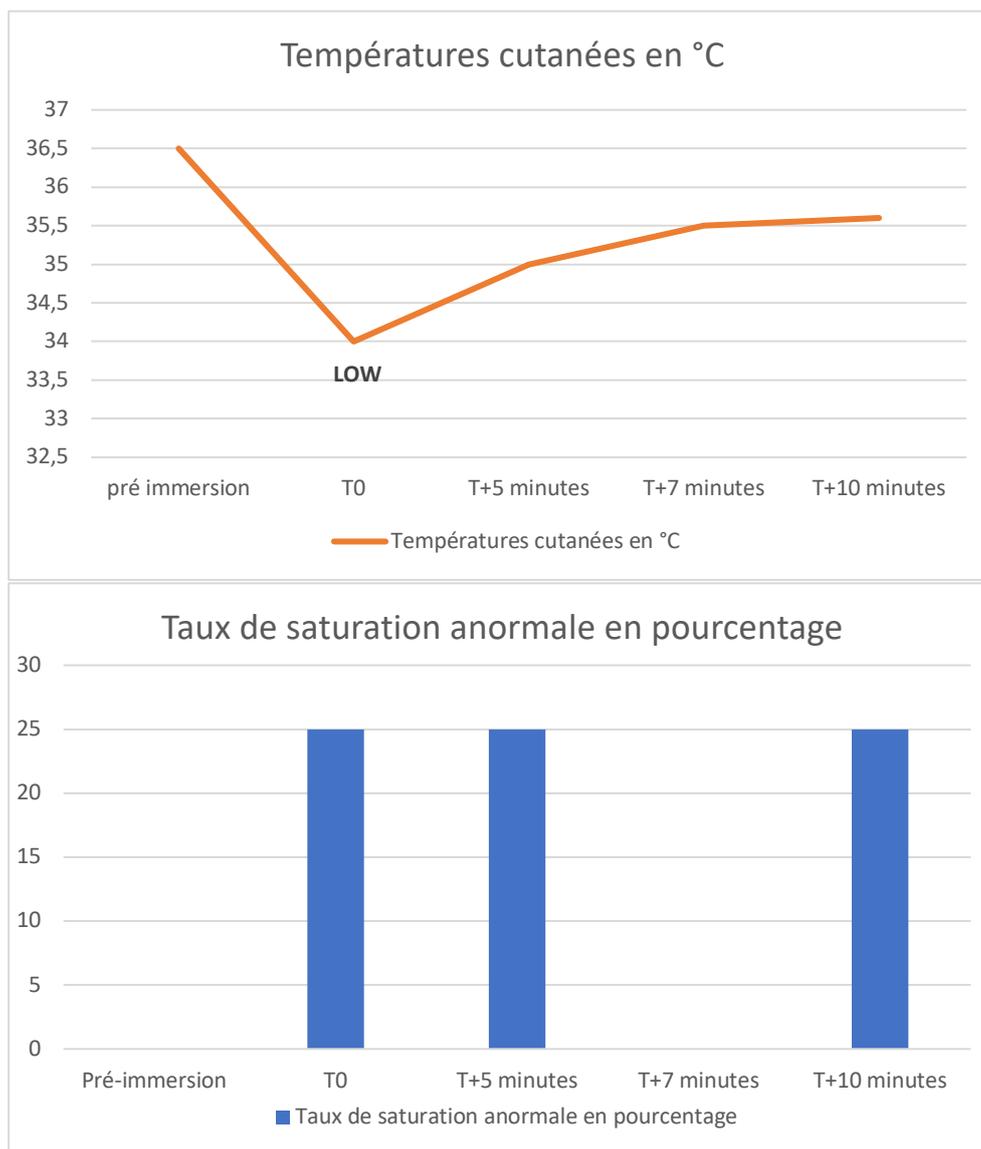


Figure 9. Médianes de température cutanée et taux de mesures anormales en fonction du temps, dans une eau à 18°C.

Sur les 4 patients, les 4 températures mesurées à T0, étaient affichées « LOW » car inférieures à la capacité de mesure minimum de l'appareil de 34°C.

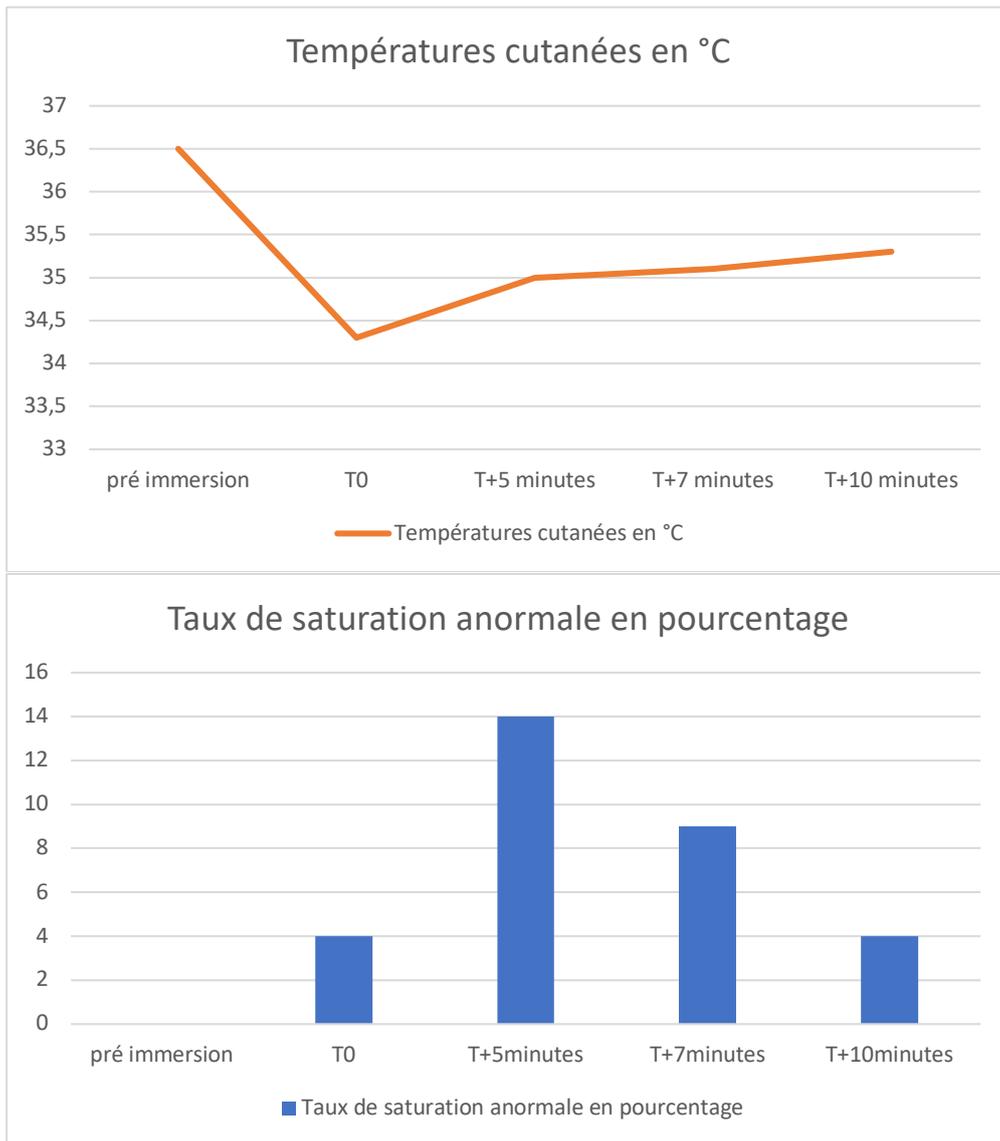


Figure 10. Médianes de température cutanée et taux de mesures anormales en fonction du temps, dans une eau à 20°C.

A noter que sur les 21 mesures réalisées à T0, 17 étaient affichées « LOW »

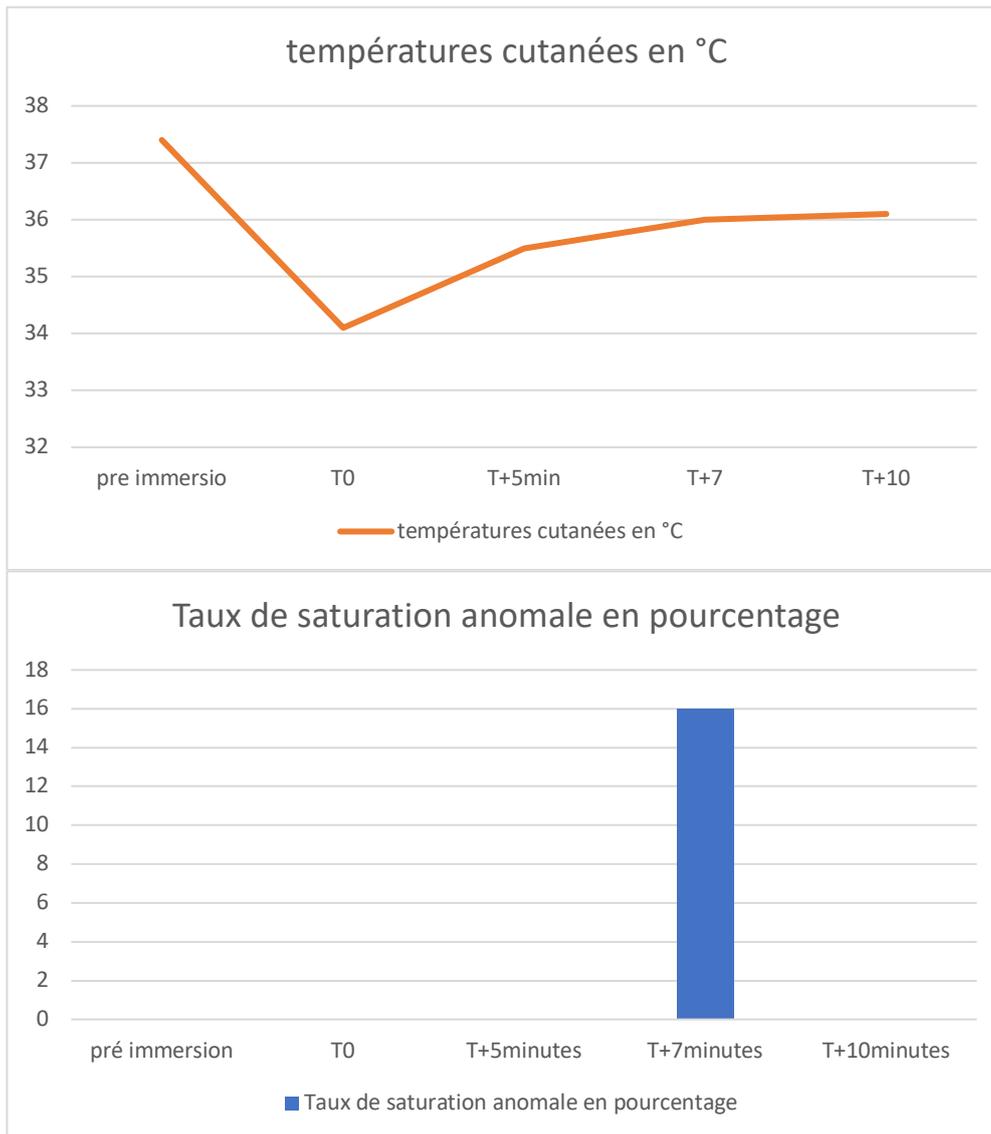


Figure 11. Médianes de température cutanée et taux de mesures anormales en fonction du temps, dans une eau à 21°C

5-Analyse post-hoc de comparaison des saturomètres :

Afin de rechercher s'il existait une différence dans l'évaluation de la saturation entre les saturomètres des MNS et les saturomètres RAD57 et CORPULS, nous avons réalisé une étude post-hoc. Il existe au total une discordance dans seulement 6 mesures sur 122 (4,9%) qui étaient faussement mesurées comme basses par les saturomètres des MNS.

Nous avons effectué une régression linéaire entre les mesures CORPULS et les mesures des saturomètres des MNS. Le faible nombre de mesures n'a pas permis d'ajuster le résultat sur les données répétées.

On retrouve un coefficient de régression de 0,46 [0,20—0,73]. Les mesures sont donc bien corrélées et il n'y a donc que très peu de différence entre les 2 appareils de mesure.

V – DISCUSSION

1-Evaluation de la saturation par oxymétrie de pouls chez des sujets sains après immersion dans l'océan atlantique

Sur les 31 MNS étudiés avec les saturimètres des MNS, nous avons observé uniquement 6% de saturation anormale, directement après la sortie de l'eau.

Paradoxalement, un taux plus important de saturation fut anormal, à distance de la sortie de l'eau : 13% à 5min et 10% à 7 minutes.

2-Forces et faiblesses de l'étude

a) Les forces

Lors de cette étude, nous avons essayé de nous rapprocher au plus près des conditions réelles. Les mesures ont toutes été réalisées dans l'océan, dans la bande des 300 mètres (zone la plus à risque) avec les appareils de mesure utilisés sur place par les MNS.

La prise des paramètres était organisée selon le protocole des MNS, pour la prise en charge des noyés à savoir, un premier tour de paramètres dès la sortie de l'eau, un transfert au poste de secours si patient stable puis réévaluation.

Le recueil de données s'est déroulé durant l'été 2020, période où les plages sont très fréquentées. Cela nous permet d'avoir une évaluation de la saturation dans les conditions météorologiques et océanographiques de la période la plus à risque de noyades.

L'immersion avec des sujets ayant réalisé 15 minutes de nage, sans inhalation, nous a permis de nous rapprocher également des conditions de noyade stade 1 ; stade où la saturation n'est pas censée diminuer du fait de l'absence d'inhalation.

Les investigateurs (deux docteurs en médecine d'urgence et un interne en DES MU) étaient formés à la prise des paramètres étudiés et à leur interprétation. Les constantes ont donc été relevées de façon fiable et reproductible.

Cette étude a permis de monter et valider un protocole de mesure permettant d'évaluer la saturation dans des conditions se rapprochant d'une intervention réelle de la part des secouristes. Ce travail a évalué cette mesure sur une population « témoin » de sujets sains et habitués à ces conditions. A partir de ce protocole, plusieurs études vont pouvoir être réalisées, afin d'étudier la saturation dans des situations plus diverses et de se rapprocher de la réalité d'une noyade.

b) Les faiblesses

Il existe dans notre étude, un biais de sélection de la population, qui réduit l'analyse à des sujets sains et habitués à respirer de façon adéquate en milieu océanique exposé à la houle. Comme nous l'avons indiqué plus haut, les sujets victimes de noyade sont les enfants de moins de cinq ans et les adultes de plus de 45 ans. Dans notre étude, la moyenne d'âge était de 20 ans chez les femmes et de 26 ans chez les hommes.

Les noyades surviennent également sur une population très variée de sujets atteints de pathologies chroniques cardiaques, respiratoires ou de sujets fumeurs. Toutes ces variables peuvent entraîner des modifications de la saturation, sans pour autant être une conséquence respiratoire d'une noyade.

Le nombre limité de sujets inclus dans notre étude (31 sujets uniquement), peut également être un des facteurs limitants, notamment lors de l'analyse de seulement quatre sujets dans une eau à 18°C.

Nous avons réalisé toute nos mesures au niveau de la côte girondine durant l'été où la température de l'eau est globalement tempérée, la température minimale de l'eau lors des recueils étant de 18°C. L'interprétation de nos résultats n'est donc valable qu'au niveau des plages girondines et ne l'est pas au niveau des plages situées, par exemple, plus au nord de la France où l'on observe en général une différence d'au moins 2°C.

Lors d'une noyade, la durée d'immersion est très probablement supérieure à notre durée d'immersion de 15 minutes.

En effet, si nous additionnons la durée initiale de baignade avant noyade, le temps de détection et d'intervention des MNS, la durée de 15 minutes est probablement dépassée dans la plupart des cas.

3- Interprétation des résultats

Le faible taux de saturation anormale (6%) ainsi que l'augmentation de la saturation en moyenne au temps T0, peut probablement s'expliquer par l'activité de natation intensive des MNS dans l'océan et possiblement l'effet Bohr (voir figure 12).

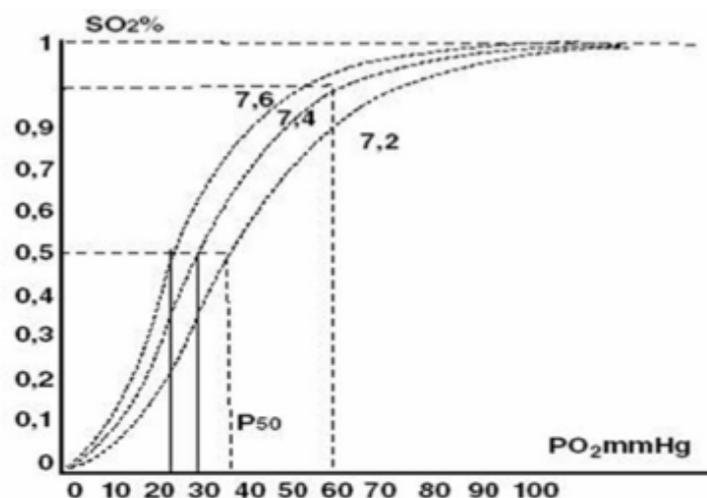


Figure 12. Courbe de dissociation de l'hémoglobine (source : site campus.cerimes.fr)

Durant les 15 minutes, les MNS ont pratiqué une activité sportive océanique, ce qui a entraîné une hyperventilation importante de leur part.

Cette hyperventilation est responsable d'une diminution de la PCO_2 et d'une alcalose respiratoire, ce qui entraîne une augmentation de l'affinité de l'oxygène pour l'hémoglobine et donc de la saturation, à PaO_2 égale, comme le montre l'effet Bohr.

Une autre hypothèse permettrait de penser à un mécanisme de recrutement alvéolaire réalisé par les sujets, lors de micro-apnées répétées, durant les 15 min de natation.

Cela peut également expliquer le taux plus important de saturation anormale à 5 minutes de la sortie de l'eau, du fait d'un retour à un état eupnéique et d'une régression de l'alcalose, alors que l'impact de l'immersion avec l'hypothermie et la vasoconstriction est toujours présent. Néanmoins, il serait nécessaire de réaliser un plus grand nombre de mesures pour vérifier si cette tendance se confirme.

A 7 et à 10 minutes, le taux de mesure anormale diminue de nouveau, ce qui semble montrer une amélioration dans la fiabilité de la mesure après 5 minutes.

Concernant la température, il existe bien une chute de la température cutanée de façon importante, directement après la sortie de l'eau et de façon prolongée jusqu'à 10 minutes de la sortie de l'eau. La conduction via l'eau froide et la vasoconstriction cutanée sont les deux principaux mécanismes responsables de cette diminution. La chute de la température cutanée n'apparaît pas parfaitement corrélée au taux de saturation anormale.

Concernant l'immersion à des températures d'océan différentes, on retrouve en proportion sur chaque échantillon, un taux plus important de saturation anormale dans une eau à 20°C et majoritairement à 18°C. La taille des échantillons étant différente, il est difficile d'interpréter ces résultats avec certitude.

4-Comparaison avec la littérature

Comme nous l'avons indiqué en introduction, une seule étude des Pays bas(24), parue dans RESUSCITATION en 2011 « Feasibility of pulse oximetry in the initial prehospital management of victims of drowning » a étudié la question de la saturation en milieu aquatique. Lors de cette étude, les auteurs ont réalisé un test en eau chaude à 21°C, avec une mesure de saturation chez des sujets sains, après une immersion très brève et après 10 minutes de natation. Ils ont également réalisé un deuxième test dans une eau à 16°C. Les résultats en eau chaude montrent 8,3% de saturation $\leq 94\%$, après une brève immersion de quelques secondes contre 3,3% après 10 minutes de natation. Ces chiffres peuvent s'apparenter à nos résultats où l'effort de nage, via l'effet Bohr, augmente la saturation d'oxygène à PaO_2 égale.

Les résultats en eau froide (16°C) montrent 20% de saturation \leq 94% après une brève immersion, contre 48% après 10 minutes de natation. Une immersion prolongée dans une eau froide paraît donc être responsable de plus de désaturation qu'une eau à 21°C.

Dans notre étude, la majorité des mesures ont été réalisées dans une eau à plus de 20°C, ce qui explique probablement le faible taux (6%) de saturation \leq 94%. Lors de nos tests, l'immersion de 4 sujets dans une eau à 18°C montre, en pourcentage une majoration des désaturations.

En revanche, une immersion de 15 minutes contre 10 minutes, ne semble pas avoir eu d'impact majeur sur la saturation à ces températures.

5- Perspective

Nous avons mis en évidence que la saturation par oxymétrie de pouls, chez des sujets sains, dans une eau tempérée aux alentours de 20 °C, paraît être une mesure fiable. Néanmoins, les MNS nous rapportent plusieurs dysfonctionnements lors de leurs interventions, avec un sentiment de manque de fiabilité.

Cette différence peut être expliquée par plusieurs facteurs. Les conditions dans lesquelles nous avons réalisé les tests étaient des conditions idéales avec des sujets sains, expérimentés en milieu aquatique, dans une eau tempérée et pour une courte immersion. La prise de saturation fût également réalisée par des investigateurs habitués, dans leur quotidien, à prendre la mesure.

Cette étude soulève donc plusieurs questions pour lesquelles des études complémentaires seraient nécessaires. Comme nous l'avons cité plus haut, une activité sportive intensive, sans régression de la PaO₂ peut être responsable d'une fausse augmentation de la saturation. Il faudrait donc réaliser des tests sur des sujets immergés statiques mais également pour une immersion plus longue, dans une eau plus froide.

Par exemple :

- une étude avec MNS en eau froide au moment du stage de sélection d'Avril ou dans les mêmes conditions mais plus longtemps.
- une étude avec des MNS et/ou volontaires de la population générale, dans les mêmes conditions, avec des tests d'immersions en actif et en statique avec bouée de sauvetage.

Dans le cas de volontaires de la population générale, une surveillance par les MNS devra être organisée.

VI – CONCLUSION

Cette étude pilote prospective a donc évalué l'oxymétrie de pouls dans des conditions strictes d'immersion, chez des sujets sains. Elle nous a permis de valider un protocole de mesure fiable de ce paramètre en condition océanique, ouvrant la voie à de multiples études selon ce modèle. Nous n'avons pas mis en évidence un pourcentage important d'erreurs de la saturation lors de ces tests, contrairement à nos suppositions et à celles des MNS. L'oxymétrie de pouls peut donc être considérée comme une mesure fiable chez des sujets sains, dans une eau tempérée. Il n'y a actuellement pas d'explication concernant les désaturations des sujets sains avec suspicion de noyade de bas grade, durant l'été, sur la côte girondine.

L'interprétation de ce paramètre par les secouristes et les médecins régulateurs doit donc se faire en association avec les autres signes cliniques (cyanose, signes respiratoires de lutte, toux persistante, respiration bruyante...).

Malgré notre volonté de se rapprocher au mieux de la réalité, la reproduction des conditions de noyade, reste complexe. Notre étude ayant montré la fiabilité de la saturation dans ces conditions, ouvre la voie à de multiples études futures.

Ces dernières devront donc évaluer la saturation chez des sujets au sein de la population générale, dans des conditions aquatiques plus variées et sur des durées d'immersion plus longues.

En conclusion, la noyade est un problème de santé publique, en augmentation sur les dernières années. Les appels au SAMU sont, eux aussi, de plus en plus importants. La place de la saturation d'oxygène dans la prise en charge des noyades de bas grade est donc primordiale pour les sauveteurs et la régulation ; son évaluation doit donc être poursuivie lors de travaux ultérieurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. Szpilman D. Near-Drowning and Drowning Classification: A Proposal to Stratify Mortality Based on the Analysis of 1,831 Cases. CHEST. 1 sept 1997 ;112(3):660-5.
2. van Beeck EF, Branche CM, Szpilman D, Modell JH, Bierens JJLM. A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem. Bull World Health Organ. nov 2005 ;83:853-6.
3. Principaux repères sur la noyade [Internet]. [Cité 20 août 2020]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/drowning>
4. Organisation mondiale de la santé. Prévention de la noyade : guide pratique. Genève : Organisation mondiale de la santé.; 2017.
5. WORLD HEALTH ORGANIZATION. RAPPORT MONDIAL SUR LA NOYADE : comment prevenir une cause majeure de deces. Place of publication not identified: WORLD HEALTH ORGANIZATION; 2016.
6. Lasbeur L, Szego-Zguem E, Thélot B. Surveillance épidémiologique des noyades : Enquête NOYADE 2015 [En ligne]. Saint-Maurice (FR) : Santé publique France [cité le 5 avr 2018] [Internet]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/traumatismes/noyade/documents/enquetes-etudes/surveillance-epidemiologique-des-noyades.-enquete-noyades-2015.-1er-juin-30-septembre-2015>
7. Bauchet E, Beltzer N, Gallay A, Arnaud G, Aymeric U. Enquête NOYADES 2018 Résultats intermédiaires pour la période du 01/06 au 30/08/2018 [Internet]. france: Ministère des Solidarités et de la Santé; 2018 06 au 30/08. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/traumatismes/noyade/articles/enquete-noyades-2018>
8. Ung A, Gautier A, Chatignoux E, Beltzer N. Principaux résultats de l'enquête noyades menée au cours de l'été 2018 en france : main results of the noyades survey carried out during summer 2018 in france. Santé Publique France. juin 2019;2019(16):286-94. [Internet]. Disponible sur : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/traumatismes/noyade/articles/enquete-noyades-2018>
9. Bierens JJLM, Lunetta P, Tipton M, Warner DS. Physiology Of Drowning: A Review. Physiology. 17 févr 2016;31(2):147-66.
10. Tipton MJ, Stubbs DA, Elliott DH. Human initial responses to immersion in cold water at three temperatures and after hyperventilation. J Appl Physiol Bethesda Md 1985. janv 1991;70(1):317-22.
11. The effects of cold immersion and hand protection on grip strength. Appl Ergon. sept 1989;20(3):235.

12. Research I of M (US) C on MN, Marriott BM, Carlson SJ. Physiology of Cold Exposure [Internet]. Nutritional Needs In Cold And In High-Altitude Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations. National Academies Press (US); 1996 [cité 20 août 2020]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK232852/>
13. Golden F, Tipton M. Essentials of Sea Survival. Human Kinetics; 2002. 319 p.
14. Tipton MJ. Sudden cardiac death during open water swimming. *Br J Sports Med.* août 2014;48(15):1134-5.
15. Does panic cause death in triathlete swimmers? — Health — Bangor Daily News — BDN Maine [Internet]. [Cité 16 mars 2020]. Disponible sur : <https://bangordailynews.com/2011/11/16/health/does-panic-cause-deaths-of-triathlete-swimmers/>
16. Fowler WS. Breaking point of breath-holding. *J Appl Physiol.* mars 1954;6(9):539-45.
17. West JB. The physiological legacy of the Fenn, Rahn, and Otis school. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 15 nov 2012;303(10): L845-851.
18. Feissel M. La pléthysmographie de l'oxymètre de pouls : un ancien tracé plein d'avenir ? Principes et applications cliniques. *Réanimation.* avr 2007;16(2):124-31.
19. Sinex JE. Pulse oximetry: Principles and limitations. *Am J Emerg Med.* 1 janv 1999;17(1):59-66.
20. Chan ED, Chan MM, Chan MM. Pulse oximetry: Understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. *Respir Med.* juin 2013;107(6):789-99.
21. Trivedi NS, Ghouri AF, Shah NK, Lai E, Barker SJ. Effects of motion, ambient light, and hypoperfusion on pulse oximeter function. *J Clin Anesth.* mai 1997;9(3):179-83.
22. Yönt GH, Korhan EA, Khorshid L. Comparison of oxygen saturation values and measurement times by pulse oximetry in various parts of the body. *Appl Nurs Res.* nov 2011;24(4): e39-43.
23. Nuhr M, Hoerauf K, Joldzo A, Frickey N, Barker R, Gorove L, et al. Forehead SpO₂ monitoring compared to finger SpO₂ recording in emergency transport. *Anaesthesia.* avr 2004;59(4):390-3.
24. Montenij LJ, de Vries W, Schwarte L, Bierens JJLM. Feasibility of pulse oximetry in the initial prehospital management of victims of drowning: a preliminary study. *Resuscitation.* sept 2011;82(9):1235-8.

SERMENT D'HIPPOCRATE

“Au moment d’être admis(e) 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(e) dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) 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.

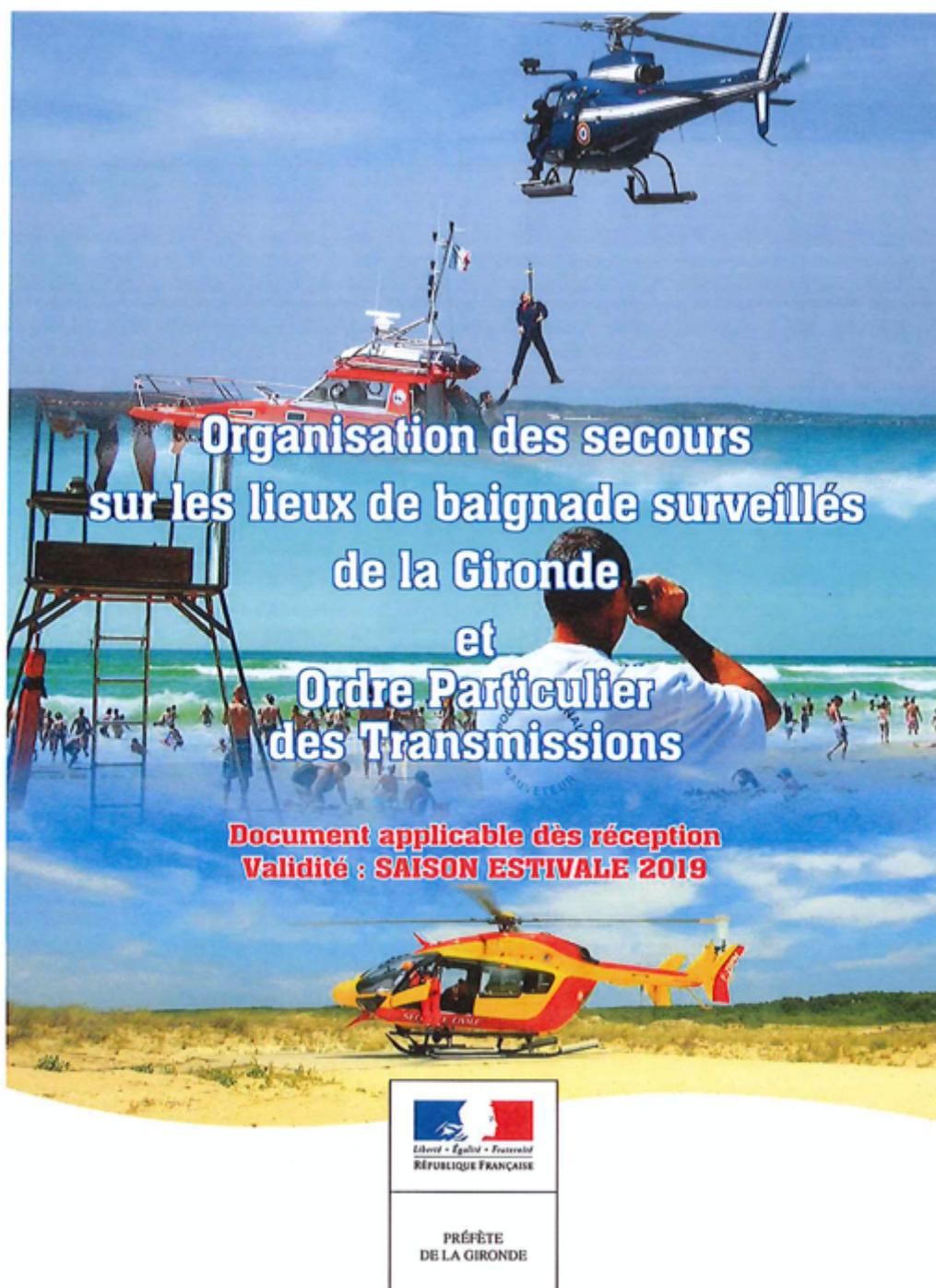
Je préserverai l’indépendance nécessaire à l’accomplissement de ma mission. Je n’entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

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.”

ANNEXES

Annexe 1 : Ordre particulier des transmissions



Sommaire

I – Définition et domaine d'application.....	4
II – Organisation opérationnelle.....	5
A – Postes de secours MNS.....	5
B – Le SAMU 33.....	5
C – L'interconnexion SAMU 33 et CODIS 33.....	5
D – Le SDIS 33.....	5
Appels reçus ne relevant pas des dispositions du présent document.....	6
Appels reçus relevant des dispositions du présent document.....	6
Traitement des appels sans risque vital.....	7
E – Les moyens aériens.....	8
F – Le CROSSA ETEL (Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage de l'Atlantique).....	10
G – Remontée d'information des postes de secours.....	10
Noyades.....	10
Fermeture ponctuelle des postes de secours.....	10
III – Organisation des transmissions.....	11
A – Surveillance de la baignade – Réseau tactique de plage.....	11
B – Alerte.....	11
C – Secours côtier : Coordination CROSSA – Hélicoptères – Postes de secours.....	11
D – Liaison air-sol Hélicoptères – SAMU 33.....	12
E – Liaison air-sol Hélicoptères – Postes de secours.....	12
F – Liaison air-sol Hélicoptères – SDIS 33.....	12
G – Rôle de l'Agence Régionale de Santé.....	13
IV – Annuaire.....	15
Annexe 1 – Les postes de secours de Gironde (organisation estivale 2019).....	16
Annexe 2 – Procédure pour tout appel au 18 ou 112.....	24
Annexe 3 – Procédure d'engagement des moyens sur le littoral.....	25
Annexe 4 – Fiche de remontée d'information « noyade » et fiche de bilan.....	26
Annexe 5 – Les stades de la noyade.....	28
Annexe 6 – Schémas des rachis.....	29
Annexe 7 – Proposition d'équipement des postes de secours.....	30
LOTS DE SECOURISME ET DE RÉCONFORT.....	30
LOTS DE RÉANIMATION.....	32
Annexe 8 : Rôle des MNS en cas d'envenimation par physalie.....	33

I – Définition et domaine d'application

L'organisation des missions de surveillance et de secours à personne sur les lieux publics de baignade du département de la Gironde s'appuie d'une part sur les pouvoirs de police du maire, et d'autre part sur l'article R742-8 du Code de la sécurité intérieure, ainsi que sur le protocole opérationnel relatif à l'emploi des hélicoptères de l'État.

Les moyens utilisés relèvent d'autorités et d'organismes publics ou privés.

Les moyens de télécommunications, mis à disposition des sauveteurs MNS, sont acquis par les communes et permettent l'échange rapide des informations nécessaires à l'accomplissement de leurs missions et à l'alerte des moyens de secours supplémentaires.

Le présent document précise les différentes liaisons mises en œuvre dans le cadre de ce dispositif saisonnier de surveillance des plages. Il est activé chaque année durant la période estivale sur le littoral atlantique et les plans d'eau intérieurs du département de la Gironde.

Il fixe les modalités et les règles de procédure et d'exploitation.

II – Organisation opérationnelle

A – Postes de secours MNS

Les maires des communes mettent en œuvre pour la période estivale, des postes de secours dont le nombre et l'importance des effectifs sont déterminés en fonction des sites et des risques.

Les périodes d'ouverture de ces postes de secours sont définies dans l'annexe 1.

Ces postes de secours peuvent être appuyés en cas de besoin par :

- des moyens hélicoptés, provenant de différentes bases ;
- des moyens terrestres, provenant des centres de secours, des services hospitaliers médicaux ou paramédicaux publics ou privés ;
- des moyens nautiques des services publics, de professionnels ou de particuliers.

B – Le SAMU 33

Le SAMU 33 assure l'écoute médicale permanente. Il détermine et déclenche dans les plus brefs délais la réponse la mieux adaptée à la nature de l'appel.

Les postes de secours communiquent au SAMU 33 les informations relatives aux demandes d'intervention. À cette fin, le SAMU 33 propose, pendant les heures d'ouverture des postes MNS, une régulation dédiée aux postes MNS au numéro suivant :

 Disque vocal puis composer le « 2 » (numéro réservé à la gestion des plages)	Fax : 05 56 79 60 75
--	----------------------

En dehors des heures d'ouverture des postes MNS, le Centre de Réception et de Régulation des Appels (CRRA 15) traite les demandes d'urgence médicale.

C – L'interconnexion SAMU 33 et CODIS 33

Pour répondre aux demandes d'aide médicale urgente, le Centre de Réception et de Régulation des Appels (CRRA 15) s'interconnecte avec le CODIS 33.

D – Le SDIS 33

La réception des appels de secours, provenant des lieux de baignades, émis via le 18 ou le 112 est assurée par le Centre de Traitement de l'Alerte (CTA) du Service Départemental d'Incendie et de Secours de la Gironde (SDIS 33). Cette procédure s'applique également pour les « bornes d'appels » qui lors de leur utilisation numérotent automatiquement le 112.

Appels reçus ne relevant pas des dispositions du présent document

En dehors des heures de surveillance et lorsque la personne ne se trouve pas en mer :

- le CTA réceptionne et traite les appels **18-112** puis engage, si besoin, les moyens du SDIS conformément à la convention portant organisation de l'aide médicale urgente en Gironde du 14 septembre 2005.

En dehors des heures de surveillance et lorsque la personne se trouve en mer :

- le CTA réceptionne et traite les appels **18-112** puis engage, si besoin, les moyens du SDIS conformément à l'accord de partenariat entre le CROSSA ETEL et le SDIS en date du 9 février 2004.

Appels reçus relevant des dispositions du présent document

Les demandes de secours concernant les lieux de baignades reçues par le CTA sont traitées suivant le schéma en annexe 2.

Le traitement de l'appel diffère selon :

- l'existence d'un risque vital ;
- la présence d'un poste de secours ;
- la localisation de la victime : terre ou mer.

Les appels pour secours à personnes avec notion de risque vital nécessitent l'engagement de moyens en prompt secours. Ces moyens sont :

- le poste de secours de la plage concernée ou à proximité ;
- à défaut des moyens de secours sapeurs-pompiers.

Au-delà des symptômes habituels permettant de qualifier un risque vital, les alertes concernant des personnes en difficulté dans l'eau sont systématiquement traitées comme relevant d'un risque vital avéré ou imminent.

Toutes les demandes de secours font, si possible, l'objet d'une conférence avec l'appelant et (cf. schéma annexe 2) :

- le CRRA 15 prioritairement ;
- le poste de secours en cas de problème de localisation ;
- le CROSSA ETEL, en dehors des heures de surveillance, si la victime est en mer.

Lorsque la conférence a été établie avec le CRRA 15 :

- ce dernier informe systématiquement le CTA des dispositions prises donnant lieu ou non à l'engagement de moyens sapeurs-pompiers ;
- le CTA avise le poste de secours.

Lorsque les moyens du SDIS sont engagés ou dans le cadre de l'application du schéma de l'annexe 2, le CTA informe les services et autorités dans le respect des procédures en vigueur.

Traitement des appels sans risque vital

Toutes les demandes de secours font, si possible, l'objet d'une conférence avec l'appelant et le CRRA 15 (cf. schéma annexe 2).

Le médecin régulateur dispose de plusieurs possibilités de choix selon l'état de la victime, le contexte et les moyens à sa disposition :

- traitement sans moyens sapeurs-pompiers (poste de secours, médecin...);
- engagement des moyens sapeurs-pompiers « nécessités par l'urgence » ou « par carence ».

Dans la mesure où les moyens sapeurs-pompiers sont engagés à la demande du SAMU, l'opérateur CTA doit disposer de l'information « urgence » ou « carence ».

E – Les moyens aériens

La répartition du secteur d'intervention principal de chaque base hélicoptère figure sur le tableau en annexe 1 selon les postes de secours.

Les modalités de déclenchement et d'intervention des moyens aériens sont décrites dans l'annexe 3. La demande d'engagement est formulée par le chef du poste de secours. Elle peut également l'être par le SAMU 33.

Les bases hélicoptères informent le CROSSA ETEL, le COZ Sud-Ouest, le Centre Régional de Permanences (FORUM) et le SAMU 33 de l'indisponibilité de leur appareil. Elles s'informent entre elles et retransmettent cette information aux postes de secours en leur précisant la base suppléante à contacter.

Les municipalités doivent précisément déterminer la zone d'atterrissage attachée à chaque poste de secours et en assurer l'identification par l'ensemble des usagers à l'aide d'une signalisation visible de tous les côtés. De même, elles doivent garantir la sécurité à leurs abords, plus particulièrement des mouvements d'approche et de décollage des appareils appelés à les utiliser.

Dates de positionnement des moyens aériens sur la façade littorale

● Hélicoptère de la Sécurité Civile DRAGON 33 (EC145)

Les détachements de l'hélicoptère de la sécurité civile DRAGON 33 sont validés par l'arrêté préfectoral zonal relatif à l'Ordre d'Opérations Particulier « Emploi de l'Hélicoptère Sécurité Civile DRAGON 33 au cours de la période estivale 2019 ».

→ **En détachement ponctuel** sur la base du Huga (ou au poste Nord de Lacanau), ou sur la base de Bordeaux-Mérignac de 13h à 18h30, sur décision de l'autorité préfectorale en fonction des conditions météorologiques, des observations du chef de la base hélicoptère et du chef de poste de Lacanau, médicalisé et armé par un sauveteur nautique héliporté :

- du mercredi 1^{er} mai au dimanche 12 mai,
- du samedi 18 au dimanche 19 mai,
- du samedi 25 au dimanche 26 mai,
- du jeudi 30 au dimanche 2 juin,
- du samedi 8 juin au lundi 10 juin,
- du samedi 14 au dimanche 15 septembre,
- du samedi 21 au dimanche 22 septembre 2019.

Sur ces périodes, en cas d'indisponibilité de DRAGON 33, faire appel aux moyens de la Gendarmerie nationale aérienne de Mérignac (05 56 90 55 70).

III – Organisation des transmissions

Les dispositions établies dans ce document sont applicables pour toute la durée d'activation des postes de secours.

Afin de contribuer à l'efficacité de ce dispositif technique, les procédures en vigueur sur les réseaux de sécurité doivent être respectées.

L'organisation des réseaux repose sur les systèmes de communication suivants :

A – Surveillance de la baignade – Réseau tactique de plage

Le fonctionnement quotidien de la surveillance des plages implique la mise en place d'un système de radiocommunications portatif tactique de puissance limitée à 5W, situé sur la plage afin de permettre la gestion des flux d'informations entre le poste fixe MNS et les MNS, chargés de surveiller la baignade.

Les fréquences utilisées sont celles mises à disposition par l'Agence de Régulation des Communications Électroniques et des Postes (ARCEP).

B – Alerte

Le déclenchement de l'alerte, en particulier de moyens supplémentaires de médicalisation ou l'intervention hélicoptère de la Gendarmerie ou de la Sécurité Civile s'effectue par le réseau téléphonique ou le réseau radio « canal 15 VHF marine » existant dans chaque poste MNS.

C – Secours côtier : Coordination CROSSA – Hélicoptères – Postes de secours

Le CROSSA est chargé d'assurer la coordination de tous les moyens aériens intervenant en mer. Pour des raisons de rapidité et selon le protocole opérationnel zonal en vigueur, le poste de secours de plage met en œuvre la procédure d'engagement de l'hélicoptère dans la bande des 300 mètres.

Cependant, le CROSSA doit être informé par VHF ou téléphone du départ de l'hélicoptère, de son retour de mission, du nombre de victimes récupérées et de la gravité de leur état. Cette information est en principe transmise par le pilote de l'hélicoptère (ou lors de son retour à la base par le stationnaire radio de celle-ci) et/ou le SAMU 33.

De plus, le CROSSA veille en permanence le canal 16. En cas d'opération, le CROSSA attribue le « canal opérationnel de dégagement 15, 67 ou 68 ».

- Il doit être tenu informé de tout engagement d'un moyen aérien au profit d'un poste de plage.
- Il peut, au vu des éléments transmis (visuel sur la victime, nombre de personnes, état de la mer...) décider de reprendre la coordination et d'engager des moyens supplémentaires.
- Le CROSSA et le CODIS se tiennent systématiquement informés de toute opération dans la bande des 300 mètres et décident conjointement des moyens à engager et du centre qui doit assurer la coordination.

Par ailleurs le poste de plage, pour des raisons évidentes de réactivité et de prompt secours peut engager les moyens de secours et les guider mais si les personnes ne sont pas retrouvées rapidement par les moyens engagés, le CROSSA ETEL doit reprendre la coordination.

D – Liaison air-sol Hélicoptères – SAMU 33

Les communications entre l'hélicoptère de la sécurité civile DRAGON 33, celui du SAMU 33 et les moyens au sol du SAMU 33 se font sur la communication directe ANTARES « DIR 620 » (liaison tactique air/sol).

Les liaisons entre l'hélicoptère de la sécurité civile DRAGON 33 et le CRRA 15 peuvent être réalisées par un appel privé vers le CRRA 15.

Les communications entre l'hélicoptère de la Gendarmerie et les moyens du SAMU 33 se font sur la communication numérique « DIR 90 » inter-services (ANTARES/ACROPOL/CORAIL NG si l'hélicoptère en est équipé).

E – Liaison air-sol Hélicoptères – Postes de secours

Les liaisons s'effectuent via la « VHF marine sur le canal 15 ».

F – Liaison air-sol Hélicoptères – SDIS 33

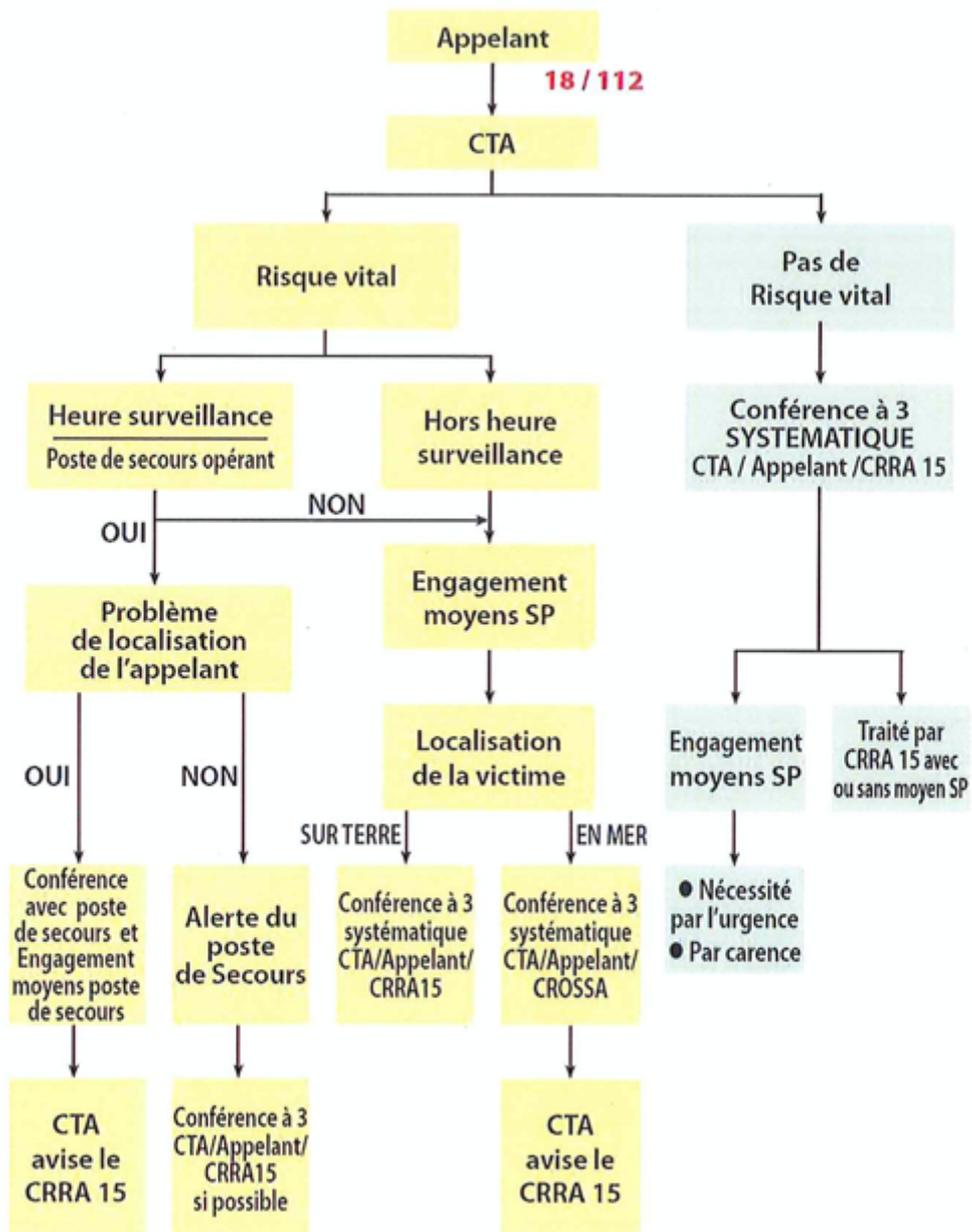
Les communications entre l'hélicoptère de la sécurité civile DRAGON 33 ainsi que celui du SAMU 33 et les moyens au sol du SDIS 33 se font sur la communication directe ANTARES « DIR 620 » (liaison tactique air/sol).

Les communications entre l'hélicoptère de la sécurité civile DRAGON 33 et le CODIS 33 s'effectuent sur le réseau ANTARES, en utilisant la « DIR 610 » (liaison infra air/sol) ou à défaut, sont réalisées par appel privé vers le CODIS.

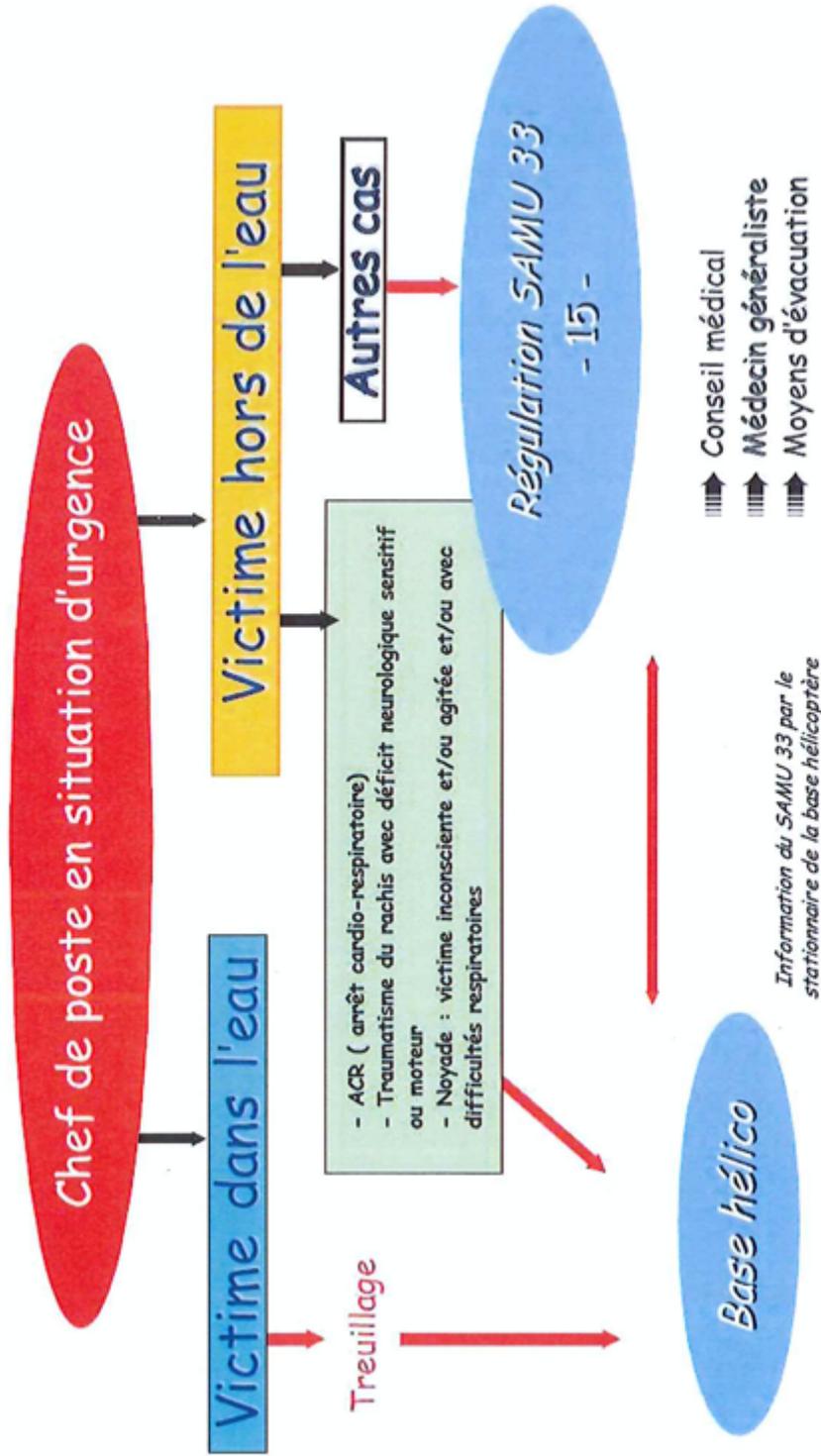
Les communications entre l'hélicoptère de la Gendarmerie et les moyens du SDIS 33 se font sur la communication :

- numérique « DIR 90 » inter-services (ANTARES/ACROPOL/CORAIL NG si l'hélicoptère en est équipé) ;
- analogique « canal 18 ou 23 » (air-sol 1 ou 2 si l'hélicoptère n'est pas équipé de CORAIL NG).

Annexe 2 – Procédure pour tout appel au 18 ou 112



Annexe 3 – Procédure d'engagement des moyens sur le littoral



Annexe 5 – Les stades de la noyade

Stade 1 : Aqualstress.

Pas d'inhalation liquidienne, angoisse, hyperventilation, tachycardie, tremblements.

Stade 2 : Petite noyade.

Encombrement liquidien broncho-pulmonaire, cyanose des extrémités, hypothermie.

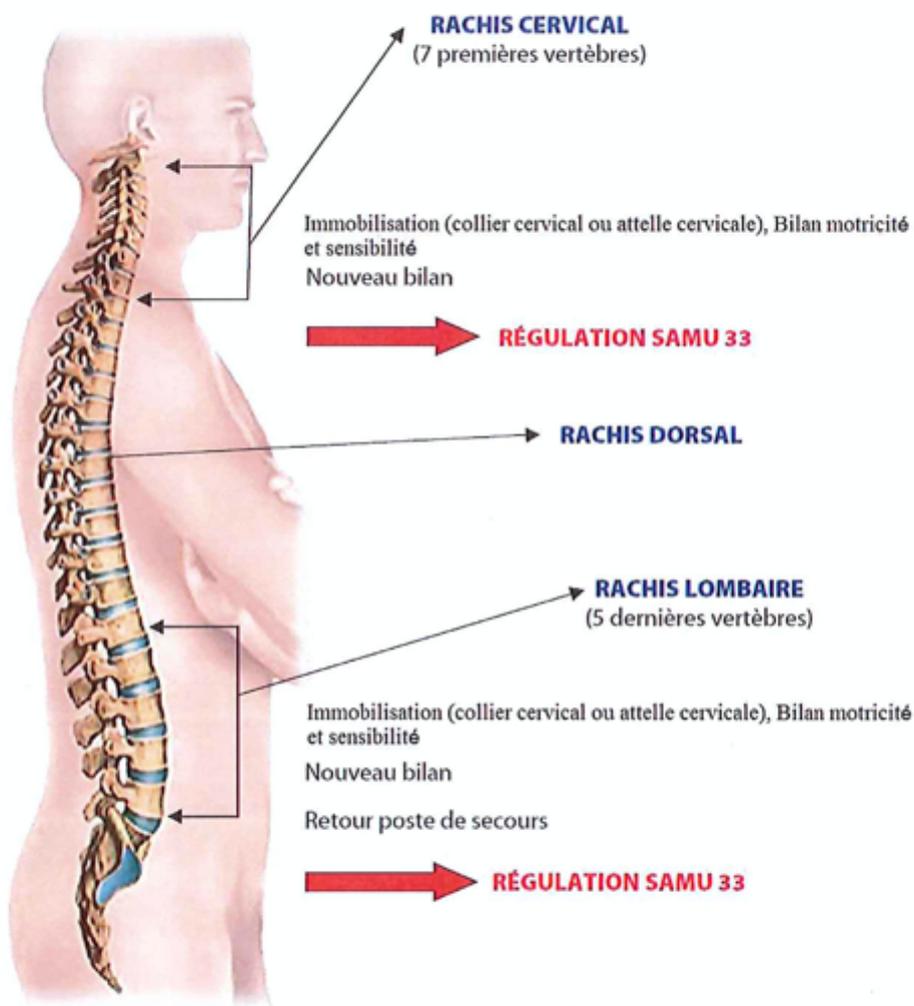
Stade 3 : Grande noyade.

Obnubilation ou coma, état de détresse respiratoire aiguë.

Stade 4 : Anoxie.

Arrêt cardio-respiratoire en cours d'installation ou avéré et coma aréactif.

Annexe 6 – Schémas des rachis



Ce qu'il faut savoir pour se baigner sans danger

Vous sentez encore nombreux cités sur les plages du littoral girondin à profiter des plaisirs de la baignade.

Même que ces moments ne soient pas gâchés, il faut bien être conscient de certaines règles essentielles.

CE DÉPLIANT A POUR BUT DE LES RAPPELER. La baignade est aussi en effet une activité dangereuse, notamment à cause des **baïnes** et des **vagues de bord**.

Assurez-vous que les conditions de baignade ne vont pas **devenir dangereuses** au cours de la journée.

Consultez régulièrement les bulletins météo.



112 - 18 - 15
Numéros d'urgence

Le 112 est le numéro d'appel d'urgence européen, qui peut être composé gratuitement à partir d'un téléphone fixe ou mobile (même si le réseau est saturé), partout dans l'Union Européenne.
Le 112 met en relation l'appelant avec le service d'urgence concerné (police locale, pompiers ou urgences médicales) et permet de parler à un opérateur dans plusieurs langues européennes.

Le 112 est disponible 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7

Projetette réalisée en collaboration avec le SAMU 33 chargé de la régulation des plages

Nouveau :
Une cartographie des postes de secours du littoral est disponible sur : <http://plages-nst.com>
Vérifiez que votre plage est surveillée !

La plaquette est consultable sur le site des services de l'État

You can refer to the leaflet on the Prefecture website

Se puede consultar el folleto en el sitio web de la Prefectura

Das Faltblatt kann auf der Internetseite der Präfektur eingesehen werden

www.gironde.gouv.fr

Prefecture de la Gironde
2, esplanade Charles-de-Gaulle - CS41397
33077 BORDEAUX cedex
courriel : pref-courten@gironde.gouv.fr

CONSEILS DE PRUDENCE

...Baïnes vagues de bord...

se baigner en toute sécurité sur le littoral girondin



Prefecture de la Gironde
www.gironde.gouv.fr
E3 2014

Qu'est-ce qu'une "baïne" ?

Une **baïne** est une formation d'eau créée par le mouvement des marées. En parois local, cela signifie "baïne, crevette d'eau". On en trouve tout au long des plages de sable de la côte Atlantique.



Une baïne se forme à marée basse. Ces "baïnes" de sable fin se voient au bord à marée basse. Elles constituent des obstacles ou baïnes en apparence plus calmes qu'elles, l'absence de vagues attire le baigneur.

Mais à marée haute, quand le niveau de l'eau de la baie descend rapidement à celui de l'océan, celle-ci se vide soudainement en créant un courant vers le large dit "courant de baïne" qui attire le baigneur vers le large. Il est alors très difficile de repasser le bord et de se noyer s'il tente de lutter contre le courant.

Ce phénomène se produit à un moment précis de chaque marée en fonction de la localité et des coefficients. Plus les vagues sont grosses et le coefficient élevé, plus les baïnes sont dangereuses.



Que faire face à un "courant de baïne" ?

Bien s'informer pour ne pas s'exposer au danger

- Les baïnes sont surtout dangereuses aux trois premières heures de la marée montante et aux trois dernières heures de la marée descendante.
- Mais le plus sûr moyen d'éviter la noyade reste encore d'éviter les baïnes, donc de bien s'informer sur leur emplacement.

À cet effet, des schémas peuvent être consultés à l'entrée des postes de secours.

Si malgré cela vous êtes pris dans un courant de baïne...

- Essayez de ne pas paniquer ;
- Surtout ne luttez pas, mais laissez le courant vous emporter même s'il vous conduit vers le large ;
- Pendant que vous vous laissez porter vers le large, signalez-vous par des mouvements de bras et attendez l'intervention des secours ;
- Profitez du moment où le courant faiblit pour sortir de la zone dangereuse en la contourant (voir schéma).



Les courants (en règle générale) :

- Il ne faut pas chercher à regagner à tout prix votre point de départ.
- Même si vous ressentez 300 mètres plus loin, vous serez sain et sauf.

Renseignez-vous également sur la nature des courants de marées

Que faire face à une vague de bord ?



Les vagues de bord sont l'un des plus grands dangers des baigneurs. Elles de faible amplitude sont amusantes, mais celles qui sont fortes peuvent tuer le baigneur à cause de leur sommet pulvérisant.

Conseils pour éviter l'accident

À votre arrivée sur votre lieu de séjour, informez-vous sur les zones de baignades pour savoir si elles sont surveillées, dangereuses ou interdites



- Toujours éviter le vague en plongeant au bords ;
- Se mettre de profil lorsque le vague se casse ou qu'elle se présente par le sommet ;
- Être conseillé aux baigneurs de faire attention aux séries de vagues qui entraînent le baigneur vers le fond ;
- Enfin, pour vous baigner dans les meilleures conditions, privilégiez les zones de plages surveillées par les maîtres nageurs les meilleurs.



Annexe 2 : Fiche de recueil

Numéro participant :

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

POSEIDON

Version n° 1.1 du 27/04/2020



Pertinence de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après avoir nagé dans l'océan atlantique. Pulse Oximetry in healthy Subjects swimming in Ocean.

POSEIDON

Code promoteur : CHUBX 2019/48

VARIABLES A RECUEILLIR

Lieu
Date
Heure

AVANT IMMERSION :

➤ Données cliniques :

Age
Sexe
Taille
Poids

➤ Saturation d'oxygène par oxymétrie de pouls

APRES IMMERSION :

➤ Saturation d'oxygène par oxymétrie de pouls

➤ Saturométrie à T+5, 7, 10 min

Annexe 3 : Document d'information et consentement écrit.



POSEIDON
Version n° 1.2 du 29/05/2020



DOCUMENT D'INFORMATION

Evaluation de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après avoir nagé dans l'océan atlantique. Pulse Oxymetry in healthy Subjects swimming in Ocean.

POSEIDON - CHUBX 2019/48 – ID-RCB : 2020-A00205-34

Promoteur de la recherche : **CHU de Bordeaux – Direction de la Recherche Clinique et de l'Innovation**
12 rue Dubernat - 33404 Talence cedex
Investigateur principal : **Dr Tellier Éric**

Madame, Monsieur,

Un investigateur vous propose de participer à une recherche dont le CHU de Bordeaux est le promoteur. Avant de prendre une décision, il est important que vous lisiez attentivement ces pages qui vous apporteront les informations nécessaires concernant les différents aspects de cette recherche. N'hésitez pas à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à votre investigateur.
Votre participation est entièrement volontaire.

Pourquoi cette recherche ?

En France, la noyade représente une des premières causes de décès par accident. Elle survient en milieux divers. En 2015, du 1^{er} juin au 30 septembre 2015, 1 441 noyades suivies d'une hospitalisation ou d'un décès étaient recensées.

L'oxymétrie de pouls (c'est-à-dire la mesure de la saturation pulsée en oxygène de l'hémoglobine au niveau des capillaires sanguins (SpO₂), par méthode non invasive) fait désormais partie de la prise en charge de toute détresse respiratoire aiguë, également en pré-hospitalier par les maîtres-nageurs sauveteurs (MNS) et pompiers.

Cette mesure est déjà sujette à plusieurs artefacts en condition hospitalière. En pré-hospitalier l'impact d'une immersion dans l'océan sur la saturation, n'a jamais été étudié.

Cette étude pourrait nous aider à étudier l'oxymétrie de pouls lors de la prise en charge des noyés et d'optimiser son protocole de mesure.

Quel est l'objectif de cette recherche ?

Le but de cette étude est de montrer une baisse anormale de la SpO₂ (mesure obtenue par l'oxymètre de pouls) définie par une mesure inférieure à 94%, après 15 min de natation dans l'océan atlantique. Notre population d'étude est les MNS, lors de leurs entraînements quotidiens durant l'été 2020.

Comment va se dérouler cette recherche ?

Les mesures d'oxymétrie se feront sur 90 jours, de juin à septembre 2020. Après votre exercice quotidien, comprenant une immersion dans l'océan d'au moins 15 minutes, une mesure non invasive de la saturation en oxygène de l'hémoglobine sera effectuée avant et immédiatement à la sortie de l'eau. Cette mesure dure moins d'une minute.

Qui peut participer ?

Si vous êtes maîtres-nageurs sauveteurs exerçant sur la côte Atlantique girondine, vous pouvez participer, en revanche si vous avez une pathologie chronique ou aiguë cardiaque ou respiratoire, ou si vous avez un acrosyndrome ou si vous êtes fumeurs, vous ne pourrez pas participer à l'étude.

Vous bénéficierez d'un examen médical préalable, cardiologique et respiratoire, au poste de secours de la plage concernée et les résultats vous seront donnés par orale.

Quels sont les bénéfices attendus ?

Les bénéfices attendus sont une amélioration de la prise en charge de la noyade grâce à une optimisation d'utilisation de l'oxymétrie de pouls en milieu océanique. Cependant vous n'avez pas de bénéfice direct à participer à cette étude.

Quels sont les inconvénients possibles ?

La mesure d'oxymétrie de pouls est non invasive et réalisée dans le cadre de l'entraînement quotidien des maîtres-nageurs sauveteurs, le seul risque encouru est le risque de noyade lors de l'immersion réalisée dans le cadre de l'entraînement habituel.

Quels sont vos droits ?

L'investigateur qui vous propose de prendre part à cette recherche, doit vous fournir toutes les explications nécessaires concernant cette recherche. Vous avez le droit de vous opposer à participer à cette étude et de vous en retirer à quelque moment que ce soit, et quel que soit le motif.

Si au cours de la recherche, vous souhaitez ne plus y participer, les données avant le retrait de votre participation pourront être conservés et utilisés dans le cadre de la recherche, sauf si vous vous y opposez. Dans ce cas, ils seront détruits.

Dans le cadre de la recherche, un traitement informatique de vos données à caractère personnel va être mis en œuvre pour permettre d'analyser les résultats de la recherche au regard des objectifs qui vous ont été présentés. Le responsable du traitement des données est le CHU de Bordeaux.

L'investigateur de l'étude et les autres personnels autorisés de l'étude recueilleront des informations à votre sujet et après l'obtention de votre non opposition. Seules les informations strictement nécessaires à la finalité de la recherche seront recueillies. Ces informations seront relatives à votre santé et à votre participation dans l'étude. Ces informations sont rapportées sur des fichiers propres à l'étude, appelés cahiers d'observation, fournis par le promoteur.

Le recueil de ces données sera fait à des fins de recherche scientifique et leur traitement aura pour finalité de répondre aux objectifs de ces recherches.

Ces données seront conservées pendant la durée de l'étude jusqu'au rapport final ou jusqu'à la dernière publication puis archivées pendant une durée conforme à la réglementation.

Afin d'assurer la confidentialité de vos informations à caractère personnel, ni votre nom ni aucune autre information qui permettrait de vous identifier directement ne seront saisis dans le cahier d'observation ou tout autre dossier ou échantillon que l'investigateur de l'étude fournira au promoteur ou aux représentants autorisés du promoteur. Vous serez uniquement identifié(e) par un code et vos initiales. Le code est utilisé pour que l'investigateur de l'étude puisse vous identifier si nécessaire. Ces données seront enregistrées sur des serveurs informatiques sécurisés.

Conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés (loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés modifiée par la loi n° 2018-493 du 20 juin 2018 relative à la protection des données personnelles) et au règlement général sur la protection des données (règlement UE 2016/679), vous avez un droit d'accès et de rectification sur vos informations personnelles. Dans certains cas, vous pouvez aussi demander la restriction du traitement de vos informations personnelles, vous opposer à certains types de traitement, demander que vos informations à caractère personnel soient effacées et demander que vos informations personnelles vous soient fournies, ou fournies à un tiers, sous un format numérique (droit de portabilité). Conformément à la loi, certaines données collectées peuvent ne pas être effacées si cette suppression rend impossible ou compromet gravement la réalisation des objectifs de la recherche. Vous pouvez exercer ces droits en le demandant par écrit auprès de l'investigateur de l'étude qui transmettra la demande au promoteur. Le promoteur répondra à vos demandes conformément à ses obligations légales et réglementaires.

Le promoteur pourra communiquer des informations personnelles aux agences réglementaires ou à ses partenaires de recherche. Ces personnes, sociétés et agences peuvent être situées en France, dans d'autres pays de l'Espace économique européen (EEE), aux États-Unis et dans d'autres pays à l'extérieur de l'EEE. Il est possible que certains pays hors de l'EEE n'offrent pas le même niveau de protection de la vie privée qu'en France. Dans ce cas, le promoteur maintiendra toutefois la confidentialité de toutes les informations personnelles qu'il échangera dans les limites de la loi. Le promoteur adoptera les mesures contractuelles appropriées relatives à la protection et au transfert des données, pour s'assurer que les destinataires pertinents en dehors de l'EEE fournissent un niveau adéquat de protection concernant vos informations personnelles et conformément à la loi.



Vous disposez d'un droit d'opposition à la transmission des données couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées dans le cadre de cette recherche et d'être traitées. Vous pouvez également accéder directement ou par l'intermédiaire du médecin de votre choix à l'ensemble de vos données médicales en application des dispositions de l'article L1111-7 du code de la santé publique. Ces droits s'exercent auprès du médecin qui vous suit dans le cadre de la recherche et qui connaît votre identité.

Les autorités compétentes et le promoteur ou ses représentants autorisés, pourront également avoir besoin d'accéder à vos archives médicales et à votre dossier de l'étude, afin de vérifier la qualité des données recueillies dans le cadre de l'étude.

Vos informations personnelles codées pourront être utilisées pour d'autres recherches scientifiques sur votre maladie ou sur d'autres maladies toujours conformément aux lois et aux règlements applicables.

Pour toute question au sujet du traitement de vos données à caractère personnel ou de vos droits associés à ces données, vous avez la possibilité de contacter le délégué à la protection des données du CHU de Bordeaux par mail (dpo@chu-bordeaux.fr) ou par voie postale (Délégué à la Protection des Données, CHU de Bordeaux, 12 rue Dubernat, 33404 Talence).

Si malgré les mesures mises en place par le promoteur vous estimez que vos droits ne sont pas respectés, vous pouvez déposer une réclamation auprès de l'autorité de surveillance de la protection des données, la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

Conformément à la loi n°2012-300 du 5 mars 2012 relative aux recherches impliquant la personne humaine :
- cette recherche a obtenu l'avis favorable du Comité de Protection des Personnes Sud Méditerranée IV et a fait l'objet d'une information auprès de l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM).
- le promoteur de cette recherche est le CHU de Bordeaux dont la Direction Générale est située au 12, rue Dubernat, 33404 Talence cedex.

Lorsque cette recherche sera terminée, vous serez tenu(e) informé(e) personnellement des résultats globaux par votre médecin dès que ceux-ci seront disponibles, si vous le souhaitez.

Après avoir lu ce document d'information, n'hésitez pas à poser toutes les questions que vous désirez. Après un délai de réflexion, si vous ne vous opposez pas à participer à cette recherche, le présent document sera complété et un exemplaire vous sera remis.

Nous vous remercions de l'attention que vous avez bien voulu porter à ce document d'information.

J'accepte librement et volontairement de participer à cette étude

oui non

Annexe 4 : Validation du comité de protection des personnes

COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES SUD MEDITERRANEE IV

Président : Pr. Jean-Marc DAVY

Montpellier, le 9 juin 2020

Référence CPP : 20 03 06

N° ID-RCB : 2020-A00205-34

Le Comité de Protection des Personnes Sud Méditerranée IV a été saisi le 14 février 2020 d'une demande d'avis sur le protocole intitulé :

Ancien titre : Fiabilité de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après immersion dans l'océan atlantique.

Nouveau titre : Pertinence de l'oxymétrie de pouls chez les sujets sains après avoir nagé dans l'océan atlantique. POSEIDON, protocole qui correspond à ce jour à un protocole de recherche impliquant la personne humaine de catégorie 3.

Réf. promoteur : CHUBX 2019/48

N° SI : 20.02.14.44722

Promoteur :	Investigateur-coordonnateur
Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux Direction de la Recherche Clinique et de l'Innovation - 12, rue Dubernat - 33 400 Talence	Dr. Eric TELLIER Service Urgences Adultes SAMU/SMUR - Site Pellegrin - CHU Bordeaux - Place Amélie RABALEON - 33 000 Bordeaux
Contact : Céline BARRAS-MARTIN, celine.barras-martin@chu-bordeaux.fr , - Tel 05 57 82 03 29, 12 rue Dubernat 33404 Talence cedex.	

Le comité a examiné les informations relatives à ce projet lors de sa séance du 10 mars et a été amené à formuler une demande de modifications complémentaires.

Prendent part au vote les membres titulaires et les membres suppléants en cas d'absence du titulaire.
Ont participé à la séance du mardi 9 juin 2020, Mesdames et Messieurs :

	Titulaires	Suppléants
Catégorie I	T. CHEVALLIER, JM. DAVY, S. DELAINE-CLISANT	S. THEZENAS, C. CHAUVETON, YM PERS
Catégorie II	J. RIBSTEIN	F. BERNARD
Catégorie III		S. BURNEL
Catégorie IV	A. PRADES	S. LE TURCQ-GROSS
Catégorie V		Y. BARDIE
Catégorie VI	J. GHIA	
Catégorie VII	JP. RAYNAUD	JF. LASSALVY
Catégorie VIII	V. RAGE, B. VIDAL	
Catégorie IX	A. PILON, B. SAINT-AUBERT	

Dossier recevable le 19 février 2020	
Courrier de demande d'avis : 14/02/2020	Formulaire de demande d'avis : 29 mai 2020
Protocole : v.1.3 du 29 mai 2020	Résumé : v.1.3 du 29 mai 2020
Note d'information : v.1.2 du 29 mai 2020	Cahier d'observation : v.1.1 du 27 avril 2020

Référence CPP : 20 03 06

N° ID-RCB : 2020-A00205-34

Suite du dossier	
Liste investigateur : Version n°1.0 du 14/02/2020	Déclaration de conformité à une méthodologie homologuée de référence par la CNIL : MR003 - 19/01/2017
Documents « réponses » reçus le 6 mai 2020 et le 2 juin 2020	Document « origine et nature des données » : v.1.1 du 27 avril 2020

Les renseignements fournis par le promoteur répondant de façon satisfaisante aux demandes d'informations et de modifications, le Comité donne un avis favorable à la réalisation de la recherche, avis rendu sur l'appréciation du respect des dispositions de l'article L 1121-2 et sur la validité de la recherche selon les dispositions de l'article L 1123-7

Le Président de Séance
Professeur Jean-Marc DAVY



Art. R1123-26. –Si, dans le délai de 2 ans suivant l'avis du comité de protection des personnes, la recherche biomédicale n'a pas débuté, cet avis devient caduc. Toutefois, sur justification produite avant l'expiration dudit délai, celui-ci peut être prorogé par le comité concerné.

Art. L1123-11 : Le promoteur informe le CPP du début et de la fin de la recherche impliquant la personne humaine et indique les raisons qui motivent l'arrêt de cette recherche quand celui-ci est anticipé.

Art.L1121-4 : Le promoteur adresse une copie de cet avis et un résumé de la recherche à l'autorité compétente (ANSM : <https://www.demarches-simplifiees.fr/commencer/essais-cliniques-riph2-et-riph3>)

Adresser la correspondance à : CPP SUD MEDITERRANEE IV- Hôpital St. Eloi, 34295 MONTPELLIER CEDEX 5
Téléphone : 04.67.33.78.07 - courriel:cppsudmed4@orange.fr - site : <http://www.cpp-sudmed4.fr/>