

DIPLOME INTER-UNIVERSITAIRE DE MEDECINE SUBAQUATIQUE ET
HYPERBARE
Promotion 2022-2023

Direction
Pr F Vargas et Dr V Poncin

Prénom : Jean-Baptiste

Nom : MALDENT

Titre du mémoire :

ACCIDENT DE PLONGEE ET SOMMEIL : REVUE DE LA LITERATURE, ETAT
DES CONNAISSANCES, PROPOSITION D'ETUDE PROSPECTIVE

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PARTIE 1 : LE SOMMEIL ET SES PATHOLOGIES

- A) Insomnie
- B) Syndrome d'apnée du sommeil
- C) Les autres pathologies du sommeil. Fatigue et somnolence
- D) Durée de sommeil

PARTIE 2 : SOMMEIL, STRESS ET PLONGEE

PARTIE 3 EPIDEMIOLOGIE DES ACCIDENTS DE PLONGEE

- A) Chez les militaires
- B) Dans la plongée loisir

PARTIE 4 : PROPOSITION D'UNE ETUDE DESCRIPTIVE

- A) Matériel et méthode
- B) Choix du questionnaire

PARTIE 5 : PROPOSITIONS DE MESURES A METTRE EN ŒUVRE

CONCLUSION

INTRODUCTION

La plongée en scaphandre autonome est apparue dans les années trente. Au départ réservé à une élite et un usage militaire, elle n'a fait que se démocratiser au point de devenir depuis les années 90 « un sport comme un autre ». Cependant, celui-ci présente des risques médicaux et des accidents potentiels parfois grave voir mortels. L'augmentation majeure ces dernières années du nombre de plongeurs parfois mal encadrés ou en mauvaise condition physique est un facteur de risque d'accident.

Ces accidents peuvent indéniablement être liés ou associés à une fatigue ou une somnolence liée à une mauvaise qualité du sommeil

On peut se poser 2 questions quant aux problématiques de sommeil lors de la pratique de la plongée sous-marine :

Quel est l'impact de la plongée sur le sommeil après la plongée ?

La qualité de la nuit précédant la plongée va elle prédire le risque de la plongée ?

La fatigue accumulée majore t'elle le risque d'accident lors de la plongée ?

On se propose donc dans ce mémoire, dans une première partie de rappeler la pathologie du sommeil, puis de discuter de la physiologie de la fatigue et du stress en plongée.

Enfin on proposera un panorama épidémiologique des accidents de plongée afin de proposer un modèle d'une étude descriptive que l'on souhaite mettre en place.

Enfin on proposera des mesures à mettre en œuvre.

PARTIE 1 : LE SOMMEIL ET SES PATHOLOGIES

A) Insomnie

L'insomnie est la plus prévalente des pathologies du sommeil car elle touche 20 à 30% de la population adulte. Elle touche un Français sur 5 en moyenne et, de façon plus fréquente les femmes, les veuves et les divorcés. L'insomnie augmente avec l'âge avec une diminution, une stabilisation à l'âge de la retraite.¹ Il n'y a pas d'association indépendante de l'âge ou du sexe retrouvé entre l'insomnie et les catégories socioprofessionnelles.

L'insomnie est définie par des difficultés d'endormissement au moins 3 fois par semaine, depuis au moins un à 3 mois et en entraînant des conséquences négatives sur la journée du lendemain. L'association a des troubles anxieux, dépressifs et fréquente dans près de 50% des cas.

¹ Chan chee et al Épidémiologie de l'insomnie en France, revue épidémiologique de santé publique 2011

B) Syndrome d'apnée du sommeil

Le syndrome d'apnée du sommeil, obstructif représente la deuxième pathologie du sommeil la plus fréquente. On retrouve une prévalence autour de 10% des femmes et 15% des Homme. ²

La prévalence augmente avec l'obésité et chez les personnes âgées ; Il est associé de manière avérée aux maladies cardio vasculaire chronique et aigues (OR de 3 à 5), d'accident de la voie publique (OR 3 à 6) et de diabète de type 2.

C) Les autres pathologies du sommeil. Fatigue et somnolence

La prévalence des autres pathologies du sommeil est beaucoup plus rare. Il existe la narcolepsie (0,025%), les hypersomnies idiopathiques (0, 1% des adultes).

La somnolence est très fréquente dans la population générale sans être forcément en rapport avec une pathologie spécifique du sommeil. Elle est souvent évaluée avec l'échelle d'Epworth³. La plainte de somnolence avec un score de plus de 10 dans cette échelle concerne entre 15 et 20% des adultes et 15% des adolescents ⁴. Il faut nuancer et apprendre à distinguer fatigue et somnolence ⁵. La fatigue est effacée par une activité motivante ou obligatoire et correspond à un épuisement progressif des performance cognitives ou physiques associé à une charge de travail accrue avec diminution des performance⁶, elle s'améliore généralement par le repos. A l'inverse, la somnolence appelle le sommeil et une somnolence diurne excessive entraîne une diminution des capacités de l'éveil psychophysiologique et s'améliore généralement par le sommeil.

L'hypersomnolence est secondaire à une pathologie nocturne (respiratoire, SAS, moteur ou parasomnie, à un trouble du rythme circadien ou à une insuffisance chronique de sommeil ou à une pathologie médicale ou un trouble psychiatrique, ou à une narcolepsie ou à une hypersomnie centrale.

Elle est une plainte et une souffrance significative, mais surtout, elle est associée à la gravité du pronostic vital du trouble associé et des aspect médicaux légaux (arrêtés du 31 aout 2010) car associé à 5 à 20% des accidents de la voie publique⁷.

² Peppart et al increase prevalence of sleep disorder in adult, am j of epidemiology 2013

³ Johns the epworth sleepness scale sleep 1991

⁴ Leger et al prevalence and clinical description of short sleep sleep med 2012 ; faraut et al short sleep duration and increase risk of HTA Hypertension 2012 sauvet et al ; vascular reponse to 1 week of sleep restriction in healthy subjects intjcardiol 2015

⁵ Haba-rubio somnolence, fatigue et hypersomnia medicine du sommeil2011

⁶ Philip et sagaspe, les troubles du sommeil2012

⁷ Philip et al principe and pratice of sleep medicine 2011 ; alonderis et al sleep med 2008

D) Durée de sommeil

Au-delà de la qualité du sommeil, se pose la question de la quantité nécessaire de ce dernier. Les normes sont de 7 à 9 heures par 24 heures.

On parle de trop court dormeur en dessous de 6 heures par 24 heures (sieste comprise) ce qui représente 30% de la population adulte. Les déterminants sont le travail en horaire décalés (20% des salariés), le temps de trajet domicile- travail et surtout le temps passé aux nouvelles technologies. La carence en sommeil entraîne l'apparition de troubles mnésiques et de neuro dégénérescence, une diminution de la mémoire et de l'immunité, un risque accidentogène de circulation ou lors du travail. (Un éveil continu de 17 heures entraîne un risque d'accident équivalent à une alcoolémie de 0,5g/l et 24 heures d'éveil correspond à une alcoolémie de 1g/litre.)⁸

Le sommeil de trop courte durée est associé même sur une courte période à de nombreuses comorbidités⁹ : inflammatoire et cardio-vasculaires, risque d'hypertension, risque d'Accident vasculaire cérébral, un risque d'apparition de trouble métabolique et d'apparition d'un pré diabète, d'une obésité.

CONSEILS D'HYGIENE DU SOMMEIL :

Garder des horaires réguliers ce qui permet un conditionnement

Utiliser les synchronisateurs :

- Lumière du jour
- Activité de groupe (travail et horaires sociétaux)
- Pratique du sport
- Prise de repas

Changer ses habitudes de consommation :

- Café
- Tabac
- Alcool
- Cannabis

Bannir les comportements anti nuit:

- La télévision dans la chambre
- Les nouveaux médias : media sociaux et luminosité des écrans le soir

⁸ Institut national veille et sommeil enquête INSV -MGEN 2014

⁹ Cappuccio et al quantity and quality of sleep and incidence of type2 Diabete diabetes 2010, ; Faraut et al 2012

PARTIE 2 : SOMMEIL, STRESS ET PLONGEE¹⁰

Le sommeil est un anti oxydant.

Le stress de la plongée augmente l'activité parasympathique et sympathique en plus de la température de l'eau, de la visibilité de la tenue, de la pression due à la profondeur et du courant.

La pratique de la plongée sous-marine expose le plongeur à des situations stressantes auxquelles il doit s'adapter. En effet, le plongeur doit avoir à gérer son immersion dans une eau froide avec une visibilité limitée, tout en ventilant dans un détendeur de plongée (dissociation de la respiration buccale et nasale) et en utilisant un équipement spécifique. Se pose la question de l'impact du détendeur qui ne stimule pas les mêmes zones neuronales que la respiration normale.

Le plongeur civil ou militaire doit prendre des décisions et choisir le comportement adapté. Cette lucidité opérationnelle repose en grande partie sur le bon fonctionnement du cortex préfrontal (prefrontal cortex : PFC).

Le PFC joue un rôle déterminant dans la prise de décision et l'inhibition de l'impulsivité (Kim & Lee, 2011)¹¹. Dans certaines situations en plongée, l'impulsivité peut être extrêmement dommageable, par exemple, en cas de réaction panique, la réalisation d'une remontée rapide et incontrôlée vers la surface est une réponse souvent observée chez le plongeur est très dangereuse car pourvoyeur de barotraumatisme ou d'accident de décompression :

Il est possible que ce comportement reflexe soit lié à la mise « hors service » du PFC. Cela se manifeste par une incapacité à inhiber le comportement dangereux de remontée : le plongeur remonte de façon reflexe, automatique. Si celui-ci bloque son expiration lors de la remontée, il s'expose à un risque majeur de barotraumatisme pulmonaire par expansion des volumes pulmonaires, ce qui peut mettre en jeu le pronostic vital. Par ailleurs, la réalisation d'une remontée rapide à la suite d'une plongée saturante, nécessitant la réalisation de paliers de décompression,

¹⁰ Travail de thèse (en cours) du MC RAMDANI Céline Hôpital militaire de Toulon

¹¹ Kim S, Lee D. Prefrontal cortex and impulsive decision making. *Biol Psychiatry*. 2011 Jun 15;69(12):1140-6. doi: 10.1016/j.biopsych.2010.07.005. Epub 2010 Aug 21. PMID: 20728878; PMCID: PMC2991430.

cela peut également être à l'origine d'un accident de désaturation. Les situations où la prise de décision pourra être altérée par l'impulsivité sont celles où le PFC ne va pas jouer correctement son rôle inhibiteur et de contrôle top-down sur les comportements et les émotions.

Le PFC médian (medial prefrontal cortex : mPFC) et l'amygdale sont les principales structures cérébrales impliquées dans la perception de la menace et la sécurité (Thayer et al., 2011)¹². Une même situation peut être perçue comme stimulante pour certains et menaçante pour d'autres. En cas d'évènement particulier (une gêne avec le détendeur par exemple), l'alerte est donnée par l'amygdale au cerveau et le mPFC intervient dans la régulation des comportements et la sélection adaptative des réponses défensives qui repose sur un processus dynamique d'informations reliant les menaces aux actions défensives (Jercog et al., 2021)¹³. Dans le cas de la gêne avec le détendeur, l'expérience du plongeur va probablement influencer son comportement, ainsi que l'état de la mer, l'enjeu de la plongée, etc. Le PFC ajuste les comportements en intégrant en direct les éléments du contexte : le mPFC peut être compris comme un "centre intégrateur" : il joue un rôle déterminant dans la représentation qu'on a du contexte interne (du corps) et externe (de l'environnement). La "construction du contexte" se fait en fonction du vécu de la personne, de ses attendus à venir et de la valence émotionnelle de la situation. Le PFC utilise ces informations pour adapter :

-Le comportement via son rôle dans la prise de décision, la supervision de l'action, la régulation des émotions.

-La physiologie périphérique via ses connexions avec le tronc cérébral, puis le système nerveux autonome, principaux régulateurs des réponses cardio-respiratoires. Le système nerveux autonome est composé de deux branches principales, la voie sympathique (réaction de "fight or flight") et la voie parasympathique (réaction de "digest and rest"). Il informe en permanence le cerveau sur l'état du corps et le cerveau l'active pour répondre aux stressseurs : il s'agit d'échanges bidirectionnels. Le terme stressseur se comprend ici au sens où des éléments vont provoquer une réaction d'adaptation de l'organisme : soit un « stress ». Ce stress revoie au "stress" décrit par Selye (1936) et à son modèle du "syndrome général d'adaptation". Dans ce cadre, le stress est la réponse non-spécifique de

¹² Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M, Sollers JJ 3rd, Wager TD. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev.* 2012 Feb;36(2):747-56. doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.11.009. Epub 2011 Dec 8. PMID: 22178086.

¹³ Jercog D, Winke N, Sng K, Fernandez MM, Francioni C, Rajot D, Courtin J, Chaudun F, Jercog PE, Valerio S, Herry C. Dynamical prefrontal population coding during defensive behaviours. *Nature.* 2021 Jul;595(7869):690- 694. doi: 10.1038/s41586-021-03726-6. Epub 2021 Jul 14. PMID: 34262175.

l'organisme à une situation vécue comme adverse. L'intégrité du PFC est essentielle en plongée pour faire face aux contraintes et éviter un accident. Seulement, le PFC est très sensible au stress. Le stress aigu peut s'accompagner d'une surcharge en catécholamines du PFC et provoquer son incapacité à répondre aux messages reçus par l'amygdale et à jouer son rôle inhibiteur des comportements habituels ou automatiques (Arnsten, 2015)¹⁴.

Le plongeur militaire par exemple est formé et entraîné à faire face aux situations stressantes liées à la plongée, mais les conditions de plongées (état de la mer, enjeu de la mission, difficulté de la tâche à réaliser), au plongeur lui-même et à son état particulier au moment de la plongée (privation de sommeil, anxiété de réussite si plongée de formation...) peuvent être autant de stressseurs qui viendront s'ajouter aux stressseurs "obligatoires" de la plongée. Ces stressseurs obligatoires sont essentiellement i) l'immersion, ii) l'hyperbarie et iii) le stress-gaz. Nous appelons stressseurs obligatoires, les stressseurs auxquels les plongeurs sont exposés quel que soit le contexte de la plongée, même loisir.

Outre les interférences entre ces stressseurs sur la nature et la qualité des réponses adaptatives déclenchées, il existe probablement une vulnérabilité intrinsèque à ces stressseurs témoignant d'une variabilité individuelle.

La privation de sommeil (PS) est connue pour être une situation physiologique de déséquilibre redox¹⁵. Cette privation de sommeil est fréquente en milieu militaire opérationnel. Le stress oxydatif et l'inflammation qui lui sont associés pourraient participer des altérations cognitives observées après une privation de sommeil. Le stress oxydatif pourrait pour certains auteurs, être un inducteur du sommeil, les ROS seraient alors une sorte de facteur hypnogène, et le sommeil aurait donc des propriétés anti oxydantes (Villafuerte et al., 2015)¹⁶. Ainsi la PS contribue à un état de stress oxydatif. De plus, la PS, contribue à une diminution du tonus parasympathique, une augmentation des cytokines pro inflammatoires (McEwen

¹⁴ Arnsten AF. Stress weakens prefrontal networks: molecular insults to higher cognition. *Nat Neurosci.* 2015 Oct;18(10):1376-85. doi: 10.1038/nn.4087. Epub 2015 Sep 25. PMID: 26404712; PMCID: PMC4816215.

¹⁵ Atrooz F, Salim S. Sleep deprivation, oxidative stress and inflammation. *Adv Protein Chem Struct Biol.* 2020;119:309-336. doi: 10.1016/bs.apcsb.2019.03.001. Epub 2019 Apr 24. PMID: 31997771 s

¹⁶ Villafuerte G, Miguel-Puga A, Rodríguez EM, Machado S, Manjarrez E, Arias-Carrión O. Sleep deprivation and oxidative stress in animal models: a systematic review. *Oxid Med Cell Longev.* 2015;2015:234952. doi: 10.1155/2015/234952. Epub 2015 Apr 6. PMID: 25945148; PMCID: PMC4402503.

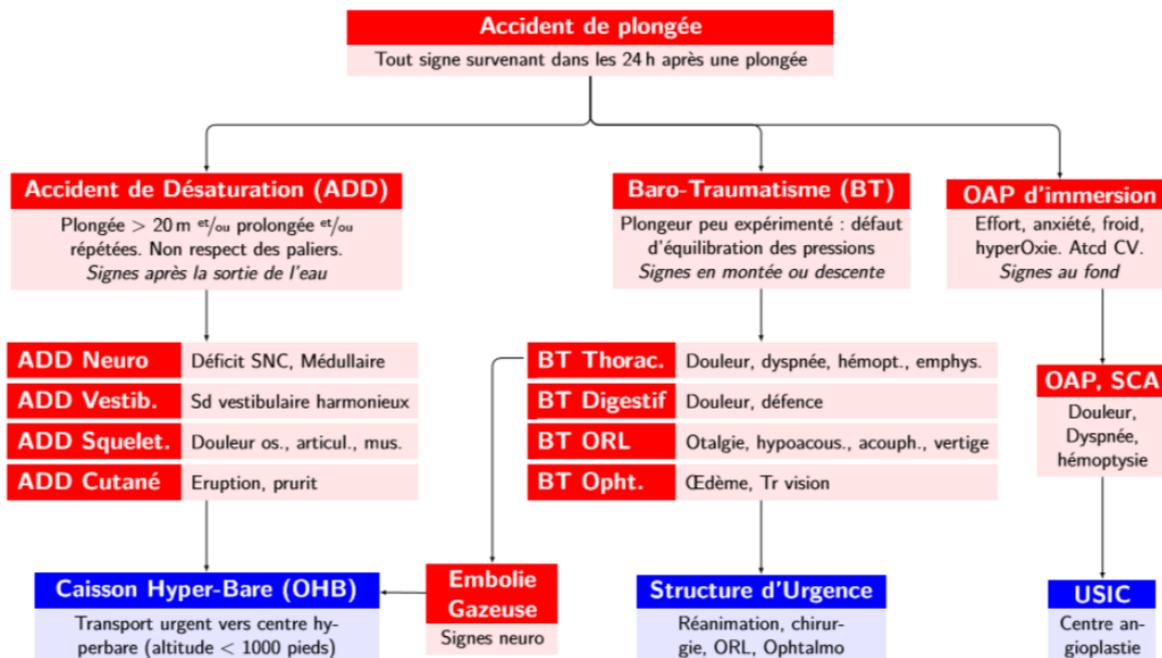
&Karatsoreos, 2022)¹⁷. Le PFC est particulièrement fragile à la privation de sommeil (Harrison & Horne, 2000)¹⁸. Dans le cas de la privation de sommeil, on y observe une diminution de la quantité de glucose utilisé, plus marquée et plus précoce que pour les autres aires cérébrales, indiquant une baisse de son activité. Ainsi l'état de fatigue, le sommeil du plongeur au moment de la plongée est donc un facteur déterminant pour le risque accidentogène.

¹⁷ McEwen BS, Karatsoreos IN. Sleep Deprivation and Circadian Disruption Stress, Allostasis, and Allostatic Load. *Sleep Med Clin*. 2022 Jun;17(2):253-262. doi: 10.1016/j.jsmc.2022.03.005. Epub 2022 Apr 23. PMID: 35659078.

¹⁸ Harrison Y, Horne JA. The impact of sleep deprivation on decision making: a review. *J Exp Psychol Appl*. 2000 Sep;6(3):236-49. doi: 10.1037//1076-898x.6.3.236. PMID: 11014055.

PARTIE 3 EPIDEMIOLOGIE DES ACCIDENTS DE PLONGEE

En France, le nombre des victimes de la plongée sous-marine autonome, de loisirs et professionnelle n'est pas appréhendé dans sa globalité. Les résultats les plus probants sont ceux de 2 études épidémiologiques.



A) Chez les militaires

Épidémiologie du suivi des plongeurs de la marine nationale

La Marine nationale propose un recueil de 150000 plongées réalisées chaque année pour un effectif de 1800 plongeurs, soit environ 50 à 100 plongées par personne et par an avec 2 sous-populations :

-Les plongeurs de bord (environ 1600 personnes) qui sont autorisées à plonger uniquement à l'air jusqu'à une profondeur de 35 M.

-Les plongeurs d'armes. (Démineurs et nageurs de combat) qui peuvent soit plonger à l'air jusqu'à 60 M, soit à l'oxygène pur ou avec des mélanges type trimix et qui peuvent alors plonger jusqu'à 80 M. Chaque accident de plongée fait l'objet d'une double déclaration.

61 accidents de désaturation ont été recensés de 1990 à 2002. Il s'agit exclusivement d'accident avec respect des procédures de plongée utilisées par la Marine nationale, soit la table MN 90.

3 groupes sont identifiables :

Groupe 1 : 20 accidents. Au-dessus de 28 M pour des plongées sans paliers,

Groupe 2 : 20 accidents. Dans la tranche des 28 à 42 M.

Groupe 3, les 21 accidents survenus dans la tranche des 43 à 60 M.

89% des accidents étaient neurologiques, dont 66% d'atteinte médullaire et 23% d'atteinte cérébrale, 8% d'accidents vestibulaires et 3% d'accidents ostéo-articulaires.

La très grande majorité des accidents neurologiques a été d'évolution favorable après recompression en caissons, on ne déplore finalement sur 12 ans que 2 accidents d'évolution défavorable malgré une prise en charge rapide.

Il n'y a eu aucune faute de procédure enregistrée dans les comptes rendus. Il s'agit donc de 100% d'accidents, avec le respect de la table MN 90. Les facteurs favorisants identifiés potentiels, sont :
-Température : Autant d'accidents en Méditerranée qu'en Atlantique ou en Manche, les accidents. Outre-mer sont exceptionnelles.

-Âge : La moyenne d'âge est de 30 ans, la condition physique de tous les plongeurs est bonne, il n'y a aucune pathologie intercurrente. La notion d'effort n'est établie que pour 8 cas sur 61.

-Plongée précédente. Dans 60 % des cas, aucune plongée n'a été réalisée dans les 24 h précédant l'accident.

-Présence d'un shunt droit-gauche. Sur la série, on recense 16 FOP Pour 41 recherches. Ce qui représente 40%. de présence chez les accidentés investigués. Les accidents biochimiques liés à la toxicité des gaz sont les accidents les plus présents : 60%. Ils se répartissent en hypercapnie, hyperoxie et hypoxie. Aucune narcose à l'azote n'est observée. Effectivement, les accidents biochimiques sont les accidents les plus fréquents avec les recycleurs.

Les incidents de désaturation sont peu fréquents et représentent 15%, ils s'observent autant dans l'eau froide qu'en eau chaude. La profondeur est souvent supérieure à 35 M. Avec une durée de travail de 20 Min en moyenne.

B) Dans la plongée loisir

Épidémiologie des accidents de la plongée sous-marine, autonome de loisirs.

Les données épidémiologiques portent sur l'exploitation de dossiers ayant fait l'objet d'une déclaration d'accident entre 1991 et 2001. Soit 617 dossiers. Il ne concerne que des accidents de plongée sous-marine de loisir en scaphandre autonome à l'air qui ont fait l'objet d'une prise en charge thérapeutique. Mais il ne s'agit donc que d'un échantillon de la population d'accidenté, car on estime que les services spécialisés ont sur la même période réceptionné au moins 3076 accidents de plongée sous-marine autonome de loisirs. Leur incidence n'est donc pas connue avec précision. On ignore aussi le nombre de plongées véritablement réalisés par an ; par approximation, sur la base de calcul, on évalue à 250000 plongeurs réalisant chacun une moyenne de 10 plongées par an. On peut estimer ainsi le taux d'incidence annuel des accidents de plongée sous-marine autonomes de loisirs en France à $1,2 \cdot 10^{-4}$. Aux États-Unis, ce taux est estimé. Entre 3 et $10 \cdot 10^{-4}$.

Facteur inhérent au plongeur :

Âge et sexe

L'âge médian est de 36 ans. Avec des âges extrêmes de 12 à 67 ans. 70% des accidentés ont entre 25 et 44 ans. Le sexe féminin n'est pas un facteur de risque.

Expérience du plongeur : 47% des accidentés sont des plongeurs peu expérimentés. Mais la proportion de plongeurs confirmés et accidentés croît régulièrement.

Existence de facteurs de risque :

L'existence d'une déficience physiologique tels que la surcharge pondérale, l'obésité, la fatigue générale, quelle qu'en soit la cause, la mauvaise condition physique sont des prédispositions à l'accident de décompressions. En effet, un de ces facteurs au moins a été retrouvé dans 37% des accidents rapportés. On retrouve un tel facteur de risque dans près de 70% des cas d'accident consécutif à une plongée sans faute de procédure. Les shunts circulatoires droite-gauche sont un autre facteur de risque à prendre en considération car ils peuvent expliquer environ 40% des accidents de décompression sans faute de procédure.

Enfin. Signalons que 7% des accidentés ont déjà été victimes d'au moins un accident de décompression cliniquement guéri sans que l'on puisse dire pour autant que le premier accident est un facteur de risque de récurrence.

Profil de la plongée.

18% des accidents sont consécutifs à des plongées d'instruction ou d'entraînement. Dans 32% de ces accidents, on peut mettre en cause les conditions de réalisation de l'exercice de sauvetage réalisé : remonter sans embout avec blocage respiratoire, fort palmage, vitesse de remontée rapide, une plongée ludion. 46% des accidents consécutifs à une plongée d'exercices sont dus à des plongées comportant de nombreuses remontées, même à vitesse normale vers la surface. 82% des cas d'accident surviennent à la suite de plongées d'exploration et pour 95% d'entre eux, il s'agit d'accidents de décompression. Enfin dans 67% des accidents de décompression., aucune faute évidente dans la procédure de décompression n'est retrouvée.

La profondeur et le temps de plongée.

40% des accidents sont consécutifs à une plongée dont la profondeur est inférieure à 30 M. Zone d'évolution la plus fréquente. Mais 35% et d'accidents résultent d'une profondeur supérieure à 40 M et dans 32% des problèmes, il a été mis en évidence une profondeur d'évolution incompatible avec le niveau technique acquis et dans 70% se sont des plongeurs peu expérimentés.

Nature des fautes de procédure commise.

Une faute de procédure et d'objectiver dans 36% des accidents consécutifs à une plongée d'exploration. : Dans 22 % des cas, la vitesse de remontée était trop rapide. (Supérieure à 15 M par minute.) et dans 50% des cas, les paliers de décompression, n'ont pas été respectés.

L'association des 2 fautes à été retrouvée dans 23% des cas. Une panne d'air est retrouvée dans 10% des accidents de la plongée loisirs.

Facteur favorisant en plongée.

La notion d'effort pendant ou après la plongée est le facteur favorisant le plus souvent incriminé dans 65,7% des cas, la plongée successive est mise en cause dans 20 % des cas. La notion de froid est retrouvée dans 18% des accidents.

Uniquement les paresthésies et les déficits sensitifs au moteur franc sont les signes inauguraux :

70%. L'accident neurologique.

20% d'accidents labyrinthique.

10 % d'accidents, ostéo, arthrose musculaire.

Les barotraumatiques, pulmonaires représente moins de 10% des accidents pris en charge.

Le délai de prise en charge excède 3 h dans 70 % des cas souvent due à l'ignorance, ou au déni et l'inconséquence des accidenté. Un délai de mise en œuvre des gestes de secours primaires (Oxygénothérapie à haute concentration et boissons.) supérieur à 30 Min par rapport à l'évocation d'un accident possible est retrouvé dans 45% des cas.

Malgré l'absence d'étude globale et l'impossibilité actuelle d'établir avec précision un recueil épidémiologique des accidents de plongée, en plus de respecter les règles et d'éliminer des comportements dangereux comme les ludions et les plongées successives, le médecin qui délivre le certificat de non contre-indication à la pratique des activités subaquatiques doit expliquer les dangers d'une mauvaise condition physique générale et d'une surcharge pondérale. Il est aussi nécessaire de réduire le délai et d'améliorer la qualité de la prise en charge médicale initiale d'un plongeur victime d'un accident.

Se pose aussi sur le problème sur le plan médical du problème du plongeur vieillissant et le recherche d'un shunt droit de gauche. Sur les techniques de plongée, il est logique d'encourager les mélanges de gaz type nitrox.

PARTIE 4 : PROPOSITION D'UNE ETUDE DESCRIPTIVE

A) Matériel et méthode

On propose donc d'étudier par questionnaire, le risque de pathologie du sommeil dans une population de plongeurs civils.

Ces plongeurs sont des plongeurs valides qui effectuent des plongées de formation ou de loisirs. Nous excluons donc les plongeurs professionnels ou militaires.

On se propose donc d'envoyer des questionnaires Dans 4 clubs référents :

Le Centre international de plongée à Nice.

Le Centre de plongée écosystème de la Grande Motte.

Le CPMC associatif à Manguio Carnon

Le centre de plongée Nautica plongée à pointe noire en Guadeloupe.

Les données seront colligées sur un tableur.

B) Choix du questionnaire

On utilisera des questionnaires validés scientifiquement.

Il faut un objectif clair avec des questions simples, claires et concises, faciles à comprendre par les personnes interrogées afin de répondre immédiatement.

Il faut que ces questionnaires aient une conception fiable avec une validité externe et interne et soient validés scientifiquement. La sensibilité et la spécificité doit être acceptable

On propose d'utiliser les questionnaires validés scientifiquement suivants :

Pour diagnostiquer le risque d'apnée les tests de STOP BANG¹⁹ et de BERLIN²⁰

Pour diagnostiquer la fatigue, on propose d'utiliser le score de Pichot.

Pour dépister toutes les pathologies du sommeil, le sleep disorders questionnaire qui a le défaut d'être un peu long mais qui peut être remplacé par le short sleep questionnaire²¹

Il peut se discuter aussi de réaliser un agenda du sommeil mais qui nécessite une approche prospective car il est sur un mois.

¹⁹ Validation of the **STOP-Bang Questionnaire** as a Screening Tool for Obstructive Sleep Apnea among Different Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis.

Nagappa M, Liao P, Wong J, Auckley D, Ramachandran SK, Memtsoudis S, Mokhlesi B, Chung FPLoS One. 2015 Dec 14;10(12):e0143697. doi: 10.1371/journal.pone.0143697. eCollection 2015. PMID: 26658438

²⁰ Validity of the **Berlin questionnaire** in detecting obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. Senaratna CV, Perret JL, Matheson MC, Lodge CJ, Lowe AJ, Cassim R, Russell MA, Burgess JA, Hamilton GS, Dharmage SC. Sleep Med Rev. 2017 Dec;36:116-124. doi: 10.1016/j.smrv.2017.04.001. Epub 2017 Apr 8. PMID: 28599983

²¹ The sleep disorders questionnaire : Creation and multivariate structure of SDQ
Alan B Douglass, Robert Bornstein, Sleep, Vol 17 No2 1994

Le questionnaire « STOP BANG »

S Snoring

Ronflez-vous bruyamment (plus fort que la parole, ou entendu à travers une cloison

Oui Non

T Tiredness

Vous sentez-vous souvent fatigué, las ou somnolent durant la journée ?

Oui Non

O Observed apnea

Vous a-t-on fait remarquer que vous arrêtez de respirer pendant votre sommeil ?

Oui Non

P Blood Pressure

Etes-vous hypertendu ou prenez-vous un traitement pour la tension ?

Oui Non

BMI Index de masse corporelle IMC > 25 kg/ m²

Oui Non

Age > 50 ans

Oui Non

Neck Circonférence du cou > 40 cm

Oui Non

Gender Sexe masculin

Oui Non

TOTAL réponses positives :

Interprétation :

Probabilité de SAOS faible : 0- 2 réponses positives

Probabilité de SAOS modérée : 3-4 réponses positives

Probabilité de SAOS élevée : ≥ 5 réponses positives

Le questionnaire de BERLIN :

Répondez au Questionnaire de Berlin : évaluation du sommeil

Complétez votre taille _____ votre poids _____ votre âge _____ votre sexe _____

Catégorie 1

1. Est-ce que vous ronflez ?
- oui
- non
- je ne sais pas
- Si vous ronflez ?
2. Votre ronflement est-il ?
- Légèrement plus bruyant que votre respiration aussi bruyant que votre voix lorsque vous parlez
- plus bruyant que votre voix lorsque vous parlez
- très bruyant, on vous entend dans les chambres voisines
3. Combien de fois ronflez vous ?
- Presque toutes les nuits
- 3 à 4 nuits par semaine
- 1 à 2 nuits par semaine
- 1 à 2 nuits par mois
- jamais ou presque aucune nuit
4. Votre ronflement a-t-il déjà dérangé quelqu'un d'autre ?
- oui
- non
5. A-t-on déjà remarqué que vous cessiez de respirer durant votre sommeil ?
- Presque toutes les nuits
- 3 à 4 nuits par semaine
- 1 à 2 nuits par semaine
- 1 à 2 nuits par mois
- jamais ou presque aucune nuit

Catégorie 2

6. Combien de fois vous arrive-t-il de vous sentir fatigué ou las après votre nuit de sommeil ?
- Presque tous les matins
- 3 à 4 matins par semaine
- 1 à 2 matins par semaine
- 1 à 2 matins par mois
- jamais ou presque jamais
7. Vous sentez-vous fatigué, las ou peu en forme durant votre période d'éveil ?
- Presque toutes les jours
- 3 à 4 jours par semaine
- 1 à 2 jours par semaine
- 1 à 2 jours par mois
- jamais ou presque jamais
8. Vous est-il arrivé de vous assoupir ou de vous endormir au volant de votre véhicule ?
- oui
- non
- Si oui, à quelle fréquence cela vous arrive-t-il ?
- Presque tous les jours
- 3 à 4 jours par semaine
- 1 à 2 jours par semaine
- 1 à 2 jours par mois
- jamais ou presque jamais

Catégorie 3

9. Souffrez-vous d'hypertension artérielle ?
- oui
- non
- je ne sais pas
- INDICE IMC = _____ (voir tableau)

Evaluation des Questions :

n'importe quelle réponse à l'intérieur d'un cadre est une réponse positive

Evaluation des Catégories :

- La catégorie 1 est positive avec au moins 2 réponses positives aux question 1 à 5
- La catégorie 2 est positive avec au moins 2 réponses positives aux question 6 à 8
- La catégorie 3 est positive avec au moins 1 réponse positive et/ou un IMC > 30

Résultat final

Au moins 2 catégories positives indiquent une forte probabilité d'apnée du sommeil

Le score de PICHOT :

Échelle de fatigue de Pichot

Nom : Prénom : Date de naissance :

Parmi les huit propositions suivantes, déterminez celles qui correspondent le mieux à votre état en affectant une note entre 0 et 4 :

(0 = Pas du tout ; 1= Un peu ; 2 = Moyennement ; 3= Beaucoup ; 4 = Extrêmement)

Je manque d'énergie.....	0	1	2	3	4
Tout demande un effort.....	0	1	2	3	4
Je me sens faible à certains endroits du corps.....	0	1	2	3	4
J'ai les bras ou les jambes lourdes	0	1	2	3	4
Je me sens fatigué sans raison.....	0	1	2	3	4
J'ai envie de m'allonger pour me reposer.....	0	1	2	3	4
J'ai du mal à me concentrer	0	1	2	3	4
Je me sens fatigué, lourd et raide	0	1	2	3	4

Votre Score :

Un total > à 22 est en faveur d'une fatigue excessive.

Le SLEEP DISORDER QUESTIONNAIRE :

- 1 Au cours du mois dernier, quand êtes-vous habituellement allé vous coucher le soir ?

Heure habituelle du coucher:

- 2 Au cours du mois dernier, combien vous a-t-il habituellement fallu de temps (en minutes) pour vous endormir chaque soir ?

≥ 15 minutes 0

16-30 minutes 1

31-60 minutes 2

> 60 minutes 3

- 3 Au cours du mois dernier, quand vous êtes-vous habituellement levé le matin ?

Heure habituelle du lever:

- 4 Au cours du mois dernier, combien d'heures de sommeil effectif avez-vous eu chaque nuit ? (Ce nombre peut être différent du nombre d'heures que vous avez passé au lit)

Heures de sommeil par nuit:

Examinez la **question 4**, et attribuez un score:

> 7 heures 0

6-7 heures 1

5-6 heures 2

< 5 heures 3

Durée du sommeil

Calculez le nombre d'heures passées au lit:

((Heure du lever (#3) - Heure du coucher (#1)) = Nb d'heures passées au lit

- =

Calculez l'efficacité du sommeil:

((Nb heures sommeil (#1) / Nb heures au lit (résultat au-dessus))*100 = Efficacité habituelle (en %)

(/ %

Attribuez le score pour l'Efficacité habituelle du sommeil:

> 85% 0

75-84% 1

65-74% 2

< 65% 3

Efficacité habituelle du sommeil

0 Pas au cours du dernier mois

1 Moins d'une fois par semaine

2 Une ou deux fois par semaine

3 Trois ou quatre fois par semaine

5 Au cours du mois dernier, avec quelle fréquence avez-vous eu des troubles du sommeil car...

a Vous n'avez pas pu vous endormir en moins de 30 minutes	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
b Vous vous êtes réveillé au milieu de la nuit ou précocement le matin	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
c Vous avez dû vous lever pour aller aux toilettes	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
d Vous n'avez pas pu respirer correctement	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
e Vous avez toussé ou ronflé bruyamment	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
f Vous avez eu trop froid	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
g Vous avez eu trop chaud	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
h Vous avez eu de mauvais rêves	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
i Vous avez eu des douleurs	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
j Pour d'autre(s) raison(s), donnez une description:	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
<div style="background-color: #e0e0e0; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="background-color: #e0e0e0; height: 20px; width: 100%;"></div>				
Indiquez la fréquence des troubles du sommeil pour ces raisons	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

- 6 Au cours du mois dernier, comment évalueriez-vous globalement la qualité de votre sommeil ?

Très bonne 0

Assez bonne 1

Assez mauvaise 2

Très mauvaise 3

Qualité subjective du sommeil

- 7 Au cours du mois dernier, combien de fois avez-vous pris des médicaments (prescrits par votre médecin ou achetés sans ordonnance) pour faciliter votre sommeil ?

Pas au cours du dernier mois 0

Moins d'une fois par semaine 1

Une ou deux fois par semaine 2

Trois ou quatre fois par semaine 3

Utilisation d'un médicament
du sommeil

- 8 Au cours du mois dernier, combien de fois avez-vous eu des difficultés à demeurer éveillé(e) pendant que vous conduisiez, preniez vos repas, étiez occupé(e) dans une activité sociale ?

Pas au cours du dernier mois 0

Moins d'une fois par semaine 1

Une ou deux fois par semaine 2

Trois ou quatre fois par semaine 3

Additionnez les scores des **questions 8 et 9**,
et attribuez le score :

0 0

1-2 1

3-4 2

5-6 3

- 9 Au cours du mois dernier, à quel degré cela a-t-il représenté un problème pour vous d'avoir assez d'enthousiasme pour faire ce que vous aviez à faire ?

Pas du tout un problème 0

Seulement un tout petit problème 1

Un certain problème 2

Un très gros problème 3

Daytime dysfunction score

10 Avez-vous un conjoint ou un camarade de chambre ?

- Ni l'un, ni l'autre.
 Oui, dans le même lit.
 Oui, mais dans une chambre différente.
 Oui, dans la même chambre mais pas dans le même lit.

Si vous avez un camarade de chambre ou un conjoint, demandez-lui combien de fois le mois dernier vous avez présenté :

- 0** Pas au cours du dernier mois
 1 Moins d'une fois par semaine
 2 Une ou deux fois par semaine
 3 Trois ou quatre fois par semaine

a) Un ronflement fort	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
b) De longues pauses respiratoires pendant votre sommeil	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
c) Des saccades ou des secousses des jambes pendant que vous dormiez	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
d) Des épisodes de désorientation ou de confusion pendant le sommeil	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
e) D'autres motifs d'agitation pendant le sommeil :	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

Calcul du score global au PSQI

Le PSQI comprend 19 questions d'auto-évaluation et 5 questions posées au conjoint ou compagnon de chambre (s'il en est un). Seules les questions d'auto-évaluation sont incluses dans le score.

Les 19 questions d'auto-évaluation se combinent pour donner 7 « composantes » du score global, chaque composante recevant un score de 0 à 3.

Dans tous les cas, un score de 0 indique qu'il n'y a aucune difficulté tandis qu'un score de 3 indique l'existence de difficultés sévères. Les 7 composantes du score s'additionnent pour donner un score global allant de 0 à 21 points, 0 voulant dire qu'il n'y a aucune difficulté, et 21 indiquant au contraire des difficultés majeures.

Additionnez les scores des 7 composantes des encarts bleus tout au long du questionnaire :

Score global au PSQI :

	Sleep quality	Daytime sleepiness
	Pittsburgh Sleep Quality index (PSQI)	Epworth sleepiness scale
Number of items	19 (+5 bed partner)	8
Number of categories	7	1
Names of categories	Subjective sleep quality, Sleep latency, Sleep duration, Habitual sleep efficiency, sleep disturbances, sleep medication, daytime dysfunction	Propensity of falling asleep
Scaling of items	4 point likert, openQ	4 point scale
Scoring test retest reliability	Yes ($\alpha = 0.85$)	0.81 – 0.93
Scoring internal consistency	Yes ($\alpha = 0.83$)	0.73 – 0.9
Characteristics	>5 : poor / good sleepers Sensitivity : 89.6% Specificity : 86.5%	Low correlation with objective measures >10 : abnormal

Population with NO complaint of Sleep Disorders	
Context	Consultation for another problem than Sleep Disorders
Goal	Screening for a serious pathology related to the reason of consultation
Number of questions	Minimal

Population WITH complaints of Sleep Disorders				
	BEFORE a Diagnostic consultation for Sleep Disorders	DURING a Diagnostic consultation for Sleep Disorders		PRE / POST Treatment consultation for Sleep Disorders
Goal	1 – Screening / Triage 2 - Global knowledge of the patient 3 – Epidemiologic research	1- Help : Not to forget Associated Sleep / Medical Disorders 2 – Shortening : the consultation 3 – Quantification : Symptom / Disorder		Personalized and more successful treatment management: Patient 1 – Motivation regarding therapy 2 – Satisfaction of Doctor / HCP Doctor 3 – Knowledge of collaborating Work team
Number of questions	Maximal	1 / 3 - Minimal	2 / 3 - Maximal	Minimal to maximal

PARTIE 5 : PROPOSITION DE MESURES A METTRE EN ŒUVRE

A) A PROPOS DU SOMMEIL

Les conseils pour bien dormir :

- Apprendre à connaître ses besoins de sommeil et à respecter ses rythmes.
- Maintenir des horaires de sommeil régulier virgule et surtout ceux du lever.
- S'exposer quotidiennement à la lumière du jour.
- Favoriser une activité physique si possible le matin.
- Être attentif aux signes de sommeil de points, bâillement, paupières lourdes...
- Créer un environnement favorable au sommeil : chambre aérée, calme, température entre 18 et 20°.
- Respectez un temps de détente avant le coucher pour favoriser un rituel.
- Réservez le lit au sommeil et à l'intimité.
- Ne pas chercher à rester au lit si on ne dort pas.

À éviter.

- Un temps passé au lit excessif.
- Les excitants : café, t, vitamine C, boisson énergisante ou à base de coca, tabac.
- Les dîners trop copieux le soir.
- La prise d'alcool le soir.
- Une pratique tardive du sport.
- Des activités trop stimulantes le soir.
- La télévision dans la Chambre.
- La lumière des écrans électroniques le soir est dans le lit.

B) A PROPOS DE LA PLONGEE

Voici es recommandations afin d'éviter la fatigue retrouvée sur internet qui collige plusieurs ouvrages ou études, beaucoup relève du simple bon sens :²²

Plonger au Nitrox.

Respecter scrupuleusement les paliers.

Éviter les plongées profondes.

Avoir une bonne hydratation avant et après la plongée.

Avoir une bonne condition physique et l'entretenir.

Travailler la flottabilité, adopter un lestage adapté.

²² <https://differentdive.com/fatigue-apres-la-plongee/>

http://esdplongee.fr/technique/fatigue_nitrox.htm

AQUADOMIA Formation plongée sous-marine · YouTube2,3 k+ vues · il y a 6 ansGrosse

fatigue après la plongée : normal ou pas ? - YouTube

<https://www.aquadomia.pro/amp/2022/07/plongee-lentement.html>

https://www.casar.fr/WP/?page_id=295

Palmer lentement, le moins possible et se laisser porter par le courant sans lutter contre lui
Choisir une combinaison, gants, cagoule, bottillons adaptés à la température de l'eau afin de lutter contre le froid.

Se couvrir avant et après l'immersion, utiliser des boissons chaudes avant et après les plongées en eaux froides.

Limiter la fatigue due à l'angoisse en s'entourant de binôme de confiance, progresser à son rythme, choisir des plongées adaptées à son niveau d'expérience.

Éviter les situations anxiogènes.

Communiquer à propos de son stress avec ces binômes

Étudier et visualiser la plongée à venir en étant attentif au briefing et poser les questions qui viennent à l'esprit.

Bien se nourrir avant et après la plongée.

Éviter les efforts avant et après immersion.

Se protéger du soleil et du vent

Certains sites institutionnels (Vidal, ministères des sport) évoquent cette problématique et propose des attitudes préventives²³

²³ <https://www.vidal.fr/sante/sport/prevention-accidents-sport/problemes-plongee-sous-marine.html>

<https://www.sports.gouv.fr/sites/default/files/2022-11/t-l-charger-les-r-gles-respecter-pour-une-plong-e-pratiqu-e-en-toute-s-curit--2395.pdf>

<https://www.lamedecinedusport.com/sports/apnee-du-sportif-des-contraintes-physiologiques-environnementales-complexes/>

CONCLUSION

La plongée de loisir se développe internationalement depuis une vingtaine d'années avec des conséquences économiques et écologiques notables mais nombreux de pratiquants oublient que cela reste une activité à risque. Indépendamment des risques inhérents propre à l'activité elle-même, se pose la question des risques interindividuels avec le vieillissement de la population des plongeurs et des paramètres difficiles à évaluer : la condition physique, la fatigue et de potentiels troubles du sommeil majorant le risque d'accident de plongée.

Nous avons vu que la fatigue due au manque de sommeil entraîne un risque inflammatoire et aussi de choix inadaptés dans des situations de stress.

Il y a donc un intérêt manifeste à rechercher sur une population de plongeurs si certains sujets sont à risque de pathologie du sommeil et, en cas de positivité sur les questionnaires, de leur conseiller de consulter un médecin du sommeil. L'étude que nous proposons souhaite évaluer ce risque.

Dans un second temps il serait intéressant de proposer à l'ensemble des centres de médecine hyperbare de rechercher par ces questionnaires validés une pathologie du sommeil et si elle existe de la prendre en charge dans l'ensemble des accidents de plongées traités et en particulier ceux « immérités » c'est-à-dire sans erreur de procédure associée.

On insiste également sur la nécessité évidente d'informer le plongeur sur ce facteur de risque accidentogène « fatigue trouble du sommeil » en prévention.

Il semble également important d'encore plus sensibiliser les clubs et associations sur ce risque.

Finalement, avant une plongée, ne vaut-il pas poser la question suivante : Avez-vous bien dormi la nuit dernière ? Plutôt qu'est-ce que vous sentez fatigué ?

