



LA PLONGÉE SOLO OU SELF-RELIANT DIVER

JEAN-CLAUDE TAYMANS





Photo de couverture

Wikimedia commons,
Auteur : Deierstoiner
Licence CC-BY-SA 4.0

Non libre de droit



AVERTISSEMENTS

La plongée est une activité à risque. Elle ne peut être pratiquée que par des personnes correctement formées, bien entraînées et en bonne condition physique et mentale. Le non-respect des règles peut conduire à des blessures graves, des invalidités permanentes ou à la mort. Il vous incombe personnellement d'en évaluer les risques. Ne comptez pas sur les données de cet ouvrage pour garantir votre sécurité. Avant d'entrer dans l'eau, vous devez exercer votre propre jugement quant aux dangers et difficultés que vous allez rencontrer. A vous de faire une évaluation réaliste des conditions de plongée, de la difficulté du site et de votre condition physique !

Ce livre ne remplace pas la formation et n'est pas un substitut à un encadrement professionnel.

L'auteur n'assume dès lors aucune responsabilité quant aux données et informations publiées dans cet ouvrage. L'auteur ainsi que l'éditeur ne peuvent encourir aucune responsabilité, légale ou contractuelle, pour les dommages éventuels encourus en raison de l'utilisation de cet ouvrage.

LA PLONGÉE SOLO, EST UNE ACTIVITÉ À TRÈS HAUT RISQUE. ELLE NE PEUT S'ENVISAGER QU'AVEC UNE PRÉPARATION PARTICULIÈREMENT STRICTE.

L'OBJECTIF DE CET OUVRAGE, N'EST PAS DE DÉCRIRE LE SYSTÈME DU BINÔME, MAIS DE MONTRER QUE LA PLONGÉE EN SOLO, SI ELLE EST PRATIQUÉE EN SÉCURITÉ, AVEC PRUDENCE ET UNE FORMATION ADÉQUATE N'EST NI ABSURDE, NI COMPLÈTEMENT FOLLE.

Toute reproduction d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, notamment par photocopie, imprimerie, microfilm est interdite sans l'autorisation de l'auteur.

Copyright © Jean-Claude Taymans, tous droits réservés
2 Rue Mouzin – 7390 Wasmuël – Belgique
Jeanclaude.taymans@scarlet.be
D'mai 2015 Jean-Claude Taymans : Editeur
ISBN 978-2-930747-12-5



SOMMAIRE

TABLEAU DES MISES À JOUR ET MODIFICATIONS	5
1. INTRODUCTION	7
1.1. DÉFINITION, CONTEXTE ET HISTORIQUE DE LA PLONGÉE SOLO	7
1.2. HISTORIQUE DE LA PLONGÉE AVEC BINÔME	7
1.3. LE SYSTÈME DE BINÔME EST-IL ABSOLUMENT FIABLE ?	7
1.4. POURQUOI PLONGER EN SOLO ?	9
1.5. LE PLONGEUR SOLO EST-IL ASOCIAL ?	9
1.6. POURQUOI LA PLONGÉE SOLO EST-ELLE ENCORE TABOU ?	9
1.7. LA PLONGÉE SOLO EST-ELLE PLUS DANGEREUSE QU'EN BINÔME ?	10
1.8. LES FORMATIONS	10
1.9. QUEL EST LE POURCENTAGE DE PLONGEURS SOLO ?	11
1.10. LE PROFIL DU PLONGEUR SOLO ASSIDU	11
1.11. QUID DES ASSURANCES	12
2. LE PLONGEUR AUTOSUFFISANT	12
2.1. AUTOÉVALUATION	13
2.2. AUTORÉGULATION	13
3. LA GESTION DU RISQUE	14
3.1. LES CATÉGORIES DE RISQUES	14
3.1.1. <i>Risque faible</i>	14
3.1.2. <i>Risque moyen</i>	14
3.1.3. <i>Risque élevé</i>	14
3.2. LE « WHAT-IF » ET LES PRINCIPES DE REDONDANCE	15
3.2.1. Le « <i>What-if</i> »	15
3.2.2. <i>Les redondances</i>	15
3.3. LES RISQUES DU MILIEU NATUREL	17
3.3.1. <i>Les risques liés à la température</i>	17
3.3.2. <i>Le manque de visibilité</i>	23
3.3.3. <i>Les courants</i>	23
3.3.4. <i>La narcose ou ivresse des profondeurs</i>	24
3.3.5. <i>La faune et la flore</i>	28
3.3.6. <i>L'emmêlement</i>	28
3.3.7. <i>Le risque de se perdre</i>	28
3.3.8. <i>Les vagues</i>	29
3.3.9. <i>Le vent</i>	29
3.3.10. <i>L'incarcération</i>	29
3.3.11. <i>Le risque d'explosion</i>	29
3.4. LA PANNE D'AIR	29
3.4.1. <i>Calcul de l'autonomie, détermination de la consommation</i>	30
3.4.2. <i>Règle des tiers</i>	31
3.4.3. <i>Les redondances</i>	31
3.5. LES PANNES LIÉES AU MATÉRIEL	35



3.5.1. Ordinateur.....	35
3.5.2. Gilet stabilisateur.....	36
3.5.3. Instrumentation.....	36
3.6. LES RISQUES LIÉS À LA PHYSIOLOGIE DU PLONGEUR.....	36
3.6.1. Aptitude et forme physique.....	36
3.6.2. Mauvaises habitudes à bannir.....	37
3.6.3. Contre-indications à la plongée.....	37
4. DEGRÉ D'ENGAGEMENT DE LA PLONGÉE.....	39
4.1 APPROCHE TTS.....	39
4.2. APPROCHE ANALYTIQUE.....	39
5. ANALYSE DES RISQUES.....	41
5.1. DÉFINITIONS.....	42
5.2. MÉTHODE KINNEY.....	42
5.2.1 Tableaux des facteurs G, E et P.....	43
5.2.2 Tableaux de l'évaluation du « Risque » (Rk).....	44
5.3. APPLICATION DE LA MÉTHODE KINNEY.....	44
5.3. MÉTHODE MATRICIELLE OU HSE.....	46
5.3.1. Tableaux des facteurs.....	46
5.3.2. Matrice d'évaluation des risques.....	47
5.3.3. Application de la méthode matricielle.....	48
5.4. ANALYSE CRITIQUE DES DEUX MÉTHODES.....	49
6. CONSEIL POUR LA PLONGÉE SOLO.....	50
6.1. ATTÉNUATION DES RISQUES.....	51
7. LA FORMATION EN PLONGÉE SOLO.....	52
8. RÉSULTATS DE SONDAGE.....	53
8.1. RÉPARTITION DES NIVEAUX DES PLONGEURS.....	53
8.1.1. Au niveau des organisations.....	53
8.1.2. Au niveau du groupe.....	53
8.1.3. Conclusions.....	53
8.1. MISE EN DANGER.....	54
8.1.1. Analyse.....	54
8.2. PLONGÉE SOLO.....	55
8.2.1. Analyse.....	56
8.3. CONCLUSIONS.....	56
9. BIBLIOGRAPHIE.....	57

TABLEAU DES MISES À JOUR ET MODIFICATIONS.

Version	Date	Remarques
Vers1. beta	Avril 2015	Original version d'évaluation
Vers.2	7 Mai 2015	Ajout des chapitres : assurances (1.11), narcose (3.34), le best mix (3.3.4), remarque des internautes dans le chapitre sondage. Renumerotation du chapitre 3.
Vers.3	8 juin 2015	Mise à jour suivant les remarques utilisateurs et mise à jour des tableaux du sondage
Vers.4	Novembre 2020	Ajout des chapitres « analyse de risque » ; « Degré d'engagement de la plongée », bibliographie Mise à jour chapitre atténuation des risques



One inescapable conclusion, however, is that buddy diving, as commonly practiced, does not offer ironclad protection from accidental drowning. No matter how you choose to dive, proper planning and training, combined with moment-to-moment attention and are, are the best insurance against mishap.

Une conclusion inévitable, cependant, est que le système de binôme, telle qu'on la pratique, n'offre pas une protection à toute épreuve de la noyade accidentelle. Peu importe comment vous choisissez de plonger, une bonne planification et formation, combinée avec une attention de tous les instants, sont la meilleure assurance contre les incidents.

Dr Tom Millington¹

Le syndrome de l'autruche.

The sport diving industry at present (at least some facets of it) suffers from an ailment that I've termed "the ostrich syndrome." When an ostrich senses any sign of trouble or trepidation it immediately buries its head in the sand, a rather unbecoming posture that many so-called "leaders" in the sport diving community have assumed in connection with the issue of solo diving. Because of this unproductive position, those divers who have elected to go solo have found it nearly impossible to access up-to-date information that applies to their chosen style of diving.

A l'heure actuelle, l'industrie de la plongée sportive, ou du moins certaines des facettes de celle-ci, souffre d'une affection que j'ai appelé « le syndrome de l'autruche ». Quand une autruche détecte un signe de trouble ou de trépidation, elle enterre immédiatement sa tête dans le sable ; une posture plutôt inconvenante que beaucoup de soi-disant « leaders » de la communauté de la plongée sportive ont pris comme attitude, dans le cadre de la problématique de la plongée en solo. En raison de cette position improductive, les plongeurs qui ont choisi de plonger seul ont une impossibilité de trouver des informations qui s'appliquent au style de plongée qu'ils ont choisi.

Rober vonMaier²

¹ Solo Diving, Rober Von Maier page 27

² Solo Diving, Rober Von Maier page 46



1. INTRODUCTION

1.1. Définition, contexte et historique de la plongée solo.

La plongée en solo, comme son nom l'indique, est une plongée sans binôme. Sujet tabou et décrié aussi bien dans les structures associatives que commerciales, où les plongeurs qui osaient s'afficher comme « Solo Diver » étaient considérés comme des asociaux, des « trompe-la-mort » et même des pestiférés qu'il fallait « éliminer à tout prix » du club ou de la structure... pour éviter la contagion !

Le premier gros pavé dans la mare aux canards des bienpensants a été lancé en 1991 par Robert vonMaier qui publia un ouvrage qui fait toujours référence de nos jours : *Solo Diving. The art of underwater self-sufficiency*³. Le second gros pavé dans la mare, qui déclencha un véritable tsunami dans le microcosme de la plongée, eut lieu en 1999, lorsque SDI se basant sur l'ouvrage de Robert von Maier et bravant tous les interdits, proposa officiellement une formation de plongeur solo. En 2011 PADI va emboîter le pas, sans toutefois oser nommer « un chat un chat ». La formation de plongeur solo PADI se nommera pudiquement « Self-Reliant Diver » ou plongeur autosuffisant !

Depuis, le sujet est sorti de la confidentialité et du monde de la plongée technique pour rentrer à petits pas dans le monde de la plongée « loisir » et de plus en plus les sujets sur la plongée solo deviennent récurrents sur les fora anglo-saxon et francophone.

1.2. Historique de la plongée avec binôme

Les origines de la plongée en binôme ne sont pas certaines, deux hypothèses sont généralement citées : les origines militaires de la plongée et/ou des origines civiles liées à la chasse sous-marine et l'apnée. A l'origine, avant l'invention du scaphandre autonome, les militaires ainsi que les plongeurs commerciaux⁴ étaient reliés à la surface par un ombilical qui permettait l'alimentation en air et la communication. C'était l'époque des scaphandriers « pieds lourds » qui avaient une assistance en surface : le « tender man ». A l'apparition du scaphandre autonome avec détendeur à la demande⁵, l'ombilical va disparaître, et pour maintenir une « idée d'assistance », le « tender man » va devenir le binôme. Puis, petit à petit, le scaphandre autonome va faire son apparition parmi les chasseurs sous-marins⁶, qui, ayant déjà l'habitude de chasser par paire (un en immersion et un autre en surface), n'auront aucune difficulté à adopter les protocoles militaires pour les formations et le système de binôme.

1.3. Le système de binôme est-il absolument fiable ?

Le principe de la plongée avec un binôme repose sur le fait que la paire de plongeur forme entre eux un système redondant et que chacun des binômes est prêt à porter aide et assistance pour palier à une panne de matériel, à un malaise ou un embarras quelconque de

³WatersportPublishing, Inc ISBN 0-922769-13-3 (original); Aqua Quest Publications, ISBN 1-881652-28-9 (édition revue de 2001).

⁴ C'est toujours vrai à l'heure actuelle pour les Opérateurs en Travaux Subaquatique (OTS), qui font des interventions longues et statiques.

⁵ Cousteau – Gagnan 1945 (CG 45), détendeur à la demande a un seul étage qui deviendra le Mistral, puis le Royal Mistral.

⁶ Ce sont les groupements de chasseurs sous-marins qui vont être à l'origine des organisations actuelles : En France la Fédération des Sociétés de Pêche à la Nage et d'Etudes Sous-marines (1948) qui deviendra la FFESSM. Aux Etats-Unis les Florida Skin Diver Association (1952) vont donner naissance à IDEA, PADI, NAUI et par la suite jeter les bases du Recreational Scuba Training Council.



son compagnon de plongée. Ce système est-il absolument fiable ? Dans un monde théorique et idéal certainement ; pour des militaires ultra entraînés, ultra disciplinés et reliés par une dragonne pour ne pas se perdre de vue, probablement. Mais pour le plongeur « loisir » il y a un doute légitime... En effet pour que ce soit le cas il faudrait que :

- Les membres du binôme aient les compétences suffisantes, ce qui n'est pas toujours le cas en effet : d'une part, lors de la formation des palanquées on met souvent un « fort » et un « faible », le « faible » étant à la limite de ses compétences et, d'autre part, l'instructeur qui plonge avec un élève, plonge avec une personne qui n'a pas encore les compétences... virtuellement c'est comme si l'instructeur plongeait en solo !
- Le binôme soit indissociable. Pour que ce soit la réalité, il faudrait que les deux plongeurs soient reliés, comme les militaires, par une dragonne. Ce n'est pas souvent le cas, il n'est pas rare de voir :
 - Des plongeurs qui se cherchent durant un laps de temps plus ou moins long, et qui oublient souvent de regarder au-dessus ou en-dessous d'eux ;
 - Une moitié du binôme qui attend sur le fond que l'autre moitié arrive à descendre en essayant d'équilibrer les oreilles ;
 - Des binômes qui se perdent et qui se retrouvent -ou ne se retrouvent pas- en surface⁷ après un laps de temps assez long ;
 - Des binômes qui sont encore en contact visuel, mais qui sont tellement éloignés les uns des autres, qu'il leur est impossible d'intervenir d'une manière efficace en cas d'urgence !
 - Des binômes qui sont tellement absorbés par leur activité (photo, vidéo...) qu'ils ne font absolument plus attention à leur compagnon de plongée.
- Bien souvent on voit, surtout lors de plongée du bord (Zélande...), des plongeurs qui cherchent un partenaire. Sans réelle vérification des compétences, ils font confiance et considèrent que c'est un binôme valable.

Pour toutes ces raisons, le système de binôme et plus généralement de palanquée montre ses limites. Les « plongeurs solos » ont coutume de dire : « *Il vaut mieux plonger seul que mal accompagné* », ce qui n'est pas faux ! D'après Philip Coutanche (UK) 52% des plongeurs estiment qu'ils ont été mis, à un moment donné ou à un autre, en danger par l'action ou le comportement du binôme⁷⁻⁸. La même posée sur un forum francophone⁹, donne en 2015 un résultat de 76% de plongeurs qui estiment avoir été mis en danger par le binôme... ou pire par un encadrant ! En réalité, le système de binôme donne une fausse idée de sécurité, avec un effet aggravant : l'effet de groupe. L'effet de groupe peut engendrer les pires bêtises car on se sent « obligé » de ne pas décevoir et de tenir son « rang » au sein du groupe. Bêtises telles que plonger en n'étant pas bien, fatigué, malade, énervé, déprimé, sous l'influence de l'alcool ou de la drogue. Autrement dit, en étant incapable d'assumer son rôle de binôme garant de la sécurité.

Dans la réalité, le système de binôme ne fonctionne que si les plongeurs ont les mêmes centres d'intérêts et des niveaux de compétences et d'expériences similaires. De même, ils doivent se

⁷ D'après DAN la majorité des accidents mortels à lieu s'il y a une séparation des binômes et seulement 17% des cas sont des plongeurs solos. Dans 4% des cas il y a la perte des deux binômes.

⁸ [Does the buddy system really make recreational scuba diving any safer? A Research Project submitted in part fulfilment of the requirements for award of the degree of BA \(Hons\) Outdoors Education and Adventure Recreation of Buckinghamshire Chilterns University College](#) – Question 7 page 29.

⁹ 158 réponses



surveiller en permanence avant, pendant et après la plongée de manière à pouvoir apporter aide et assistance immédiatement.

Néanmoins il existe des situations où la présence du binôme est obligatoire, c'est notamment le cas où l'un des plongeurs n'a pas les compétences ou la confiance nécessaire pour être autosuffisant dans un environnement donné. Mais dans ce cas de figure peut-on encore parler de plongée en binôme ? N'est-il pas plus réaliste de parler de plongée encadrée ?

1.4. Pourquoi plonger en solo ?

Les motivations peuvent être aussi multiples que variées :

- Généralement, les photographes et vidéastes sous-marins préfèrent plonger seul pour pouvoir mieux se concentrer sur la prise de vue.
- Plongeurs ayant des intérêts particuliers qui rendent difficile la plongée en binôme et qui rendent même difficile la recherche d'un éventuel binôme.
- Ne pas avoir trouvé un binôme pour la plongée.
- Avoir un rythme de plongée ou des horaires qui rendent difficile l'accompagnement d'un binôme.
- Par facilité et pour ne pas devoir rendre des comptes.
- Avoir un sentiment d'autosuffisance, d'indépendance et de liberté uniquement limité par sa propre compétence.
- Avoir le sentiment de ne pas avoir d'entraves liées au binôme.
- Éviter les responsabilités de la prise en charge d'un binôme. En cas d'accident le binôme accidenté ou ses ayants-droits ont de plus en plus tendance à porter plainte contre l'autre membre de la palanquée. C'est d'autant plus vrai, si l'autre moitié du binôme est un encadrant avec une bonne assurance en responsabilité civile et/ou que l'assurance de l'accidenté fait défaut.
- Dans l'urgence, pour porter secours.
- L'esprit d'aventure, le besoin d'une « vie intense » que l'on ne retrouve plus dans notre monde sédentarisé.
- Par pulsion solitaire. Certaines personnes aiment la solitude !
- Le goût du risque, de l'adrénaline et des valeurs primitives de « l'homme seul face à son destin » qu'il est seul à maîtriser.
- Vaincre sa peur, son anxiété devant l'inconnu... Démontrer des valeurs ancestrales de « courage ».

1.5. Le plongeur solo est-il asocial ?

Le plus généralement ce n'est pas le cas, c'est un argument souvent utilisé dans les structures pour décrédibiliser le « plongeur solo » et la « plongée solo ». En réalité, le plongeur solo aime autant que les autres partager son expérience, mais préfère le faire en surface. S'il plonge en solo c'est pour les raisons évoquées au chapitre précédent.

1.6. Pourquoi la plongée solo est-elle encore taboue ?

PARDONNEZ-MOI MON PÈRE, J'AI PÉCHÉ, JE ME SUIS ADONNÉ AU PLAISIR SOLITAIRE... J'AI PLONGÉ EN SOLO !

Malgré les avancées de ces dernières années, le sujet reste encore, dans une large mesure, tabou dans la plupart des structures. Les encadrants en parlent « sous le manteau » comme d'une maladie honteuse. Certains avouent qu'ils plongent en solo et y prennent du plaisir !



Cette omerta concernant la plongée solo est principalement due au dogmatisme des fédérations et autres organisations de plongée. En dehors du traditionnel « on a toujours fait comme ça », les motifs pour refuser tout débat sur le sujet sont probablement plus terre à terre et mercantiles. En effet, si les plongeurs commencent à être autosuffisants :

- Les dirigeants des clubs peuvent craindre la désaffection d'un certain nombre de plongeurs, qui n'ont plus besoin de la structure pour trouver un binôme. Plus grave, la désaffection risque de toucher principalement les plongeurs les plus expérimentés.
- Les structures commerciales peuvent penser qu'ils vendront moins de formations. Ce qui est paradoxal c'est que les grandes organisations de formation ont pensé à la spécialité « plongeur autosuffisant », lorsque le volume des ventes de formation a commencé à stagner. Ils se sont donc servi, hypocritement, d'un sujet tabou pour espérer relancer la machine commerciale.

1.7. La plongée solo est-elle plus dangereuse qu'en binôme ?

Il est très difficile de répondre à cette question. En effet, il n'y a pratiquement jamais eu d'études publiées sur le sujet. Les seules études faites étaient très parcellaires¹⁰, les auteurs reconnaissant eux même que ce n'était qu'une première approche. Ou alors, l'approche et les conclusions sont nettement partisans pour les raisons invoquées au chapitre 1.6.

Un des points d'achoppement dans les diverses études accidentologiques est que le pourcentage du nombre de plongées effectuées en solo par rapport au nombre total de plongées, sur la même période et le même environnement, n'a jamais été établi avec certitude. De même, il n'a jamais été établi avec certitude si les plongeurs solos accidentés avaient ou non :

- Suivi une formation ou un entraînement spécifique à cette forme de plongée ;
- Respecté les principes de la plongée solo ;
- Un matériel adéquat pour ce type de plongée (redondance).

En conclusion : A l'heure actuelle, on ne peut ni confirmer, ni infirmer que la plongée solo est plus ou moins dangereuse que la plongée en binôme. D'après une étude parcellaire de DAN^{11 12}, il semble que la séparation accidentelle des binômes soit la situation la plus accidentogène. De fait lors d'une séparation accidentelle des binômes, ces plongeurs se trouvent subitement « plongeur solo ». Mais ces plongeurs ne sont ni formés, ni équipés, ni mentalement aptes à la plongée solo. Ils faisaient totalement confiance au système de binôme...Et subitement le système dérape ! D'où un risque accru. Ce qui me laisse penser qu'une formation en « plongée solo » est salutaire, même si on plonge en binôme !

1.8. Les formations

LA PLONGÉE SOLO EST TOUJOURS UNE DÉMARCHÉ PERSONNELLE, EN AUCUN CAS LA FORMATION NE DOIT INCITER À PLONGER SOLO.

On peut se poser la question : pourquoi faire une formation de « plongeur solo » ? Il est de prime abord étrange de vouloir faire cette « formation » lorsqu'on désire plonger seul, puisque les plongeurs qui font une démarche dans ce sens sont généralement des gens très

¹⁰ Mathématiquement, il faudrait entre 1000 et 1100 réponses pour avoir une marge d'erreur de +/- 3% avec un indice de confiance de 95% et entre 1400 et 1850 réponses pour passer à un indice de confiance de 99%.

¹¹<http://archive.rubicon-foundation.org/xmlui/handle/123456789/1375>

¹²<http://www.diversalernetnetwork.org/files/DivingFatalityCauses.pdf>



expérimentés. La formation permet d'apprendre, a moindre risque, en quelques semaines, les trucs, ficelles et autres astuces que les plongeurs « solo » de la première heure ont mis des mois, voire des années, à apprendre. Faire une formation ne veut pas dire que le plongeur va réellement plonger en solo, il peut tout à fait considérer que cette formation le mène à une plus grande autonomie et à une plus grande sécurité pour lui et le binôme. A l'heure actuelle, trois agences se partagent le marché des formations. Toutes plus ou moins apparentées aux formations SDI qui sont à l'origine de ce type de formation.

Sigle	Agence	Titre du cours	Année
SDI	ScubaDiving International	Solo Diver	1999
PADI	Professional Association of Diving Instructors	Self-Reliant Diver	2011
DIWA	DivingInstructor World Association	Solo Diver	?
IANTD	International Association of Nitrox and Trimix Divers	Self-SufficientDiver	?

1.9. Quel est le pourcentage de plongeurs solo ?

Très difficile à dire, les études étant très fragmentaires, les échantillons statistiques réduits, et les réponses difficiles à obtenir à cause des tabous ! Philip Coutanche¹³, dans son étude de 2006¹⁴ montre que 62%¹⁵ des plongeurs avouent avoir plongé au moins une fois seul, mais que seuls 9% avaient suivi une formation adaptée. Et 63% des plongeurs solo y ont trouvé du plaisir ! Il est intéressant de noter, qu'à l'époque où cette étude a été faite, seul quelques 19% des plongeurs interrogés étaient issus d'une organisation qui pratiquait un cursus « plongeur solo » (SDI, TDI, IANTD) et quelque 55% des plongeurs interrogés sont issus d'une organisation qui « décourage » cette pratique (BSAC, PADI). Notons que depuis 2011 PADI a changé d'avis.

1.10. Le profil du plongeur solo assidu.

Pour les raisons invoquées au paragraphe 1.4, il y a énormément de plongeurs qui pratiquent le « solo » occasionnellement, ils forment la majorité des plongeurs des plongeurs solo. Néanmoins 10 à 15% sont des plongeurs solos assidus¹⁶ qui font plus de 50% de leurs plongées en solo et qui bien souvent totalisent des centaines, voire des milliers de plongées. Leurs profils sont souvent atypiques par rapport à la majorité des plongeurs, ce sont principalement des encadrants, des instructeurs, des plongeurs ayant un « vécu » plongistique important, des plongeurs ayant un rythme de plongée largement au-dessus de la moyenne¹⁷ et des plongeurs très motivés. Mais ce ne sont jamais, ou très rarement, des « têtes brûlées¹⁸ ». Ils se caractérisent par quelques traits de caractère bien trempé :

- La capacité d'évaluer les risques et de les anticiper ;
- La capacité de résoudre les incidents in situ ;
- La capacité de gérer son stress, ses angoisses, ses peurs ;
- La connaissance de leurs limites physiques et mentales, de leurs compétences...

¹³ [Does the buddy system really make recreational scuba diving any safer? A Research Project submitted in part fulfilment of the requirements for award of the degree of BA \(Hons\) Outdoors Education and Adventure Recreation of Buckinghamshire Chilterns University College](#)

¹⁴ Question 3,4,5 page 28 - [Does the buddy system really make recreational scuba diving any safer?](#)

¹⁵ Chiffre corroboré par le sondage sur Facebook

¹⁶ Voir le chapitre 6 Résultat du sondage

¹⁷ On estime que le plongeur Français fait en moyenne 8 plongées par an – [Etude socio-économique relative à la plongée subaquatique de loisir en 2004 – 2005 \(Ministère de la jeunesse et des sports\)](#) – Paragraphe 1.1.4.5

¹⁸ Ceux-là, ne font pas long feu... mais font les titres des journaux !



1.11. Quid des assurances

Dans les fédérations de plongée qui ne reconnaissent pas la plongée solo, la première remarque que l'on entend : « En plongée solo, tu n'es pas assuré ». Ce n'est que très partiellement vrai ! En effet si l'assurance a été souscrite par une organisation qui ne pratique pas ou qui ne reconnaît pas la plongée solo, il est tout à fait probable que la plongée solo fasse partie des exclusions. De même que toutes les pratiques de plongée non enseignées par cette organisation. Si le plongeur souscrit une assurance indépendante des organisations de certification, il doit bien lire son contrat (y compris les petits caractères), en partant du principe : « que tout ce qui n'est pas exclu est couvert ». En vérifiant si, pour une pratique particulière, il ne faut pas un niveau ou une certification spécifique.

Un collègue instructeur a posé la question suivante à DAN en 2012

*Je souhaite avoir un renseignement à savoir si le DAN assurance couvre la plongée solo (moniteur et/ ou plongeur) - Je parle de la plongée seul avec un brevet de plongée solo en plongée sportive soit : un brevet plongeur niveau trois - sans plongée en palier - sans plongée sous plafond - de jour et limité à moins trente mètres.
D.H.*

La réponse

Bonjour D.,

*Je Vous confirme que la plongée solo (loisir et professionnelle) est couverte à termes de police. Merci pour votre attention,
Cordialement*

Mauro Poli

Membership Dept.

Languages: Italiano, English, Français

@: poli@daneurope.org

2. LE PLONGEUR AUTOSUFFISANT

A l'origine de notre activité, les plongeurs étaient des gens de mer, souvent des chasseurs sous-marins qui sont passés à la plongée bouteille. Ils étaient très entraînés et avaient un bon physique de sportif, en contrepartie, les cursus de formation étaient très basiques. Au fil du temps avec la démocratisation de la plongée de plus en plus de « citadins » ce sont mis à découvrir les fonds marins. Ils étaient nettement moins sportifs et n'avaient qu'une connaissance très parcellaire de la mer. Les premiers plongeurs se sont donc, tout naturellement, transformés en instructeurs y trouvant une source de revenus substantielle, basé sur le tourisme. De ce fait, les cursus sont devenus de plus en plus sophistiqués, mais de moins en moins orientés vers l'autonomie et à fortiori l'autosuffisance... Il fallait bien conserver la clientèle !

Le concept d'autosuffisance à une définition assez floue, demandez à dix plongeurs ce qu'est l'autosuffisance et vous aurez dix réponses différentes. D'une manière générale on peut dire que l'autosuffisance est la capacité d'un plongeur à pouvoir appréhender, résoudre et éradiquer seul, sans aide extérieure, tout problème pouvant survenir avant, durant et après la plongée. L'autosuffisance à ses degrés. Un plongeur peut être autosuffisant dans un contexte et un environnement donné mais pas dans un autre. Le plongeur doit donc non seulement



s'autoévaluer, évaluer le contexte, l'environnement et les paramètres de la plongée mais aussi et surtout pouvoir s'autoréguler.

Les processus d'autoévaluation et d'autorégulation ne doivent en aucun cas être pris à la légère. Lorsqu'ils sont bien menés, sans réserve ni concession, ils sont le gage d'une plongée réussie en sécurité.

2.1. Autoévaluation

Nous ne sommes pas tous égaux devant l'autonomie et l'autosuffisance que ce soit du point de vue physique ou mental. Certains mettront plus de temps que d'autres pour être autosuffisants dans une situation donnée et certains ne seront jamais autosuffisants ni même autonomes¹⁹ ! Le point crucial de l'autoévaluation est non seulement de bien connaître ses limites physiques et mentales mais aussi d'évaluer le plus correctement possible ses compétences, sa connaissance de l'environnement et ne surtout pas occulter ses appréhensions. Par exemple un plongeur peut être à l'aise sur des plongées à visibilité réduite et paniquer lors d'un passage sous une voûte. Pour chaque plongée, il faut examiner les questions suivantes :

1. Quels sont les risques de cette plongée (cf. le paragraphe What-if). Ne faut-il pas mieux plonger avec un binôme expérimenté et/ou plus familier avec l'environnement ?
2. Si la réponse à la première question est positive et que la plongée avec un binôme est envisagée, suis-je moi-même assez autonome pour ne pas le mettre en danger ?
3. Si je décide de faire cette plongée en solo, suis-je réellement autosuffisant ? Ai-je réellement : l'expérience, les compétences, le mental, le physique, le matériel pour faire cette plongée en sécurité ?
4. Faut-il un équipement spécial ?
5. Y a-t-il d'autres aspects à envisager pour faire cette plongée en sécurité ?

2.2. Autorégulation

Les éléments clé d'une évaluation parfaitement réussie sont la rigoureuse et complète honnêteté du plongeur vis-à-vis de lui-même ainsi que le bon sens. Un risque important est dû à la pression du groupe qui rend la « plongée obligatoire », même si on « ne la sent pas » et que l'on effectue par bravade. L'avantage de la plongée solo est que cette pression est nulle et on a moins tendance à faire des plongées par bravade, par orgueil, par égo surdimensionné ou simplement parce qu'on a payé la plongée. L'autorégulation implique une prise de décision appropriée : Est-il raisonnable d'effectuer la plongée ou pas ? Si le moindre doute subsiste, la réponse doit être claire : On abandonne l'idée de plonger.

En plus des cinq points ci-dessus, des éléments environnementaux, tel que l'état de la mer, la température, le vent... peuvent influencer la prise de décision de plonger ou non.

SI POUR UNE RAISON QUELCONQUE ON « NE SENT PAS LA PLONGÉE » ; ON NE LA FAIT PAS !

¹⁹ A la limite, ces personnes ne devraient pas être certifiées et ne plonger que sous la supervision d'un instructeur.



3. LA GESTION DU RISQUE

3.1. Les catégories de risques

Pour la plongée en solo, pragmatiquement, on peut classer le risque en trois catégories distinctes : un faible risque, un risque moyen et un risque élevé. En fonction du type de risque, le plongeur devra avoir un degré d'autosuffisance plus ou moins élevé. Le risque zéro n'existe pas : il est possible de se noyer dans 20 cm d'eau ! Le [chapitre 5](#) reprend des méthodes d'analyses des risques

3.1.1. Risque faible

Pour des plongées dont la profondeur ne dépasse pas 12m et qui se déroulent dans des conditions optimales, c'est-à-dire :

- Une plongée d'un bord facilement accessible, sans risque de se casser la jambe. Il faut donc éviter les zones qui présentent des blocs de rocher abrupts recouvert d'algues ou de mousse. L'idéal est de partir d'une plage de sable ;
- L'absence de courant ;
- Un vent modéré, qui aura tendance à repousser un plongeur en surface vers la côte et PAS à l'entraîner vers le large ;
- L'absence de vagues ;
- Pas de trafic maritime à proximité de la zone de plongée, ni de surfeurs ou planchistes...
- Une surveillance en surface par une autorité compétente.

3.2.2. Risque moyen

C'est le cas de figure le plus fréquent, d'une plongée qui se déroule à une vingtaine de mètres de profondeur. Les risques sont variés tel que :

- Courants modérés et prévisibles ;
- Quelques vagues de moyenne importance ;
- Difficulté à retrouver l'ancre du bateau ;
- Longue nage en surface ;
- Présence de trafic maritime ;
- Pas de surveillance en surface ;
- Plongée du bord avec une mise à l'eau difficile tel que rochers, algues glissantes...
- Epaves avec tôles tranchantes

3.2.3 Risque élevé

Le risque élevé est souvent la conjonction d'une multitude de « petits » risques. On considère que le risque est élevé si la profondeur de plongée est au-delà de 20m. Une longue liste de facteurs locaux peut aggraver ce risque, on peut citer :

- De forts courants imprévisibles ;
- Une houle et des vagues importantes ;
- Une mise à l'eau escarpée et/ou glissante ;
- Un trafic maritime intense ;
- Un long palmage en surface ;
- La présence de canyons, tombants et récifs sous-marins instables ;
- Une plongée en eaux profondes, au-delà des limites de la plongée ;



- Des épaves dangereuses, comportant des ouvertures non scellées, des câbles, des lignes de pêche, des filets, des matières dangereuses (explosifs...) ;
- Une plongée en eau froide ou sous la glace (givrages...) ;
- Une plongée en altitude ;
- Un manque de visibilité ;
- Des animaux potentiellement dangereux ;

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive. Si un ou plusieurs facteurs sont présents, on peut raisonnablement se poser la question s'il ne vaut pas mieux plonger avec un binôme et/ou avoir une équipe d'assistance en surface. Bien entendu les binômes devront avoir, tous deux, un degré d'autosuffisance tel qu'ils puissent faire la plongée en sécurité. Si un des binômes n'a pas ce degré d'autosuffisance, il ne s'agit plus d'une plongée « entre binômes » mais d'une « plongée encadrée ». Dans ce cas de figure l'un des binômes doit être un encadrant !

3.2. Le « What-If » et les principes de redondance

3.2.1. Le « What-if »

Littéralement : Que faire au cas où ! Cette philosophie des plongeurs « Tek » est très facile à comprendre, moins facile à mettre en œuvre. Il s'agit de faire une liste, non exhaustive, de tous les problèmes matériels ou autres que l'on puisse rencontrer en plongée. On ne plonge que si tous les points ont reçu une réponse satisfaisante. L'aide obligatoire de la part du binôme pour résoudre un problème de la liste n'est pas considérée comme une option valable et doit être rejetée. C'est cette liste qui va permettre de mettre en place un système de redondance. Exemples non exhaustifs dans le cas de la plongée solo :

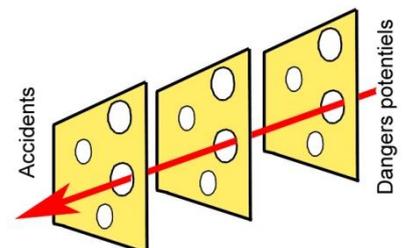
Que faire en cas de :	Prévention et conduite à tenir
Emmêlement	Éviter les zones où le risque est connu. Disposer de plusieurs outils de coupe. (Cf. paragraphe 3.3.6)
Perte dans une épave	Éviter de rentrer dans les épaves en solo. Utilisation d'un dévidoir (Cf. paragraphe 3.3.7)
Perte de Gaz	(Cf. chapitre 3.4)
Givrage du détendeur	Utiliser des détendeurs adaptés au froid, des gaz secs et de préférence du Nitrox. (Cf. paragraphe 3.3.1)
Essoufflement	Rester calme, expirer à fond, ne pas rester sur le fond, commencer immédiatement la remontée.
Courant important	Ne pas lutter contre le courant, à cause du risque d'essoufflement. Déterminez le plus exactement le régime des courants (Cf. paragraphe 3.3.3)
Vagues et vent	(Cf. paragraphe 3.3.8 et paragraphe 3.3.9)
Faune et flore dangereuse	Ne rien toucher ! (Cf. paragraphe 3.3.5)
Pannes de matériel	(Cf. Chapitre 3.5)
Narcose	Limité la profondeur. Utiliser du Tx (Cf. paragraphe 3.3.4)

3.2.2. Les redondances

3.2.2.1. La philosophie de la « tranche d'emmental ».

Pour passer d'un « danger » à un « accident » il faut passer au travers d'une série de barrières de sécurité. James. Reason, de l'université de Manchester, compare ses barrières à des tranches d'emmental « swiss cheese model ».

Pour limiter les risques il est nécessaire :





- D'avoir un nombre de trous réduits et donc, peu de possibilité de panne ;
- Que la taille des trous soit la plus réduite possible et donc d'avoir une bonne fiabilité ;
- Que les trous ne soient pas alignés, c'est-à-dire que la faillite d'un système ne puisse pas engendrer la faillite dans le système suivant ;
- Avoir un nombre de tranches suffisant, c'est-à-dire diminuer la probabilité d'un alignement des trous. C'est le principe fondamental de la redondance.

Dans le cas de la « plongée classique », on peut considérer que le binôme représente une « tranche d'emmental », avec des trous plus ou moins important en fonction du degré d'autosuffisance du binôme, de sa propension à porter aide et assistance, ainsi que de la fiabilité de son équipement. Dans le cas de la « plongée solo », la tranche d'emmental nommée « binôme » a disparu. Pour assurer une sécurité équivalente, il faut donc d'une part remplacer cette tranche par une ou des tranches similaires : c'est le principe de la redondance et d'autre part diminuer la taille des trous dans d'autres tranches, c'est-à-dire augmenter la fiabilité.

3.2.2.2. La redondance

La redondance consiste à disposer plusieurs exemplaires d'équipements ayant les mêmes fonctions de base. Les solutions peuvent être mécaniques et/ou électronique. Ce système permet de réduire les risques induits par une panne mais aussi d'augmenter les performances de l'outil ou combiner les deux effets. La redondance peut être symétrique, asymétrique, évolutive ou modulaire.

- La redondance symétrique est réalisée à l'aide de deux systèmes ayant des fonctions identiques strictement opposées dans l'espace.
- La redondance asymétrique permet de basculer d'un type d'équipement vers un autre.
- La redondance évolutive consiste en cas de panne d'isoler le mécanisme défaillant pour utiliser une autre partie du système.
- La redondance modulaire consiste à dévier une panne d'un équipement vers un autre (free flow control device).

La redondance en plongée solo est constituée par le doublement symétrique du matériel ou des dispositifs sensibles (machines, appareils, instruments...) pour une même fonction vitale. De sorte qu'en cas de défaillance de l'un ou de plusieurs appareils, la fonction vitale puisse être assurée. Avec plusieurs appareils pour une fonction, la probabilité de défaillance simultanée sera bien inférieure à celle d'une seule machine. La probabilité de survenance d'un événement est convertie en degré de confiance ou de criticité.

3.2.2.2.1. Le défaut de mode commun.

Le défaut de mode commun consiste à risquer de perdre plusieurs systèmes redondants à cause d'une et une seule cause extérieure. On peut citer les exemples suivants :

- Pas de vanne manifold sur une bi-bouteille. Un défaut qui survient sur une des bouteilles risque de vider les deux bouteilles.
- Utilisation de deux ordinateurs identiques : Un bug au niveau du logiciel fait perdre la fiabilité de l'ensemble du système.



3.3. Les risques du milieu naturel

3.3.1. Les risques liés à la température

Les risques physiologiques liés à la température sont de deux ordres. Ceux liés à la chaleur (hyperthermie) et ceux liés au froid (hypothermie). Sous nos latitudes, ce sont surtout les risques liés au froid qui seront prépondérants. Les risques liés au froid ne sont pas seulement physiologiques (hypothermie, gelures...), mais aussi mécaniques (givrage du détendeur)

3.3.1.1. Le confort thermique

La notion de confort thermique²⁰ et de température de confort est fort suggestive, elle varie d'un individu à un autre. Elle dépend de la taille, du poids, de l'état de santé du plongeur mais aussi du type d'activité exercée et bien sûr du degré de protection thermique. La sensation de froid est propre à chaque individu ! Le degré de protection thermique d'un vêtement est donné en CLO²¹. Cet indice relatif, utilisé par l'industrie du textile, est une image de la résistance thermique. Plus le CLO est élevé, plus le degré de protection thermique est important. La température extérieure d'équilibre (confort) s'estime à l'aide de la relation empirique suivante :

$$T = 31 - (0,155 W \text{ CLO})$$

Avec : T = Température de confort en °C

W = Production métabolique de chaleur en W/m² (100 à 180 W/m² en plongée)

CLO = Indice CLO

Globalement pour la plongée en eau très froide le CLO global (souris + combinaison) ne doit pas être inférieur à deux²².

Exemple

Quelle est la température de confort pour un plongeur photographe équipé avec un costume étanche en néoprène et un léger sous-vêtement ?

On estime : que le CLO global est de l'ordre de 1,5 et la production métabolique de 100 W/m² (les photographes sont des plongeurs très statiques)

$$T = 31 - (0,155 \times 100 \times 1,5) = 8^{\circ}\text{C}$$

3.3.1.2. Les risques liés à la chaleur ou hyperthermie

L'hyperthermie ou coup de chaleur est l'élévation de la température du corps au-delà de 37°C. L'exposition à la chaleur et/ou un effort intense peut induire une accumulation de chaleur dans l'organisme, chaleur qui n'est plus évacuée. C'est le cas, par exemple, si on ferme complètement un costume étanche et qu'on fournit un effort intense avant de s'immerger. Une solution technique, consiste à mettre à même la peau, un « vêtement eutectique » de type Outlast. Celui-ci va absorber l'énergie du milieu ambiant lorsque celui-ci est chaud ; pour la restituer, sous forme

²⁰ Ce chapitre est abordé en détail dans la spécialisation « plonger en costume sec ».

²¹ Un CLO est défini comme étant la quantité de vêtement indispensable, pour assurer l'équilibre thermique d'une personne moyenne, au repos, à la température de 21°C, une humidité relative de 50% et un vent de 0,25m/s.

²² La température de confort pour une personne nue (CLO=0) et couchée (métabolisme de l'ordre de 45W/m²) dans un environnement où la vitesse de l'air est inférieure à 0,1m/s et l'humidité relative comprise dans une fourchette de 50 à 65% est de l'ordre de 26 à 30°C.



de chaleur, lorsque le milieu ambiant se refroidit. C'est-à-dire, lors de l'immersion. La transpiration joue un rôle essentiel dans la thermorégulation. En s'évaporant elle va utiliser de l'énergie produite par l'organisme et donc refroidir celui-ci. En contrepartie, les pertes de liquide vont déshydrater le plongeur, ce qui est un facteur aggravant le risque d'accident de décompression. Il convient donc de s'hydrater d'une manière adéquate en buvant de l'eau.

Les symptômes de l'hyperthermie sont : étourdissements, nausées, vomissements, sudation excessive, maux de tête et, occasionnellement, de la somnolence et éventuellement une perte de la couleur dans le champ de vision (voir blanc). A notre niveau de secourisme, le traitement consiste à dévêtir la victime et la couvrir de linges humides. Pas de bain glacé, pour éviter le choc thermique !

3.3.1.3. Les risques liés au froid

Le froid implique deux types de risques, un risque mécanique au niveau de détenteur : le risque de givrage, qui sera abordé en détail au chapitre suivant et un risque physiologique pour le plongeur : l'hypothermie. Le froid rend aussi les manipulations de l'équipement plus difficile, car il réduit : la sensibilité, la dextérité et la force des doigts. La perte de force et de dextérité est de l'ordre de 2 à 4% pour un degré de perte de chaleur au niveau de la main. Perte qui peut rendre difficile, voire impossible, la manipulation des inflateurs et des purges. L'inconfort lié aux basses températures réduit également la vigilance mentale. La sensation de froid est provoquée par le flux thermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur qui passe à travers la surface de votre peau pour en sortir. Le flux thermique est fonction de la température mais aussi du vent. Pour quantifier les effets du vent la notion de « Température ressentie » est utilisée par de nombreux services météorologiques.

3.3.1.3.1. La température ressentie

La température ressentie (T_R) est une indication de l'impression physiologique de chaud ou de froid ressenti par le corps humain. Elle combine : la température, l'humidité relative et la circulation d'air. Elle se détermine empiriquement en comparant les conditions météorologiques avec la température qu'il faudrait atteindre dans des conditions normales d'humidité et par vent calme de façon que le corps ressente la même impression. La formule empirique la plus souvent retenue dans les régions tempérées est la suivante :

$$T_R = 13,12 + 0,6215 t_c - 11,37 V^{0,16} + 0,3965 t_c V^{0,16}$$

Avec : T_R = température ressentie en °C

t_c = température de l'air, mesurée sous abri en °C

V = vitesse du vent en km/h



De cette relation on peut tirer le tableau suivant :

Vent			Température de l'air sous abri °C													
km/h	m/s	Beaufort	6	4	2	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20
5	1.4	1	5	3	1	-2	-4	-6	-8	-11	-13	-15	-17	-20	-22	-24
10	2.8	2	4	1	-1	-3	-6	-8	-10	-13	-15	-18	-20	-22	-25	-27
15	4.2	3	3	1	-2	-4	-7	-9	-12	-14	-17	-19	-22	-24	-27	-29
20	5.6	4	2	0	-3	-5	-8	-10	-13	-15	-18	-20	-23	-25	-28	-30
25	6.9	4	2	-1	-3	-6	-8	-11	-14	-16	-19	-21	-24	-26	-29	-32
30	8.3	5	1	-1	-4	-6	-9	-12	-14	-17	-20	-22	-25	-27	-30	-33
35	9.7	5	1	-2	-4	-7	-10	-12	-15	-18	-20	-23	-25	-28	-31	-33
40	11.1	6	1	-2	-5	-7	-10	-13	-15	-18	-21	-23	-26	-29	-31	-34
45	12.5	6	0	-2	-5	-8	-10	-13	-16	-19	-21	-24	-27	-29	-32	-35
50	13.9	7	0	-3	-5	-8	-11	-14	-16	-19	-22	-24	-27	-30	-33	-35
			Note 1				Note 2				Note 3					

Note 1 : On ressent de l'inconfort, il faut se vêtir chaudement

Note 2 : Ressenti du froid important, risque de faibles engelures et hypothermie

Note 3 : Risque de fortes engelures et important risque d'hypothermie.

3.3.1.3.2. L'hypothermie

On parle d'hypothermie lorsque la température centrale d'une personne ne permet plus d'assurer normalement les fonctions vitales de celle-ci. Cela se produit lorsque la température du corps descend en dessous de 35°C. La chute de température peut être brutale comme lors d'une chute dans l'eau glacée ou bien progressive comme lors d'une longue exposition au froid. A notre niveau de secourisme, la lutte contre l'hypothermie se fait par un réchauffement passif. La victime est placée dans un milieu chaud²³ et se réchauffe par elle-même.

Il faut déplacer la victime prudemment, sans mouvements brusques, sans réchauffement actif (friction...) car cela active la circulation au niveau de la peau avec pour conséquence un abaissement de la température centrale.

Il convient de prendre très au sérieux les risques d'hypothermie. La première des préventions consiste à limiter le plus possible les déperditions de chaleur avant, pendant et après la plongée. Il convient de se vêtir chaudement avec des habits convenant à la situation météorologique, se couvrir la tête et mettre des gants. Evitez les vêtements et pièces d'équipements trop serrants (gants, ceintures, manchettes, joint de cou...). Adapter son équipement en fonction de la température.

²³ On peut aussi utiliser une couverture de survie. Couverture qui devrait se trouver dans toutes les trousse de secours des moniteurs !



Tableau clinique

Temp. Centrale	Hypothermie	Symptômes	Conduite à tenir
35 – 34°C	Modérée	Frissons, vasoconstriction, baisse de la tension artérielle, respiration et pouls rapide. <u>La victime est lucide</u>	1. Couvrir la victime. 2. Evacuation vers un local chaud. 3. Boisson tiède 4. Surveiller la température
34 – 32°C	Moyenne		
32 – 30°C	Grave	Troubles de conscience, pupilles contractées, ralentissement du cœur, pas de frisson, chair de poule, respiration lente et pouls est irrégulier, muscles sont contractés. <u>La victime est consciente mais non lucide</u>	1. Alerter les secours. 2. Eviter les manipulations brutales et inutiles 3. Couvrir la victime avec une couverture de survie, vers un local chaud. 4. Si la victime est consciente donner des boissons tièdes (ne pas la frictionner, ni l'exposer à une chaleur trop importante). 5. En cas de refroidissement rapide (par exemple en cas de fuite massive du costume étanche), immerger la victime dans un bain chaud à 40°C. L'échauffement doit être progressif de l'ordre de 0,5°C tous les ¼ d'heure). 6. En cas de refroidissement lent et de longue durée, le réchauffement doit être lent soit de l'ordre de 0,5°C par heure. 7. Surveiller l'évolution de sa température.
30 – 28°C	Majeure	Coma, pupilles dilatées, respiration lente, pouls et respiration très lent et presque imperceptible, hypotension, pas de frisson, bleuissement des lèvres et des bouts de doigts, « état de mort apparente ». <u>La victime est inconsciente</u>	
< 28°C		Risque d'arrêt cardiaque par fibrillation ventriculaire	

3.3.1.3.3. Les protections contre le froid et les coupures.

Température	Type de combinaison
0 à 6°C	Étanche toilé + souris 200 gr/m ² + argon ou gilet chauffant
6 à 10°C	Étanche toilé + souris 200 gr/m ²
10 à 14°C	Étanche toilé + souris 100 gr/m ² ou Étanche néoprène
14 à 18°C	Semi-étanche 7mm
18 à 24°C	Humide 5 à 7mm
>24°C	Humide 3 à 5mm

Une protection contre le froid est essentielle pour garantir la sécurité. Elle doit être graduée et adaptée à la température de

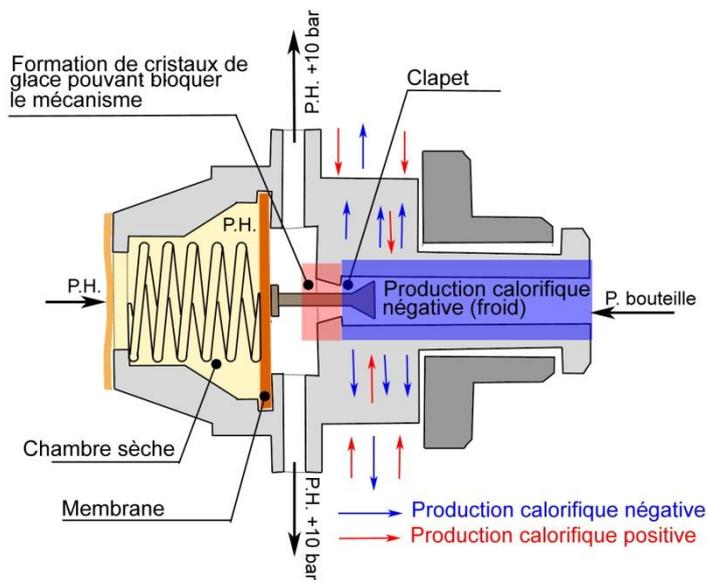
l'eau. La combinaison ne sert pas uniquement à protéger du froid, elle est aussi une protection efficace contre les contacts désagréables, urticants (coraux de feu...), piqûres ou petites morsures. Dans une mer tropicale (28°C), il est possible de plonger avec un T-shirt ou un petit shorty, mais ceux-ci ne protègent pas les plongeurs contre les désagréments cités plus haut. Il est donc préférable, surtout si on plonge du bord²⁴, d'utiliser une combinaison légère de 2mm. Dans des eaux froides, en dessous de 12°C, l'utilisation d'un costume étanche est presque incontournable. Les costumes toilés (trilaminé) permettent de facilement adapter la couche de vêtements (souris) à mettre sous la combinaison pour se protéger du froid, ce qui est très intéressant dans les régions où la température de l'eau varie fortement en fonction des saisons. Les nouvelles technologies de gilet chauffant permettent encore mieux de protéger le plongeur contre le froid extrême.



²⁴ Risque de chute



3.3.1.3.4. Givrage du détendeur



Le givrage du détendeur, c'est la lutte ancestrale entre le bien (la chaleur) et le mal (le froid) !

Lorsque le gaz respiratoire sous haute pression se détend, sa température chute entre -30 et -55°C . Cette action calorifique négative doit être compensée par un apport de chaleur venant de l'extérieur. Cette calorifique positive ne peut être fournie que par le milieu ambiant, c'est-à-dire l'eau. Lorsque la compensation entre l'action calorifique négative et positive devient insuffisante, des cristaux de glace peuvent se former et bloquer le mécanisme du détendeur. Le

détendeur se met alors en débit constant, ce qui va amplifier son refroidissement. La détente du gaz respiratoire se fait alors d'une manière ininterrompue. Dans l'immense majorité des cas, c'est le 1^{er} étage du détendeur qui givre car la détente des gaz y est la plus importante. Néanmoins le givrage du 2^e étage n'est jamais à exclure, quoique très rare.

Facteurs favorisant les risques de givrage du détendeur

1. La production calorifique positive, puise son énergie dans l'eau. Plus l'eau est froide, moins il y a d'énergie disponible et plus le risque de givrage sera important.
2. Plus le débit du détendeur est important (essoufflement...), plus le risque de givrage est important car il faudra alors plus de production calorifique positive pour combattre la production calorifique négative qui sera plus importante.
3. L'humidité relative du gaz respiratoire favorise la formation de givre dans le mécanisme du détendeur, d'où l'importance d'avoir les filtres du compresseur en bon état et de les purger régulièrement.
4. Avoir un détendeur mal entretenu et entartré.
5. Avoir du matériel glacé avant de commencer la plongée ou pire de la neige, de la glace dans ou autour du détendeur.
6. Faire fonctionner le détendeur avant d'être dans l'eau²⁵ (test, gonflage du gilet...).
7. Utiliser des bouteilles à 300 bar, plus le facteur de détente est important, plus la température dans le détendeur chute et la compensation thermique extérieure de moins en moins efficace.
8. Utiliser des détendeurs non conçus pour les eaux froides, 1^{er} étage à piston... Il vaut mieux utiliser un premier étage à membrane.
9. Utiliser un octopus (et respirer à deux sur un seul 1^{er} étage) double le débit du gaz respiratoire et donc accroît sensiblement le risque de givrage.

²⁵ Par rapport à la température de détente du gaz respiratoire une eau à zéro degré est « chaude » !

²⁶ Le transfert thermique est plus faible dans l'air que dans l'eau



Facteurs réduisant les risques de givrage du détendeur

1. Le design du détendeur qui, à l'aide d'artifices techniques, permet d'optimiser les échanges thermiques entre la zone de détente et le milieu extérieur ; d'éviter la formation de glace sur la face extérieure de la membrane (chambre sèche) ; de réduire l'accrochage des cristaux de glace au niveau du clapet (revêtement isolant des pièces sensibles ; pièces sensibles placée à l'opposé de la source de froid ; absence d'angles vifs ; ailettes de réchauffage²⁷...). Ces détendeurs sont nommés « Antigivre » ou « Détendeur eau froide ». Mais il n'y a pas de miracle : ces « artifices » ne sont pas des garanties absolues que le détendeur ne va pas « partir en débit constant » !
2. Choisir un 1^{er} étage à membrane et un 2^e étage métallique pour favoriser les échanges thermiques vers l'extérieur.
3. Un entretien régulier avec un réglage légèrement dur.
4. Utiliser un gaz respiratoire sec et de préférence du Nitrox.
5. Maintenir le matériel le plus longtemps possible au chaud.
6. Ne pas utiliser le détendeur avant d'être dans l'eau.
7. Utiliser les inflateurs (gilets, costumes étanches) avec parcimonie et par petites inflations. Pour l'étanche, utiliser de préférence une bouteille séparée gonflée à l'argon. Si ce n'est pas possible, monter l'inflateur du gilet et l'inflateur du costume étanche sur des détendeurs séparés.
8. Limiter ses efforts en plongée, afin de réduire le débit ventilatoire.
9. Sous-gonfler la bouteille (150 bar), de manière à diminuer le ratio de détente et donc la production de froid.
10. Plonger au Nitrox²⁸.

Conduite à tenir en cas de givrage du détendeur.

Il est impossible de respirer dans une eau glacée sur un détendeur en débit constant sans se faire des brûlures froides au niveau des lèvres !

En cas de givrage et de débit constant du détendeur durant la plongée, la conduite à tenir doit être débattue lors du « What-if ». Les mesures à prendre seront en grande partie conditionnées par le degré d'engagement ainsi que l'équipement mis en œuvre. Un débit constant, peut vider la bouteille en quelques minutes, en tout état de cause : il convient d'agir rapidement, sans précipitation ni panique.

1. Passer sur son détendeur de secours, il est tout à fait inconcevable de faire une plongée dans une eau froide, sans avoir deux détendeurs séparés (pas d'octopus).
2. Bloquer, le plus rapidement possible, le débit du détendeur en givrage. Ce qui peut se faire de plusieurs manières en fonction de l'équipement :
 - a. Fermer le robinet de la bouteille. Cette opération peut s'avérer difficile seul à cause de la raideur des combinaisons étanches et des gants. Il est préférable que le détendeur principal soit équipé d'une « flow stop valve ».

²⁷Elles font office d'échangeur thermique, l'eau étant plus chaude que l'intérieur du détendeur

²⁸ Le Nitrox est, quel que soit son mode de fabrication, plus sec que l'air. Ce qui réduit le risque de givrage.



- b. Si le détendeur est équipé d'une « flow stop valve », il suffit de mettre celle-ci en position « off » pour stopper net le débit constant.
3. Terminer la plongée le plus rapidement possible.



3.3.2. Le manque de visibilité.

Les risques liés au manque de visibilité en plongée solo sont principalement l'emmêlement et la perte d'orientation, contrairement à la plongée en binôme, où le risque principal est justement la perte du binôme avec toutes les conséquences fâcheuses que cette perte peut engendrer. Pour parer au risque d'emmêlement dans un filet, un bout ou une ligne de pêche la technique consiste à avancer prudemment en balayant à l'aide de la main l'espace devant soi. De cette manière, on peut sentir la présence d'un filet ou d'un bout et éviter l'emmêlement dans la tuyauterie. Concernant la perte d'orientation, une seule prévention... savoir ce servir de son compas et lui faire confiance !

3.3.3. Les courants.

Les courants marins ont deux origines distinctes. Les courants de marée ou courants gravitationnels ont pour origine la force génératrice des marées. Les courants radiationnels ont pour origine, les perturbations météorologiques ou les variations de la masse spécifique de l'eau. L'avantage des courants gravitationnels est qu'ils sont parfaitement prévisibles contrairement aux courants radiationnels qui sont très imprévisibles.

3.3.3.1. Les courants gravitationnels

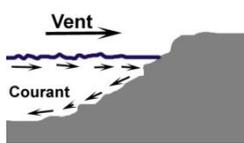
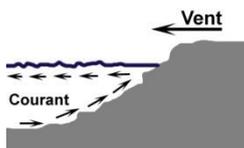
L'eau étant incompressible, la continuité du fluide marin impose que les oscillations verticales correspondant à la marée soient accompagnées de mouvements horizontaux dans l'entièreté de la masse d'eau. Ce sont les courants engendrés par la marée. Les courants sont caractérisés par leur vitesse, leur direction et leur sens. Le moment où le courant est minimum est proche des étales, mais il n'est pas obligatoirement nul. Dans les estuaires, c'est même rarement le cas. Les courants de marée peuvent avoir un régime giratoire ou alternatif. En régime giratoire, le courant prend successivement des directions et des vitesses pouvant varier dans des limites importantes. A proximité des côtes et dans les estuaires le régime giratoire peut se transformer en régime alternatif. En régime alternatif le courant se propage dans une direction à la marée montante puis dans la direction opposée à la marée descendante. L'onde de marée en l'absence d'obstacles est progressive. Lorsqu'elle rencontre une côte ou un obstacle, l'onde rebondit en donnant naissance à une onde réfléchie. Les interférences entre les ondes progressives et réfléchies peuvent générer une onde stationnaire. L'onde stationnaire résulte de la propagation simultanée dans différentes directions de plusieurs ondes ayant des périodes identiques. L'onde progressive a une longueur d'onde de l'ordre de quelques centaines de kilomètres. Celle-ci est généralement très importante par rapport à la profondeur, ce qui permet de déterminer facilement la célérité de l'onde progressive. Dans les bassins, estuaires et mer littorale, les ondes stationnaires se combinent généralement avec les ondes progressives de la marée ; cette combinaison engendre des courants importants. Des atlas donnent la direction et l'intensité des courants en fonction de l'heure de la marée.



3.3.3.2. Les courants radiationnels

Les courants radiationnels sont des courants qui trouvent leur origine dans des phénomènes météorologiques ou climatiques. Ils sont peu prévisibles et totalement indépendants du courant de marée. Néanmoins ils peuvent se cumuler au courant de marée. En Zélande, les courants radiationnels sont peu importants vis-à-vis des courants de marées. Ils peuvent néanmoins être perceptibles dans les bras fermés, qui ne sont plus soumis aux aléas de la marée.

3.3.3.2.1. Courant dû au vent



Les vents violents en provoquent de la houle, mais aussi des courants car des masses d'eau se déplacent sous l'effet du vent. Le vide laissé par ces masses doit être comblé pour maintenir l'équilibre du système marin. Il y aura donc génération d'un courant pour remplacer ces masses.

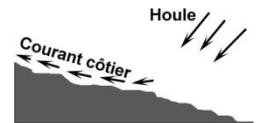
Si le vent vient de la terre, il y aura un courant remontant du fond jusqu'à la surface. Ce courant va par la suite se diriger vers le large. Si le vent vient de la mer, le courant de surface va aller vers la côte puis descendre vers le fond.

3.3.3.2.2. Courant dû à la houle

La houle provoque deux types de courant, le courant côtier et le courant d'arrachement. Le courant d'arrachement est bien plus préoccupant pour le plongeur que le courant côtier. En effet, le courant d'arrachement peut entraîner le plongeur vers le large.

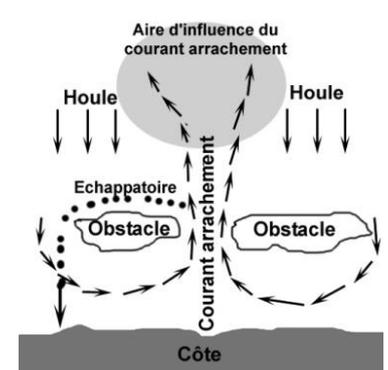
Courant côtier

La houle, en attaquant la côte obliquement, met en mouvement des masses d'eau, qui vont engendrer un courant le long du rivage. Ce type de courant est appelé « courant côtier ».



Courant d'arrachement

Le courant d'arrachement apparaît lorsqu'une partie importante de la masse d'eau apportée par la houle est refoulée dans un canal étroit. Ce type de courant peut être particulièrement puissant. Pour échapper à ce courant, il n'y a qu'une solution : il faut contourner les obstacles qui le génèrent, ce qui peut être problématique s'ils sont importants. Ce type de courant se produit lorsque la houle attaque perpendiculairement deux bancs de sable proches l'un de l'autre. Le courant d'arrachement se produira entre les bancs de sable.



3.3.4. La narcose ou ivresse des profondeurs

La narcose ou ivresse des profondeurs est un danger majeur pour le plongeur solo. Elle est due aux effets narcotiques des gaz respirés qui agissent sur le système nerveux. Le principal gaz narcotique dans les mélanges respiratoires utilisés en plongée est l'azote. D'autres gaz présents dans l'air ont également des effets narcotiques tels certains gaz



rare. Leurs effets narcotiques sont souvent largement plus importants que celui de l'azote, heureusement ils ne sont présents qu'en très faible quantité. En plongée technique pour éviter les effets narcotiques de l'azote, on le remplace, en tout ou en partie de l'hélium. L'hélium est le gaz ayant le moins d'effet narcotique.

Le phénomène de narcose a été pour la première fois mis en évidence en 1930 par Hill et MacLeod. Les mécanismes de la narcose sont mal connus : les gaz responsables sont inertes et n'agissent pas en modifiant la chimie cellulaire. Les scientifiques penchent vers une modification de la perméabilité de la membrane cellulaire à certains éléments par augmentation de la pression partielle des gaz (loi de Dalton).

Fibre nerveuse



Une des hypothèses avancées est la modification et une altération des influx nerveux sensitifs et moteurs. Celle-ci proviendrait de la fixation des gaz narcotiques dans la gaine de myéline entourant les cellules des fibres nerveuses. Dans le cas de plongées à l'air, les sujets sensibles commencent à ressentir les effets de la narcose entre 30 et 40m et dans la zone des 60m

tous les plongeurs en sont atteints à des degrés divers. Il semble qu'il y a une certaine accoutumance à la narcose, mais elle disparaît après une vingtaine de jours sans plonger.

3.3.4.1 Effets de la narcose.

La dangerosité de la narcose est due aux troubles et aux modifications du comportement. Elles sont variables en forme et en intensité pour chaque individu. Pour un même individu le moment d'apparition et les symptômes sont variables d'un jour à l'autre. Les symptômes peuvent se diviser en deux groupes : les symptômes subjectifs et les symptômes objectifs et, comme dit précédemment, ils sont très variables !

Symptômes subjectifs :

- Euphorie, angoisse, confusion mentale, fantasme ;
- Modification de l'humeur et du comportement ;
- Perte du sens de l'orientation ;
- Diminution du sens critique ;
- Disparition de la notion de durée ;
- Repli sur soi ;
- Discours intérieur négatif (pensées négatives récurrentes) ;
- Sensation de solitude ;
- Amnésie, perte de la mémoire immédiate.

Symptômes objectifs :

- Trouble de la vision, vision à effet tunnel ;
- Non-interprétation de la lecture des instruments ;
- Manque de réflexes, retard dans les réactions ;
- Troubles de l'équilibre ;
- Diminution de la force musculaire ;
- Augmentation du seuil de la douleur.



3.3.4.2. Facteurs aggravants

Des facteurs physiologiques ou des facteurs liés au milieu ambiant sont susceptibles d'aggraver les effets de la narcose ou de diminuer la profondeur d'apparition des premiers symptômes :

- Froid, manque de visibilité, courant ;
- Consommation d'alcool, de drogue ou de médicaments ;
- Manque de pratique ;
- Stress, fatigue ;
- Essoufflement.
- Perte de repères visuels (plongée dans le bleu) ;
- Descente rapide.

3.3.4.3. Prévention

Pour le plongeur, et plus particulièrement pour le plongeur solo, il est important de connaître sa tolérance à la narcose. L'idéal pour éviter le risque est de ne pas plonger au-delà de 30m de profondeur. Au-delà de cette profondeur, il convient de descendre lentement et être attentif aux premiers signes de narcose. Aux premiers signes, il convient de remonter de quelques mètres. Au-delà de 55m, il est très souhaitable de ne plus plonger à l'air et de passer au Trimix. La meilleure façon de limiter les risques, de

narcose mais aussi d'accident de décompression est d'utiliser des mélanges adaptés à la profondeur ou « Best mix ».

3.3.4.4. Le « Best mix »

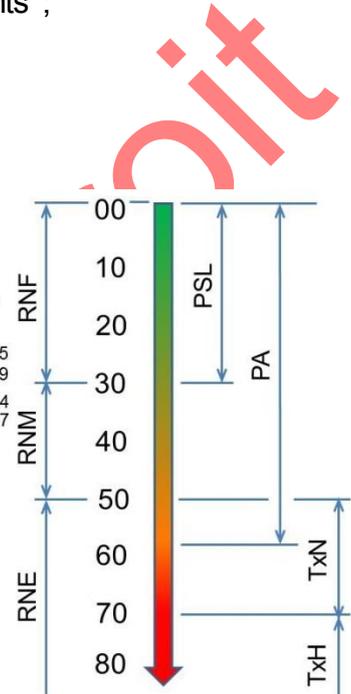
Le « best mix » ou le « meilleur mélange » est une notion qui vient de la plongée technique. Il s'agit d'optimiser le(s) mélange(s) en fonction de la profondeur de la plongée. En plongée loisir, il s'agit de fabriquer un Nitrox qui va permettre d'augmenter le « temps fond » sans paliers obligatoires. La Méthode consiste à optimiser le % d'O2 du Nitrox en fonction de la profondeur de manière à minimiser la charge d'azote, mais sans dépasser les valeurs maximales de pression partielle d'oxygène (PpO2). DAN (Diving Alert Network) préconise:

- de ne pas dépasser une PpO2 de 1,4 bars pour le mélange fond et 1,6 bars pour un mélange de décompression.
- pour les plongées à l'air, ne pas dépasser une pression partielle d'azote (PpN2) de 5,6 bars. Soit une profondeur maximale de 60m.

$$Nx = \frac{PpO_2}{\left(\frac{PR}{10} + 1\right)} 100$$

Limite utilisation Nx
PPO2 = 1,4 bars

- Nx40 → 25
- Nx36 → 29
- Nx32 → 34
- Nx30 → 37



PSL= Limite raisonnable de la plongée solo de loisir
 PA= Limite de la plongée à l'air
 TxN= Utilisation du Trimix normoxique
 TxH= Utilisation du Trimix hypoxique

Pour les plongées à l'air ou au Nitrox
 RNF= Risque de narcose faible
 RNM= Risque de narcose moyen
 RNE= Risque de narcose élevé



PR = Profondeur en mètres (m)

Nx = Pourcentage d'oxygène du mélange (%) – 21 pour de l'air

PpO₂ = Pression partielle oxygène admissible (bar)

En utilisant la valeur de la PpO₂ préconisée par DAN, la relation devient :

$$N_x = \frac{140}{\left(\frac{PR}{10} + 1\right)}$$

Exemple :

Quel est le best mix pour une plongée à 30m de profondeur ?

On considère une PpO₂ limite de 1,4 bars (préconisé par DAN)

$$N_x = \frac{140}{\left(\frac{30}{10} + 1\right)} = 35$$

Il convient donc d'utiliser un Nitrox contenant 35% d'oxygène soit Nx35

En plongée technique, Le problème est plus complexe : il s'agit non seulement de déterminer un (des) mélange(s) de décompression optimisé(s) mais aussi un mélange de fond dont les valeurs narcotiques restent acceptables. Les agences de formation « Tec » préconisent de ne pas dépasser une valeur narcotique équivalente (END)²⁹ à une plongée à l'air à 30m de profondeur. Cette valeur END=30m semble restrictive, mais c'est un principe de précaution. En effet, la formule de calcul proposée par les agences ne tient compte que de l'effet narcotique de l'azote et pas des autres gaz présents dans le mélange. Il s'agit principalement des gaz rares présents dans l'air, mais certaines études³⁰ font également état d'un effet narcotique dû à l'oxygène. En effet une partie de l'oxygène respiré est dissous dans les lipides.

$$END = \left[\frac{(PR + 10)FiN_2}{79} \right] - 10$$

END=Equivalent Narcotic Depth (m)

PR = Profondeur en mètres (m)

FiN₂= Pourcentage d'azote dans le mélange (%) – 79 pour l'air

²⁹ Equivalent Narcotic Depth, certains ouvrages francophones utilisent le terme de PNE : profondeur narcotique équivalente. END=PNE

³⁰ [Does oxygen contribute to the narcotic action of hyperbaric air? Linnarsson, D; Ostlund, A; Sporong, A; Lind, F; Hesser, CM; Hamilton Jr.](#) « Bien que pas un gaz biochimiquement inerte, de l'oxygène a une solubilité dans les lipides qui est presque le double de celle de N₂, O₂ et peut donc exercer une action narcotique en dehors de ses effets biochimiques »



Exemple : Quel est l'END pour une plongée à 55m avec un Trimix Tx20/30 ?
Ce trimix contient 20% d'oxygène et 30% d'hélium il reste donc 50% d'azote

$$END = \left[\frac{(55 + 10)50}{79} \right] - 10 = 31$$

L'END est de 31m.

3.3.5. La faune et la flore.

Les risques les plus courants sont bien entendu les morsures, piqûres, pincettes et les contacts allergiques ou brûlures avec des animaux tel que les cnidaires (méduses³¹, anémones...). Un danger plus insidieux est l'emmêlement dans les algues laminaires (kelp). Comme le plongeur n'est ni un prédateur contre lequel il faut se défendre, ni une proie, ni un sujet appétissant étant donné l'odeur de notre équipement, les animaux nous laissent tranquille et nous ignorent la plupart du temps. La meilleure des préventions consiste donc à ne pas se comporter en prédateur et ne pas vouloir toucher les animaux. Même en prenant cette précaution, tout danger n'est pas exclu. Il est toujours possible de se couper sur les arêtes tranchantes d'une huître, de mettre le pied sur un oursin³² ou de se brûler avec des cellules urticantes qui dérivent en pleine eau.

3.3.6. L'emmêlement.

L'emmêlement dans des filets, câbles, bouts, lignes de pêche ou laminaires est un problème sérieux, pouvant conduire vers une issue dramatique en cas de panique ! Si on se sent accroché (c'est souvent au niveau de la robinetterie) :

1. Ne pas s'agiter et maîtriser sa respiration pour éviter l'essoufflement et le stress.
2. Analyser la situation et voir où se trouve le point d'accrochage (c'est souvent au niveau de la robinetterie).
3. Tenter de reculer lentement, SANS se retourner souvent cela suffit à dégager le robinet pris dans un câble.
4. Couper le câble ou le filet.

Pour trancher câbles, filets... il convient d'avoir plusieurs outils tranchants tels que ciseaux, cisailles ou coupe-fils disposés de manière à pouvoir les atteindre facilement de la main droite ou de la gauche. Les couteaux de plongée ont pour la plupart la fâcheuse tendance à n'être absolument pas tranchant. De plus avec un couteau, il faut les deux mains pour trancher câbles et filets, ce qui n'est pas le cas avec une cisaille : une seule main suffit ! Les couteaux fixés au mollet sont à proscrire, non seulement ils sont difficiles à attraper sans se contorsionner, mais sont de véritables « piège à fil de pêche ».

3.3.7. Le risque de se perdre.

Le risque de se perdre n'est pas toujours anodin, si la plongée se fait du bord, dans la plupart des cas il suffit de remonter, de s'orienter et de rejoindre le bord éventuellement en surface. Faut-il encore ne pas faire surface au milieu d'un chenal maritime, qu'il n'y ait pas trop de vagues et pas trop de courant. Les choses se compliquent lorsqu'il faut retrouver l'ancre du bateau. Même si on est un champion de la boussole, par mauvaise visibilité ce

³¹ Toujours passer devant une méduse, et PAS derrière ! La dangerosité d'une méduse ne dépend pas de sa taille.

³² Certains oursins tropicaux ont des épines vénéneuses.



n'est pas évident ! La technique la plus simple et la plus fiable, consiste à plonger au dévidoir. L'extrémité du dévidoir étant accrochée à l'ancre. A l'intérieur d'une épave³³ le risque s'avère encore nettement plus important, si on n'est pas absolument certain de ne jamais perdre de vue une sortie, le dévidoir s'avère indispensable... il y va de votre vie !

3.3.8. Les vagues

Les vagues sont également un facteur de risque à ne pas négliger. En plongeant du bord, elles peuvent occasionner un souci pour rentrer dans l'eau et surtout en sortir. Le risque de blessures par chute est loin d'être un facteur négligeable. L'idéal est de rentrer et de sortir de l'eau en « marche arrière », en ayant pris soin d'attacher tout l'équipement, de manière à garder les mains libres pour amortir une chute éventuelle. Dès que l'on s'immerge, il faut profiter des mouvements de l'eau pour avancer (reflux des vagues) et pour sortir (flux des vagues). Les vagues peuvent aussi causer quelques désagréments pour remonter à bord d'une embarcation, vous aurez peut-être besoin d'aide !

3.3.9 Le vent

En dehors de provoquer des vagues et du courant, le vent est aussi un facteur de risque à prendre en compte. En effet un vent de terre violent peut vous empêcher de rejoindre le bord³⁴. De même il augmente considérablement la sensation de froid et les risques d'hypothermie.

3.3.10. L'incarcération

Les structures corrodées peuvent être très instables. Ne JAMAIS passer sous des structures corrodées, ou pire : entrer dans une épave si celle-ci est trop endommagée par la corrosion. Si un plongeur est coincé par une structure éboulée, il n'y a, hélas, généralement pas grand-chose à faire.

3.3.11. Le risque d'explosion

De nombreuses épaves contiennent encore des munitions qui datent de l'une ou l'autre des deux guerres mondiales. Généralement, mais ce n'est pas toujours le cas, les systèmes de mise à feu sont tellement rouillés ou garnis d'organismes fixés, qu'ils sont devenus inopérant. Néanmoins les explosifs sont toujours présents. Il faut donc se montrer très prudent : ne pas les toucher et surtout pas les remonter en guise de souvenir !

3.4. La panne d'air

La panne d'air est un problème gravissime en plongée solo, elle est responsable de la plupart des accidents mortels, des accidents de décompression et des surpressions pulmonaire. Le plongeur mal équipé, en panne d'air, n'ayant que comme seule alternative la « fuite vers le haut », à une vitesse de remontée largement trop importante et en « grillant » les paliers ! Les seuls garants pour contrer cet accident sont une planification rigoureuse et un système de redondance adaptée au degré d'engagement de la plongée.

³³ Voir : http://www.jctdive.be/page-version2004/chargement/plongee_epaves_protege.pdf

³⁴ La législation zélandaise (Pays-bas) interdit la plongée si le vent est égal ou dépasse 5 Beaufort



3.4.1 Calcul de l'autonomie, détermination de la consommation.

En moyenne un plongeur consomme 20 l de mélange par minute et par bar de pression absolue. Le calcul de consommation consiste à additionner la consommation pour chaque niveau.

$$\text{Cons} = \sum 20 \times P_{an} \times t_n$$

Cons : Consommation en litres

P_{an} : Pression absolue au niveau n (bar)

t_n : temps passé à la pression n en minutes.

Exemple :

Un plongeur effectue une plongée à 39m, le temps de plongée est de 25 minutes, quel est sa consommation d'air ?

Suivant les tables US Navy 2008 la vitesse de remontée est de 10 m/min et la durée du palier de 17 minutes à la profondeur de 6m. Pour le calcul de la consommation durant la remontée, on considère une profondeur moyenne arrondie au mètre supérieur : soit 20m.

	Durée (t_n) (min)	Profondeur (m)	Pression absolue (P_{an}) (bar)	Consommation (l)
Fond	25	39	4,9	2450
Remontée	10	20	3	600
Palier	17	6	1,6	544
			Total	3594

20 l/min est une consommation moyenne, elle peut être influencée par divers facteurs tel que :

- La taille et le poids du plongeur. Les plongeurs légers de petite taille consomment généralement moins que 20l/min ;
- La forme physique du plongeur ;
- Les efforts qu'il doit fournir durant la plongée ;
- L'hypercapnie (CO_2) dû à l'effort, l'essoufflement ;
- Le degré d'aquaticité³⁵ du plongeur ;
- La flottabilité et l'équilibre. Un plongeur sur lesté devra gonfler son gilet d'avantage ce qui va réduire son aquaticité en augmentant le coefficient de pénétration dans l'eau (Cx);
- Le type d'équipement. Les équipements lourds tel que bi-bouteille, costume étanche... réduisent l'aquaticité en augmentant le coefficient de pénétration dans l'eau (Cx);
- Le froid.

³⁵ L'aquaticité est la capacité qu'a le plongeur de se mouvoir dans l'élément liquide en économisant ses mouvements et son énergie.



3.4.2. Règle des tiers

La fameuse règle des tiers, qui n'est valable que pour des plongées ou le retour à la surface est à tout moment possible, prévoit : 1/3 de la réserve de gaz pour l'aller, 1/3 pour le retour et 1/3 pour la sécurité et le palier. Cette règle simpliste est très valable pour la plongée loisir -avec peu ou pas de palier- mais est à prendre avec la

plus grande prudence pour les plongées avec des incursions d'épave importante et /ou les paliers peuvent être longs. Le dessin montre la faiblesse de la règle du 1/3 pour la plongée sous voûte. En cas de perte du gaz d'une bouteille juste au point de rebroussement il n'y a pas de réserve suffisante de gaz pour faire le chemin inverse en sécurité. C'est pour cette raison que les spéléos préfèrent la règle du quart ou du cinquième.

En fait la sécurité consiste à prévoir un boni de 30% sur tous les gaz utilisés suivant le calcul de consommation en tenant compte que la déco peut être faite sur le gaz de fond en cas de perte totale du gaz de décompression.

	Entrée/sortie	Rebroussement
1/3	4000 l	2670 l
	Aller: consommation 1330 l Sécurité: 0 l Retour: consommation 1330 l	Perte d'une bouteille Reste: 1335 l
1/4	4000 l	3000 l
	Aller: consommation 1000 l Sécurité: 500 l Retour: consommation 1000 l	Perte d'une bouteille Reste: 1500 l
1/5	4000 l	3200 l
	Aller: consommation 800 l Sécurité: 800 l Retour: consommation 800 l	Perte d'une bouteille Reste: 1600 l

3.4.3. Les redondances

Les pannes d'air peuvent aussi survenir suite à des problèmes mécaniques qui vident la bouteille. Le plus courant sous nos latitudes c'est le « débit constant » du au givrage. Nettement plus rare, depuis l'adoption du système DIN, c'est la rupture du joint entre le robinet de la bouteille et le détendeur. Les cas de rupture d'un flexible ne sont pas anecdotiques. Les meilleures préventions contre ce type d'incident sont d'une part de veiller à ne pas croquer les flexibles et s'assurer d'un routage est correct, c'est-à-dire que le flexible ne doit présenter que d'amples courbes et d'autre part un examen régulier des flexibles permet de détecter les défauts (hernie, coupure...) qui peuvent amener à la rupture. Les redondances sont des sources d'air alternatives. Ces systèmes sont de plusieurs types, il convient de choisir le système de redondance en fonction du degré d'engagement de la plongée. Les redondances du type A sont des redondances qui prémunissent contre une défectuosité du second étage. Le type B prémuni contre une défectuosité du premier et du second étage. En plongée solo, seul le type B peut être considéré comme une « vraie redondance » et des sources alternatives d'air.

3.4.3.1. Type A

3.4.3.1.1. Octopus

C'est le système le plus classique, adopté par la majorité des plongeurs dans le monde. Un simple deuxième étage supplémentaire est monté sur un premier étage unique. La bouteille n'a donc pas de double sortie. Si ce système est valable pour donner de l'air à un binôme, dans des eaux ou le givrage du détendeur est anecdotique, il n'est absolument pas sécurisant dans le cas d'une plongée solo. En effet ce système ne peut palier qu'à une panne du second étage du détendeur et n'est nullement efficace contre :

- Une rupture de joint entre le robinet de la bouteille et le détendeur ;



- Toutes les pannes du 1^{er} étage du détendeur ;
- Les ruptures d'un flexible quelconque

En cas de panne autre qu'une défectuosité du second étage, le plongeur solo avec un tel système, n'aura qu'un choix, « la fuite vers le haut » avec toutes les conséquences négatives que comporte ce procédé.

3.4.3.1.2. Air 2

C'est un second étage de détendeur, qui est monté sur le tuyau de l'inflateur. Durant des années ce système a été très en vogue à cause de son coût très réduit et du faible encombrement du système. Depuis, ils sont pratiquement tombés dans les oubliettes car, malgré les évolutions, ils n'ont jamais eu la qualité des « vrais » second étage. De plus la manipulation n'était pas aisée et il était impossible de donner de l'air avec ce système. Le sauveteur devait donner son détendeur principal à l'assisté et prendre pour lui l'air 2. Pour la plongée solo, ce système a les mêmes défauts que l'octopus.



3.4.3.2. Type B

3.4.3.2.1. Mono bouteille, deux sorties et deux détendeurs.

C'est le système le plus classique utilisé par les plongeurs dans les eaux froides. Deux détendeurs séparés sont montés sur deux sorties d'une même bouteille. Ce système permet de faire face à une panne complète d'un des détendeurs tout en conservant la possibilité de gonfler un système de flottaison. L'inflateur du costume étanche, ne doit pas être monté sur le même 1^{er} étage que l'inflateur du gilet. Le gilet étant un système de secours, on monte l'inflateur du gilet sur le détendeur de secours, de manière à pouvoir se servir du gilet si on est obligé de fermer le robinet du détendeur principal. Si vous utiliser une wing double : les deux inflateurs, ils ne peuvent pas être reliés au même détendeur. Le problème avec cette configuration, pour un plongeur solo, c'est qu'en cas de débit constant ou de rupture du joint entre le robinet et le détendeur : il faut pouvoir fermer le rapidement le robinet pour éviter de vider la bouteille ! Ce n'est pas une chose aisée avec une mono-bouteille. Le débit constant étant quand même le type de panne le plus fréquent, une amorce de solution assez satisfaisante consiste à intercaler entre le 1^{er} et le 2^e étage du détendeur une « Free Flow Stop Valve » qui permet de bloquer d'une manière instantanée un débit constant, sans devoir fermer le robinet. Pour éviter une surpression dans le flexible MP, il faut prendre la précaution de monter une soupape de sécurité sur une sortie MP du 1^{er} étage du détendeur. La « Free Flow Stop Valve » se monte uniquement sur le détendeur principal... le détendeur de secours ne pouvant jamais être bloqué !





3.4.3.2.2. Spare air

Le *spare air*³⁶ est une petite bouteille rechargeable sur une bouteille de plongée comprenant un détendeur intégré. Elle contient 85 litres d'air à la pression de 200 bars. Sa faible capacité, ne permet que de respirer de l'ordre de deux minutes à dix mètres de profondeur. Soit juste assez pour faire une remontée sans palier de sécurité. Pour cette raison ce système est à proscrire pour des plongées plus profondes que 10 m. Le système est totalement indépendant du scaphandre principal et à l'avantage d'un encombrement très réduit.



3.4.3.2.3. Pony Bottle

Le *Pony*, est un le système le plus sûr, pour le plongeur solo. Il s'agit d'un petit scaphandre complet qui se monte, le plus généralement, sur la bouteille principale à l'aide d'une fixation rapide. La bouteille et le détendeur qui composent le Pony sont totalement indépendants du scaphandre principal. Ce type de redondance n'a pas de défaut de mode commun, un incident qui intervient sur le scaphandre principal, n'affecte en rien le fonctionnement du Pony. La capacité de la bouteille est choisie en fonction du degré d'engagement de la plongée. Elle doit être telle, qu'il doit être possible de remonter à la vitesse prescrite, faire les paliers sans aucune difficulté tout en ayant encore une réserve d'air de minimum 30%. Ce système est fortement conseillé aux plongeurs solos, qui plongent au-delà de 20 m de profondeur. Le plus souvent on utilise des bouteilles en aluminium, gonflée à 200 bars, car elles ont une flottabilité neutre. Les capacités standards sont de : 2, 3, 5 ou 7 litres soit respectivement 400, 600, 1000 ou 1400 litres d'air.



3.4.3.2.4. Bi-bouteilles avec manifold

Pour des plongées plus engagées, il n'est plus possible de se contenter d'une mono bouteille. La bi-bouteille avec manifold d'isolation entre les bouteilles est un impératif. Il est possible de choisir en fonction de ses propres desideratas de plonger manifold ouvert ou fermé. Chacune des méthodes présentant des avantages et des inconvénients. Il faut veiller à ce que la vanne de manifold soit correctement orientée pour pouvoir la fermer seul. Il ne faut donc PAS qu'elle soit orientée vers l'arrière de la bouteille, comme on le voit trop souvent !



³⁶ En Francophonie, le Spare Air est souvent confondu avec le Ponybottle, alors que ce sont deux systèmes totalement différents.



Manifold ouvert ou fermé ?

Manifold	Avantages	Inconvénients
Ouvert	<ul style="list-style-type: none">• Pas d'obligation d'alterner les détendeurs.• Un seul manomètre est suffisant.	<ul style="list-style-type: none">• Défaut de redondance en mode commun.• Risque de perte totale du gaz en cas d'incapacité à fermer le(s) robinet(s)• Difficulté potentielle pour fermer le(s) robinet(s) et notamment le robinet de manifold (raideur des combis, gants étanches.)
Fermé	<ul style="list-style-type: none">• Pas de défaut de redondance en mode commun.• Aucun risque d'une perte totale du gaz	<ul style="list-style-type: none">• Obligation d'alterner les détendeurs régulièrement.• Obligation d'avoir deux manomètres

Il existe deux grandes écoles antagonistes. L'une prêche pour le manifold ouvert et l'autre le contraire ! Les deux techniques présentent des avantages et des inconvénients. Personnellement en plongée solo, je favorise le système « manifold fermé » car on peut être dans l'impossibilité de fermer la (les) vanne(s). Il existe des prolongateurs mécaniques qui permettent de faciliter la fermeture du manifold à distance. Le risque de ce système est le grippage à cause de la pression ou du manque de manipulation.

3.4.3.2.5. Bouteilles en portage latéral (sidemount)

© Pete Nawrocky (CC-BY)

Le portage latéral des bouteilles *Sidemount* est le système le plus performant pour une plongée solo relativement engagée. Les bouteilles étant totalement séparées et portant chacune d'entre elle un détendeur complet, le système ne présente pas de défaut de redondance en mode commun. Le robinet de la bouteille se trouvant sous les aisselles facilite :



- La lecture de la pression de chaque bouteille, sans risque d'erreur sur la bouteille mesurée : le manomètre étant « collé » à la bouteille avec un court flexible ;
- La manipulation des robinets ;
- Le portage des bouteilles ;

En contrepartie, le plongeur a l'obligation d'alterner les détendeurs régulièrement. Le système présente d'autres avantages tel que :

- La flexibilité, il est très facile d'adapter la quantité et le type de gaz à emporter en fonction du degré d'engagement de la plongée ;
- Le transport des bouteilles si on plonge du bord
- En cas de problème de flottabilité il est très facile et rapide de larguer une bouteille, les bouteilles n'étant plus solidaire du gilet.



3.4.3.3. Tableau comparatif des redondances

		Tableau des pannes et défauts						Défaut de mode commun	Remarques
		Panne air du binôme	Panne air solo	Défaut au 1 ^{er} étage	Défaut au 2 ^e étage	Rupture O Ring	Rupture de flexible		
Type A	Octopus	O	N	N	O	N	N	X	Déconseillé à plus de 10m
	Air 2	O	N	N	O	N	N	X	Déconseillé à plus de 10m
Type B	Mono – 2 sorties	O	O	O	O	O	O	X	Difficile de fermer les robinets seul
	Spare Air	O	O	O	O	O	O		Limité à -10m
	Ponybottle	O	O	O	O	O	O		Idéal pour des profondeurs jusqu'à 30m
	Bi manifold ouvert	O	O	O	O	O	O	X	Difficile de fermer les robinets seul
	Bi manifold fermé	O	O	O	O	O	O		Alterner les détendeurs
	Sidemount	O	O	O	O	O	O		Alterner les détendeurs

O= Oui, la redondance résout le problème

N=Non, la redondance ne résout pas le problème

X : Indique un défaut de redondance en mode commun

3.5. Les pannes liées au matériel

Le reste du matériel est aussi susceptible de rencontrer des pannes pouvant amener une issue fatale ou occasionner des blessures au plongeur solo. Les redondances doivent donc aussi porter sur ce matériel et particulièrement sur l'instrumentation.

3.5.1. Ordinateur

Pour les instruments électroniques, le problème n'est pas de savoir s'ils vont prendre l'eau ou tomber en panne de batterie, ils le feront d'office un jour ou l'autre, mais il est impossible de prévoir quand ! Le plongeur solo devra donc disposer d'une redondance lui permettant de déterminer : son temps d'immersion, sa profondeur et sa vitesse de remontée ainsi que de calculer sa décompression. L'idéal est bien entendu de disposer de deux ordinateurs de marque différente, de manière à éliminer un défaut de mode commun éventuel. Ce n'est pas toujours possible, notamment pour des raisons budgétaires. Dans ce cas le plongeur solo devra au minimum disposer d'un profondimètre mécanique avec une aiguille trainante qui indique la profondeur maximum atteinte, une montre et une table de décompression. Dans ce cas la planification de la plongée doit se faire à l'aide de la table de décompression et PAS l'ordinateur, qui devient le système redondant. En effet la plupart des tables ne peuvent calculer la décompression que dans le cas de plongée carrée³⁷, ce qui n'est pas le cas d'un ordinateur, qui calcule la décompression en multi-niveau. Il est donc possible de sortir du domaine d'application de la table (profondeur – temps) alors que l'ordinateur n'indique que peu de palier avant de tomber en panne. Une autre solution consiste à « fabriquer » ses propres tables multi-niveaux, à l'aide d'un

³⁷ Sauf la « Wheel » de PADI, mais qui ne peut s'utiliser qu'en surface et donc exclusivement pour la planification.



logiciel... mais on quitte le domaine de la plongée « loisir » ou « sportive » pour rentrer dans le monde « Tec ».

3.5.2. Gilet stabilisateur



En dehors de certaines « Wings » avec deux vessies et deux inflateurs indépendants, il est difficile de doubler un gilet de stabilisation. Le costume étanche, même si ce n'est fait pour, peut servir de gilet de stabilisation. Le plongeur solo à intérêt, étant donné l'impossibilité d'avoir une redondance, d'avoir un gilet solide et résistant à la pénétration. Il convient de donner la préférence à des gilets à double enveloppe, avec une enveloppe extérieure résistante à la pénétration : c'est-à-dire un tissu ayant un nombre de deniers³⁸ élevé (minimum 800 pour du Cordura).

3.5.3. Instrumentation

Un deuxième compas dans une poche, ça ne pèse pas lourd et ça n'alourdit pas d'une manière conséquente un budget. En cas de perte ou de blocage : un deuxième instrument peut vous sortir d'embarras, surtout si vous devez rejoindre le bord avec une mauvaise visibilité et du courant et que de surcroît il y a du trafic maritime au-dessus de vous.

3.6. Les risques liés à la physiologie du plongeur.

3.6.1. Aptitude et forme physique

Si la bonne forme physique est importante pour tous les plongeurs, elle est encore plus essentielle pour le plongeur solo qui devra seul se sortir d'un mauvais pas. Toutes les connaissances, compétences, expériences, formations si elles peuvent aider à ne pas se mettre dans « une mauvaise situation » ne remplaceront jamais totalement une bonne forme physique. Il est important pour le plongeur, a fortiori pour la plongée solo, de maintenir une bonne forme physique et une bonne hygiène de vie. Le milieu aquatique peut être hostile et ce n'est pas notre milieu naturel, il faut donc un niveau de forme physique supérieur à ce dont l'on a normalement besoin pour vivre sur la terre ferme. Le plongeur solo doit être capable de se débrouiller par lui-même et ne pas être dépendant d'un binôme pour sortir de l'eau même si les vagues, les courants, la distance à nager sont plus importants que prévu.

Le meilleur moyen de maintenir une bonne forme, consiste à s'entraîner régulièrement en piscine, y compris des exercices d'apnée qui sont très salutaires, et bien sûr plonger régulièrement. Il doit donc parfaitement connaître ses limites ! Il va sans dire qu'une évaluation médicale sérieuse est recommandée, notamment du point de vue cardio-vasculaire, pulmonaire, glycémie et la sphère ORL.

³⁸Le denier est le poids en gramme du fil du tissu qui a une longueur de 9 mètres de long. Plus le nombre de deniers est élevé, plus le tissu est solide pour une matière donnée.



3.6.1.1. Le test de Ruffier

Le test de Ruffier est une méthode simple pour évaluer l'aptitude d'une personne à l'effort physique. Ce test ne nécessite aucun appareillage compliqué, une montre suffit. Son défaut est qu'il ne permet pas d'évaluer la puissance du système cardio-vasculaire, néanmoins par sa simplicité, il donne une bonne indication sur la forme physique du plongeur. Il se pratique en trois phases :

IR	Adaptation à l'effort
<0	Très bonne, sportif de haut niveau
0 - 5	Bonne
5 -10	Moyenne, sédentaire en bonne santé
10 - 15	Insuffisante
>15	Mauvaise, bilan médical nécessaire

1. Prise de pouls (P0) après quelques minutes de repos couché.
2. Prise de pouls (P1) après 30 flexions des jambes, bras tendu, en 45 secondes.
3. Prise de pouls (P2) après une minute de repos couché.

L'indice de Ruffier (IR) se détermine à l'aide de la relation suivante :

$$IR = \frac{(P0 + P1 + P2 - 200)}{10}$$

3.6.2. Mauvaises habitudes à bannir

Certains modes de vie vont à l'encontre de la bonne forme physique, il convient de les bannir : il suffit d'un peu de volonté et de discipline. Ceci ne veut pas dire qu'il faut vivre une « vie monacale » ... Tout est dans la modération.

Tabagie	Totalement à proscrire. Elle réduit la capacité pulmonaire, induit des risques supplémentaires au niveau cardio-vasculaire, augmente le CO ₂ dans l'organisme et donc le risque d'hypercapnie (essoufflement), accélération du rythme cardiaque, rétrécissement des artères et donc un risque accru d'ADD et d'hypothermie.
Drogues	Totalement à bannir y compris les drogues dites douces (Cannabis...). Les effets sont, bien entendu, variables suivant les substances, mais représentent toujours un danger mortel associé à la plongée.
Alcool	A consommer modérément, mais pas immédiatement avant ou après la plongée. L'alcool inhibe les réflexes et les prises de décisions. De plus l'alcool augmente les effets de la narcose, de l'hypothermie, de la déshydratation et donc augmente les risques d'ADD.
Stress	Le stress provoque des réactions physiologiques tel que : sueurs, accélération du cœur et de la respiration, crampes d'estomac..et psychologiques tel qu'inquiétudes, troubles du sommeil, sentiment de malaise, paniques...Ces manifestations sont bien entendu incompatibles avec la plongée solo où il faut pouvoir prendre rapidement les bonnes décisions.
Obésité	Le surpoids important engendre des problèmes cardio-vasculaires, du diabète et augmente les risques d'essoufflement et d'ADD.

3.6.3. Contre-indications à la plongée

Certaines les maladies sont des contre-indications à la pratique de la plongée en scaphandre. Ces contre-indications peuvent être définitives, temporaires ou limiter la pratique de la plongée sous-marine. Bien entendu, ils appartiennent exclusivement au médecin spécialisé d'évaluer les risques avec son patient ! La liste ci-dessous n'a pour but qu'une mise en garde, elle n'est pas exhaustive !



3.6.3.1. Contre-indications définitives

- Toutes les affections qui peuvent provoquer une perte de connaissance et/ou des convulsions tel que : épilepsie, diabète, tétanie, spasmophilie...
- L'asthme et certaines affections pulmonaires : insuffisance respiratoire, pneumothorax, chirurgie pulmonaire...
- Certaines maladies cardiaques, notamment les troubles du rythme, les insuffisances cardiaques...
- Certaines maladies mentales sévères, tendances suicidaires, éthyliste chronique ...
- Pathologie vasculaire de la rétine, prothèses oculaires ou implants creux ;
- Certaines maladies dégénératives.

3.6.3.2. Contre-indications temporaires

- Les affections de la sphère ORL tel que otites, rhumes, sinusites, angines, gripes...
- Caries dentaires ;
- Certaines dermatoses ;
- Fatigue, stress, hyperémotivité, dépression, mal de mer ;
- ADD, barotraumatismes...
- Hypertension ;
- Greffe de la cornée, affection du globe oculaire décollement de la rétine...
- Fracture, spécialement les fractures des os longs ;
- Certains médicaments : antidépresseur, anxiolytique, neuroleptique, bêtabloquant, anti-arythmique...
- Alcoolisation aiguë ;
- Grossesse.

3.6.3.3. Limitation à la pratique de la plongée sous-marine

Les plongeurs qui présentent des limitations à la pratique de la plongée sous-marine ne devaient jamais plonger en solo, ils ne devraient plonger qu'avec des encadrants qualifiés, parfaitement au courant de leur(s) limitation(s).

- Plongeurs présentant un handicap physique ou mental ;
- Multiples ADD ;
- Foramen ovale perméable.



4. DEGRÉ D'ENGAGEMENT DE LA PLONGÉE .

Le degré d'engagement d'une plongée est une notion difficile à appréhender et encore plus difficile à quantifier d'une manière cartésienne ! Le degré d'engagement conditionne le risque d'accident de décompression (ADD). Il existe peu d'études statistiques sur la probabilité d'un ADD au niveau des plongeurs sportifs, les chiffres les plus communément admis oscillent entre 0,1 et 1,4 ADD par 1000 plongées.

Ce risque (R) est conjointement lié à la profondeur (P) et au temps de plongée (t). Le risque augmentant avec la profondeur et le temps de plongée. Cette notion, essentielle à la gestion du risque, est difficile à évaluer quantitativement étant donné la complexité du phénomène de décompression.

Plusieurs approches sont possibles, mais aucune n'est le saint Graal. Ce ne sont que des estimations très relatives, mais qui néanmoins permettent d'anticiper le niveau de risque que le plongeur accepte de prendre. La plus courante est d'estimer le degré d'engagement de la plongée en fonction de la durée des paliers obligatoires et du temps total pour rejoindre la surface.

4.1 Approche TTS

L'approche Temps Total Surface est une approche très simple, basée sur la durée totale pour rejoindre la surface (TTS) et le temps passé au fond (TF). Elle a l'inconvénient d'être peu précise et pas du tout analytique.

	Risque ADD
Profondeur ≤ 9m	Quasi inexistant
Plongée sans palier obligatoire	Faible
TTS < TF ou TTS < 20 minutes	Moyen
TTS ≥ TF ou TTS ≥ 20 minutes	Elevé

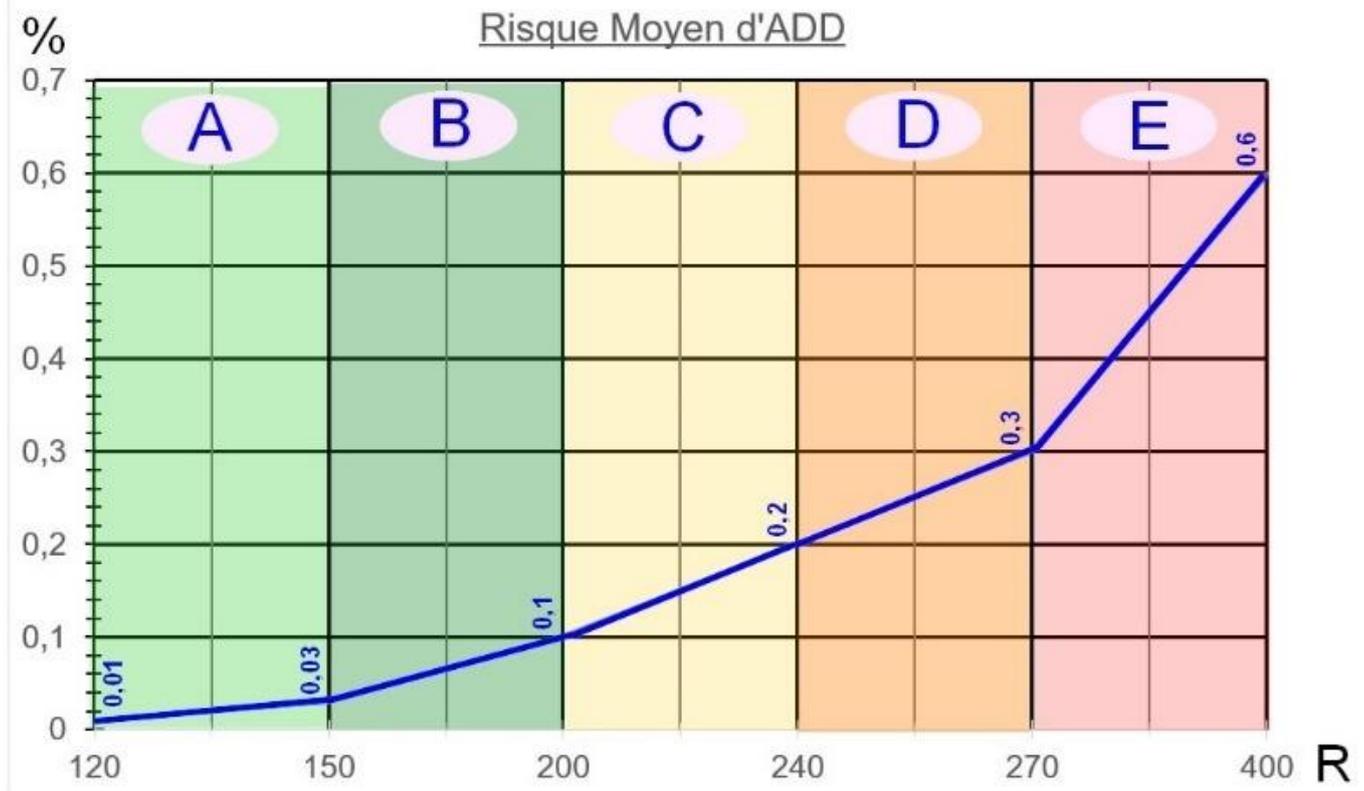
4.2. Approche analytique

Le docteur Bernard Gardette³⁹, a développé une approche analytique qui est nettement plus précise que l'approche TTS. Cette approche relie la charge en gaz inerte (N₂, He) au risque d'accident. Il définit un coefficient de Risque (R) proportionnel à la profondeur (P) et à la racine carrée du temps de plongée (t).

$$R = P\sqrt{t}$$

Avec : P : Profondeur en mètres
t : Temps de plongée en minutes

³⁹ Doctorat de neurophysiologie en 1974. Doctorat d'état en 1987. Directeur scientifique de la COMEX entre 1976 et 2015.



Zone A	Plongée loisir sans palier obligatoire
Zone B	Plongée loisir avec palier obligatoire de courte durée (Max 6 minutes)
Zone C	Plongée sportive avec palier obligatoire de durée moyenne (Max 15 minutes)
Zone D	Plongée sportive avec palier obligatoire de longue durée (plus de 15 minutes)
Zone E	Plongée TEK

La courbe représente le risque moyen estimé d'accident de décompression en fonction du paramètre (R) qui est l'image du degré d'engagement de la plongée. Ce risque peut être multiplié par 30 si le plongeur présente des facteurs aggravants : FOP⁴⁰, fatigue, stress etc....

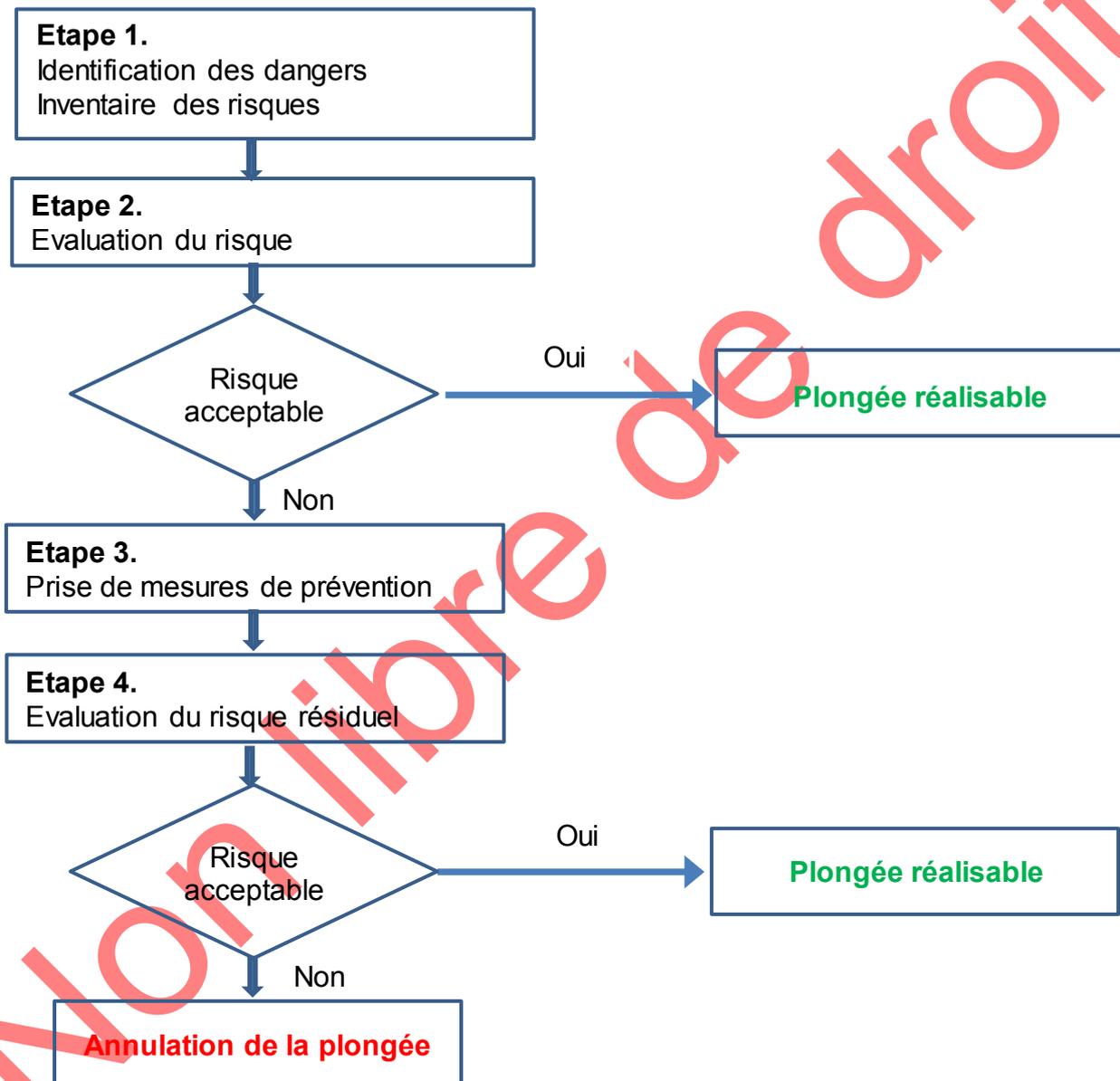
Pour faire simple, on peut considérer que lorsque le paramètre (R) est multiplié par un facteur de 1,3 le risque d'ADD, malgré le respect des tables, est multiplié par 10 !

⁴⁰ Foramen Ovale Perméable



5. ANALYSE DES RISQUES.

L'analyse des risques est une science largement répandue dans le milieu industriel et notamment au niveau de la plongée professionnelle⁴¹. On peut s'en inspirer pour analyser et quantifier le risque en plongée loisir et plus particulièrement en plongée solo. Cette analyse vise à identifier les risques (danger), les facteurs de risques, les quantifier et les prévenir d'une manière systématique. Il existe plusieurs méthodes pour évaluer le risque, la plus courante est la méthode Kinney.



⁴¹ Opérateur en Travaux Subaquatiques



5.1. Définitions

- **Danger** : Tout élément qui peut mettre en péril l'intégrité physique et la sécurité du plongeur.
- **Exposition** : durée d'exposition au danger.
- **Domage** : Atteinte à l'intégrité physique ou psychologique du plongeur.
- **Risque** : Probabilité pour qu'un « Domage » se produise.
- **Risque résiduel** : Risque qui subsiste lorsque les mesures de prévention ont été prises.
- **Facteur de risque** : Élément ou événement qui peut engendrer un « Domage ».
- **Prévention** : Toutes mesures pour limiter le « Risque », éviter les « Dommages » ou les atténuer.
- **Probabilité** : Paramètre variable en fonction de la nature du « Risque ».

5.2. Méthode Kinney

La Méthode Kinney est une méthode d'hierarchisation des risques et pas une méthode de dépistage des risques. Elle présente l'avantage d'être facile, rapide et de quantifier le risque. Le postulat de départ indique que le Risque est proportionnel à la probabilité (P), à l'exposition (E) et la gravité des conséquences possibles (G). Ce qui conduit à écrire la formule suivante :

$$Rk = G \times E \times P$$

Cette formulation ne tient pas compte de la formation et de l'expérience. Malchaire J. & Koob J-P⁴² proposent d'en tenir compte en affectant la formule précédente d'un facteur (F), sans toutefois donner un tableau de valeur. La relation devient donc :

$$Rk = G \times E \times P \times F$$

Avec :

- Rk : Risque estimé suivant la méthode Kinney.
- G : Gravité des conséquences possibles (Domage).
- E : Durée d'exposition au facteur de risque.
- P : Probabilité d'émergence du dommage pendant la durée d'exposition.
- F : Facteur qui tient compte de la formation et de l'expérience.

Des tableaux donnent pour ces trois facteurs des valeurs numériques⁴³. L'estimation du « score » du risque est le produit de ces facteurs. Le score ainsi obtenu peut être nuancé en

⁴² [Fiabilité de la méthode Kinney d'analyse des risques](#) - Malchaire J. & Koob J-P – Université catholique de Louvain

⁴³ Les tableaux originaux donnaient une échelle de coût. Dans le cadre de la plongée solo, je n'ai pas trouvé utile de les reprendre. D'autant plus que les originaux datent de 30 ans, sans mise à jour des valeurs !



fonction de la formation, l'expérience et la pratique régulière ou non du plongeur. Ce score permet à tout un chacun d'estimer si le risque est acceptable ou non.

La première difficulté consiste à faire l'inventaire des facteurs de risque. Il n'est pas facile de ne rien oublier ! La seconde difficulté, qui est de loin la plus gênante consiste à calculer le « score ». Celui-ci peut fortement varier en fonction de l'observateur, de son expérience, de sa sensibilité, de sa formation, de son niveau d'études, de son expérience de terrain... D'après l'étude de Malchaire J. & Koob J-P⁴⁴, le « score » varie en fonction en fonction de l'observateur dans une fourchette de 1 à 15.

5.2.1 Tableaux des facteurs G, E et P

5.2.1.1. La « Gravité » (G)

Gravité	Conséquences	Valeur
Catastrophique	Nombreux morts	100
Désastre	Quelques morts	40
Très grave	Un mort	15
Sérieux, grave	Blessure sérieuse, invalidité permanente	7
Important	Blessure incapacitante	3
Incident	Petite blessure non incapacitante	1

5.2.1.2. L'« Exposition » (E)

Exposition	Valeur
En continu	10
Régulièrement, de l'ordre d'une fois par jour	6
De temps à autre, de l'ordre d'une fois par semaine	3
Parfois de l'ordre, d'une fois par mois	2
Quelques fois par an	1
Maximum une fois par an	0,2

5.2.1.3. La « Probabilité » (P)

Probabilité	Valeur
Probable	10
Possible	6
Inhabituel mais possible	3
Petite possibilité dans des cas limites	1
Concevable mais peu probable	0,5
Pratiquement impossible	0,2
A peine concevable	0,1

⁴⁴ [Fiabilité de la méthode Kinney d'analyse des risques](#) - Malchaire J. & Koob J-P – UCL



5.2.2 Tableaux de l'évaluation du « Risque » (Rk)

En fonction du « score » ce tableau indique le degré d'acceptabilité du risque. Nœuds

Valeur	Evaluation	Action
Rk > 400	Risque très élevé	Risque tout à fait inacceptable
200 < Rk ≤ 400	Risque élevé	Mesures de correction impératives
70 < Rk ≤ 200	Risque important	Adopter des mesures de correction
20 < Rk ≤ 70	Risque moyen	Attention particulière requise
Rk < 20	Risque faible	Acceptable

5.3. Application de la méthode Kinney

Risque	Degré engagement de la plongée et Conditions particulières	Facteurs / score				Préventions	Risque résiduel Facteurs / score			
		G	E	P	Rk		G	E	P	Rk
Panne d'air	Prof. < 9m	3	3	3	27	Formation – Octopus	3	3	0,2	1,8
	Sans paliers	7	3	3	63	Formation, Bi manifold ou sidemount	7	3	0,2	4,4
	Avec paliers	15	3	3	135	Formation, Bi manifold ou Sidemount, bouteille de déco	15	3	0,2	9,0
Givrage (eau froide)	Prof. < 9m	1	3	6	18	Octopus, Free flow stop, air sec	1	3	0,2	0,6
	Sans paliers	1	3	6	18		1	3	0,2	0,6
	Avec paliers	3	3	6	54	Bi manifold + free flow stop ou Sidemount, air sec	3	3	0,2	1,8
ADD avec respect des paliers obligatoires et de sécurité	R= 120 à 149	7	3	0,2	4,2	O ₂ sur site	7	3	0,2	4,2
	R= 150 à 199	7	3	0,5	10,5		7	3	0,2	4,2
	R= 200 à 239	7	1	3	21	Formation, palier au Nx, O ₂ sur site	7	3	0,5	10,5
	R= 240 à 400	15	1	6	90	Best mix, formation, plan d'urgence spécifique, multiples gaz de déco, caisson hyperbare à moins d'une heure. O ₂ sur site	7	1	3	21
Non respect des paliers Remontée trop rapide	R= 120 à 149	1	3	1	3	Formation aux mesures de réimmersions préventives, O ₂ sur le site				
	R= 150 à 199	3	3	1	6					
	R= 200 à 239	7	2	1	14					
	R= 240 à 400	15	1	1	15		7	2	0,5	7
Hypothermie	Temp. 0 à 5° C	7	1	6	42	Costume sec, gants étanches, veste chauffante, argon. Limiter le temps de plongée à 30 minutes	7	1	0,5	3,5
	Temp. 6 à 14° C	7	3	6	126	Costume sec, gants étanches, argon, Limiter le temps de plongée à 45 minutes	7	3	0,5	10,5
	Temp. 15 à 19° C	7	3	1	21	Costume sec	7	3	0,5	10,5
	Temp. 20 à 24° C	7	3	0,2	4,2					
	Temp. > 24° C	7	3	0,1	2,1	Néant				
Chute en partant du bord	Plage sable	3	3	0,2	1,8	Néant				
	Plage galet	3	3	0,5	4,5					
	Rocher glissant	3	3	6	45	S'équiper dans l'eau, utiliser une corde pour se mettre à l'eau et en sortir	3	3	1	9
	Pente escarpée	3	3	3	27		3	3	1	9
Emmêlement	Tous	15	3	0,5	22,5	Plusieurs outils tranchants, Repérer les endroits où il y a des filets, ne pas plonger si la visibilité est trop faible	15	3	0,2	9
Narcose avec incapacité à réagir	Profondeur < 30m	15	3	0,1	4,5	Néant				
	Profondeur 30 à 39 m	15	3	0,2	9					
	Profondeur 40 à 49m	15	1	1	15					
	Profondeur 50 à 59 m	15	1	3	45	Utiliser de préférence un Tx	15	1	0,2	7,5
	Profondeur > 60m	15	1	10	150	Tx obligatoire	15	1	0,2	7,5



La plongée solo ou Self Reliant Diver

Risque	Degré engagement de la plongée et Conditions particulières	Facteurs / score				Préventions	Risque résiduel			
		G	E	P	Rk		G	E	P	Rk
Se perdre	Plongée du bord	1	3	3	9	Parachute de palier rouge	1	3	3	9
	Plongée bateau	15	3	3	135	Sécurité en veille a bord du bateau, parachutes de palier rouge et jaune, fil d'Ariane accrochée à l'ancre, Sea Marshall, miroir, siflet	15	3	0,2	9
Courant	0,1 à 0,4 nœuds	1	3	6	18	Néant				
	0,5 à 0,8 nœuds	3	3	6	54	Formation, parachutes de palier rouge et jaune, Analyse du courant en force et direction (Rose des courants). Prévoir des points de sortie alternatifs				
	0,9 à 1,5 nœuds	7	1	6	42					
	>1,5 nœuds Plongée dérivante	15	1	6	90		15	1	1	15
Vagues Plongée au depart d'une plage sable ou de galets	0 à 50 cm	1	3	0,5	1,5	Néant				
	50 à 100 cm	3	1	3	9	Utiliser une corde pour se mettre à l'eau et en sortir				
	> 100 cm	7	1	6	42		7	1	1	7
Vagues Plongée au depart d'une zone rocheuse	0 à 50 cm	1	3	1	3	Néant				
	50 à 100 cm	3	1	3	9	Annuler la plongée				
	> 100 cm	15	1	6	90					
Vagues Plongée au depart d'une embarcation	0 à 50 cm	1	3	0,5	1,5	Néant				
	50 à 100 cm	3	1	3	9	Annuler la plongée				
	> 100 cm	7	1	6	42					
Vent Plongée au depart du bord	1 à 4 Bft	1	3	0,2	0,6	Néant				
	5 à 6 Bft	3	1	3	9	Annuler la plongée				
	≥ 7 Bft	15	1	6	90					
Se perdre dans une épave	Tous	15	1	6	90	Formation, fil d'Ariane	15	1	0,5	7,5
Incarcération	Tous	15	1	6	90	Formation, Ne pas' passer près ou sous les parties corrodées ou instable ou sous des blocs rocheux instables, verifier la flotabilité	15	1	1	15
Explosion de munition dans une épave	Tous	40	1	1	40	Formation, ne rien toucher, pas de mouvement brusques, ne pas créer des turbulences, verifier la flotabilité	40	1	0,2	8

Note : le tableau est basé sur l'expérience de l'auteur est n'est donné qu'a titre didactique. La probabilité (P) a été estimée avec le plus de rigueur possible. Néanmoins, comme expliqué au chapitre précédent, celle-ci dépend grandement du ressenti. De ce fait il y a toujours une part de subjectivité. L'exposition (E) a été estimée en fonction d'un plongeur régulier qui plonge au minimum 5 fois par mois.

Chacun devra adapter les facteurs en fonction de son style de plongée et des circonstances locales.



5.3. Méthode matricielle ou HSE

La méthode matricielle (HSE) est une méthode qui est plus simple que la méthode Kinney. Elle ne tient pas compte de l'Exposition. L'évaluation du risque devient purement probabiliste et ne tient plus compte que de deux facteurs : La probabilité (P) que l'évènement survienne et une gradation du risque (G). Ces valeurs sont reprises dans des tableaux qui sont différents de la méthode Kinney. L'évaluation du risque peut s'écrire à l'aide de la relation :

$$Rm = G \times P$$

Avec :

- Rm : Risque estimé suivant la méthode matricielle.
- G : Gravité des conséquences possibles (Dommage).
- P : Probabilité.

Cette relation permet d'écrire une matrice d'évaluation du risque et de décider si celui-ci est acceptable ou non. Cette méthode est utilisée lorsqu'on a du mal à définir le degré d'exposition. Contrairement aux « conseillés en prévention » qui guère l'analyse pour plusieurs personnes, le plongeur « loisir » connaît son profil d'exposition. Il connaît sa fréquence de plongée ainsi que le degré d'engagement.

5.3.1. Tableaux des facteurs

5.3.1.1. Probabilité (P)

Dénomination	Valeur	Probabilité (P) / Cause
Très improbable	0	Ne se produit jamais / Combinaison de facteurs imprévisibles.
Improbable	1	Se produit rarement / Combinaison de facteurs.
Possible	2	Possible / Si un évènement additionnel se produit.
Probable	3	Pas certain mais probable / Risque fort de survenir si une circonstance additionnelle survient.
Très probable	4	Pratiquement inévitable, si des mesures ne sont pas prises

5.3.1.2. Gravité (G)

Effets	Valeurs	Dommages
Négligeable	1	Lésions limitées bénignes traitables in situ.
Léger	2	Blessure légère qui peut engendrer un petit arrêt de travail. Pas de séquelle permanente.
Modéré	3	Blessure sérieuse, hospitalisation de plusieurs jours.
Elevé	4	Un mort, blessures graves, séquelles permanentes.
Très élevé	5	Plusieurs morts.



5.3.2. Matrice d'évaluation des risques

		Gravité (G)				
		Négligable	Léger	Modéré	Elevé	Très élevé
Probabilité (P)		1	2	3	4	5
Très improbable	0	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Improbable	1	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen
Possible	2	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Elevé
Probable	3	Faible	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Très probable	4	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé	Elevé

Valeur	Risque	
A	Faible	Risque acceptable. A vérifiez si une réduction est possible où non ?
B	Moyen	Des moyens de prévention doivent être mis en place pour réduire le risque.
C	Elevé	La plongée n'est pas possible, tant que le risque n'est pas réduit.

Cette évaluation se fait pour chaque risque que l'on a identifié.

Exemple : panne d'air avec des paliers obligatoires.

1) Evaluation : Probabilité(P) = Possible Gravité (G)= Elevée

2) Matrice d'évaluation : Résultat « Moyen »

		Gravité (G)				
		Négligable	Léger	Modéré	Elevé	Très élevé
Probabilité (P)		1	2	3	4	5
Très improbable	0	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Improbable	1	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen
Possible	2	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Elevé
Probable	3	Faible	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Très probable	4	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé	Elevé

3) Mesure à prendre : Formation aux procédures de décompression. Utilisation d'un bi avec manifold ou Sidemount à deux bouteilles. Utilisation d'un gaz de décompression.

4) Réévaluation : Probabilité(P) = Très improbable Gravité (G)= Elevée

5) Matrice d'évaluation : Résultat « Faible »

		Gravité (G)				
		Négligable	Léger	Modéré	Elevé	Très élevé
Probabilité (P)		1	2	3	4	5
Très improbable	0	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Improbable	1	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen
Possible	2	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Elevé
Probable	3	Faible	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Très probable	4	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé	Elevé



5.3.3. Application de la méthode matricielle

Risque	Degré engagement de la plongée et Conditions particulières	Facteurs / score			Préventions	Risque résiduel		
		G	P	Rm		Facteurs / score		
						G	P	Rm
Panne d'air	Prof. < 9m	2	2	A	Formation – Octopus	2	0	A
	Sans paliers	3	2	A	Formation, Bi manifold ou sidemount	3	0	A
	Avec paliers	4	2	B	Formation, Bi manifold ou Sidemount, bouteille de déco	4	0	A
Givrage (eau froide)	Prof. < 9m	1	3	A	Octopus, Free flow stop, air sec	1	0	A
	Sans paliers	1	3	A		1	0	A
	Avec paliers	3	3	B	Bi manifold + free flow stop ou Sidemount, air sec	3	0	A
ADD avec respect des paliers obligatoires et de sécurité	R= 120 à 149	3	0	A	O ₂ sur site	3	0	A
	R= 150 à 199	3	1	A	Formation, palier au Nx, O ₂ sur site	3	0	A
	R= 200 à 239	3	2	B		3	1	A
	R= 240 à 400	4	3	C	Best mix, formation, plan d'urgence spécifique, multiples gaz de déco, caisson hyperbare à moins d'une heure. O ₂ sur site	4	2	B
Non respect des paliers Remontée trop rapide	R= 120 à 149	1	1	A	Formation aux mesures de réimmersions préventives, O ₂ sur le site			
	R= 150 à 199	2	1	A				
	R= 200 à 239	3	1	A				
	R= 240 à 400	4	1	B		4	1	B
Hypothermie	Temp. 0 à 5° C	3	3	B	Costume sec, gants étanches, veste chauffante, argon. Limiter le temps de plongée à 30 minutes	3	1	A
	Temp. 6 à 14° C	3	3	B	Costume sec, gants étanches, argon, Limiter le temps de plongée à 45 minutes	3	1	A
	Temp. 15 à 19° C	3	1	A	Costume sec	3	1	A
	Temp. 20 à 24° C	3	0	A	Néant			
	Temp. > 24° C	3	0	A				
Chute en partant du bord	Plage sable	2	0	A	Néant			
	Plage galet	2	1	A				
	Rocher glissant	2	3	B	S'équiper dans l'eau, utiliser une corde pour se mettre à l'eau et en sortir	2	1	A
	Pente escarpée	2	2	A		2	1	A
Emmêlement	Tous	4	1	B	Plusieurs outils tranchants, Repérer les endroits où il y a des filets, ne pas plonger si la visibilité est trop faible	4	0	A
Narcose avec incapacité à réagir	Profondeur < 30m	4	0	A	Néant			
	Profondeur 30 à 39 m	4	0	A				
	Profondeur 40 à 49m	4	1	B	Utiliser de préférence un Tx	4	0	A
	Profondeur 50 à 59 m	4	2	B		4	0	A
	Profondeur > 60m	4	4	C		Tx obligatoire	4	0
Se perdre	Plongée du bord	1	3	A	Parachute de palier rouge	1	2	A
	Plongée bateau	4	3	C	Sécurité en veille a bord du bateau, parachutes de palier rouge et jaune, fil d'Ariane accrochée à l'ancre, Sea Marshall, miroir, siflet	4	0	A
Courant	0,1 à 0,4 nœuds	1	3	B	Néant			
	0,5 à 0,8 nœuds	2	3	B				
	0,9 à 1,5 nœuds	3	3	B	Formation, parachutes de palier rouge et jaune, Analyse du courant en force et direction (Rose des courants). Prévoir des points de sortie alternatifs			
	>1,5 nœuds Plongée dérivante	4	3	C		4	1	B



Risque	Degré engagement de la plongée et Conditions particulières	Facteurs			Préventions	Risque résiduel		
		G	P	Rm		Facteurs		
						G	P	Rm
Vagues	0 à 50 cm	1	1	A	Néant			
Plongée au départ d'une plage sable ou de galets	50 à 100 cm	2	2	A	Utiliser une corde pour se mettre à l'eau et en sortir	3	1	A
	> 100 cm	3	3	B				
Vagues	0 à 50 cm	1	1	A	Néant			
Plongée au départ d'une zone rocheuse	50 à 100 cm	2	2	A	Annuler la plongée			
	> 100 cm	4	3	C				
Vagues	0 à 50 cm	1	1	A	Néant			
Plongée au départ d'une embarcation	50 à 100 cm	2	2	A	Annuler la plongée			
	> 100 cm	3	3	B				
Vent	1 à 4 Bft	1	0	A	Néant			
Plongée au départ du bord	5 à 6 Bft	2	2	A	Annuler la plongée			
	≥ 7 Bft	4	3	C				
Se perdre dans une épave	Tous	4	3	C	Formation, fil d'Ariane	4	1	B
Incarcération	Tous	4	3	C	Formation, Ne pas passer près ou sous les parties corrodées ou instable ou sous des blocs rocheux instables, vérifier la flotabilité	4	1	B
Explosion de munition dans une épave	Tous	5	1	B	Formation, ne rien toucher, pas de mouvement brusques, ne pas créer des turbulences, vérifier la flotabilité	5	0	A

Note : le tableau est basé sur l'expérience de l'auteur est n'est donné qu'à titre didactique. La probabilité (P) a été estimée avec le plus de rigueur possible. Néanmoins, comme expliqué au chapitre précédent, celle-ci dépend grandement du ressenti. De ce fait il y a toujours une part de subjectivité.

Chacun devra adapter les facteurs en fonction de son style de plongée et des circonstances locales.

5.4. Analyse critique des deux méthodes

- Aucune des deux méthodes n'est parfaites, étant donné que les résultats des deux méthodes sont susceptibles d'être déformés par une certaine subjectivité.
- La méthode Kinney est plus précise que la méthode matricielle, mais elle implique de connaître l'exposition.
- La méthode matricielle est nettement plus rapide que la méthode Kinney.

En conclusion : Etant donné que le plongeur « loisir » connaît, en fonction de son vécu, relativement bien son exposition au risque la méthode Kinney est préférable.



6. CONSEIL POUR LA PLONGÉE SOLO.

Il ne faut jamais perdre de vue que seul, c'est seul... En cas de problème ou de malaise le plongeur solo ne peut compter sur personne d'autre que lui-même ! Ce risque, on l'accepte ou pas. Si on ne l'accepte pas : il ne faut pas plonger solo

Pour assurer sa sécurité, le plongeur solo doit s'astreindre à définir des règles et les respecter strictement. Ces règles ne sont pas immuables, elles peuvent varier dans le temps et l'espace en fonction des sites, de l'évolution du matériel, des redondances mises en œuvre, de l'expérience évolutive du plongeur, de la condition physique de plongeur et du degré d'autosuffisance du plongeur... La plupart des dangers potentiels de la plongée solo peuvent être atténués ou neutralisés par la formation, la planification, la connaissance du milieu naturel, les redondances. Ceci implique de la rigueur dans les évaluations et l'établissement d'une liste de « What-if » sérieuse et sans compromis. Il existe des contre-indications évidentes à la « plongée solo de loisir » tel que la pénétration dans les épaves, la plongée profonde, la plongée spéléo où l'on favorise un système de « team ». Il faut garder à l'esprit qu'une simple carte de certification, et ce quel que soit le niveau, ne fait pas de vous un plongeur solo compétent et autosuffisant, car jamais au cours des formations traditionnelles on vous a préparé à plonger seul... Même la perte accidentelle du binôme n'y est abordé que succinctement.

Robert von Maier dans son ouvrage « Solo Diving, The Art of Underwater Self-sufficiency » indique les deux règles suivantes :

Règle#1

"Never solo dive deeper than twice the depth to which you can free dive"

En plongée solo, ne plonger jamais plus profond que deux fois la profondeur que vous pouvez atteindre en apnée.

Règle#2

"A solo diver's underwater distance from the point of exit (shore. Boat..) should not exceed the distance that they can comfortably and easily swim equipped with full scuba gear, on the Surface".

La distance sous-marine entre le plongeur solo et son point de sortie (rive, bateau...) Ne doit pas dépasser la distance qu'il peut facilement et confortablement nager complètement équipé en surface.

La règle #1 est particulièrement sévère, car elle implique que la plupart des « plongeurs solo de loisir » ne pourraient pas plonger à plus de 10 à 15m de profondeur. Il ne faut pas oublier que cette règle a été écrite il y a un quart de siècle, période durant laquelle les systèmes de redondance étaient nettement moins accessibles aux plongeurs. Durant cette période, le plus souvent, la « fuite vers le haut » était la seule manière, pour un plongeur solo, d'échapper à la noyade en cas de panne d'air. Et comme le dit justement Robert Von Maier lui-même : « *Keep in mind that these "rules" are not carved in stone and are to be used as guidelines* »⁴⁵. Néanmoins, cette règle est dans une certaine mesure rassurante mentalement pour le plongeur solo, car il sait qu'à tout moment il peut rejoindre la surface par une RSE⁴⁶.

⁴⁵ Gardez à l'esprit que ces "règles" ne sont pas gravés dans la pierre et doivent être utilisés comme directives.

⁴⁶ Remontée Sans Embout : A l'heure actuelle, cette technique et son enseignement sont de plus en plus controversés par le corps médical. « *Du point de vue médical, toutes les épreuves de remontée sont dangereuses, irresponsables et à mettre en question* ». Dr Bernard Stockman Dr Sven Van Poucke Unité de médecine hyperbare Universitair Ziekenhuis Antwerpen – [Lettre ouverte parue dans plongée journal septembre 2004 page 3](#)



La règle #2 est logique car le plongeur solo ne peut compter que sur ses propres forces pour rejoindre le bateau, le bord et sortir de l'eau. Elle est toujours d'actualité et le restera probablement ad vitam aeternam car elle ne dépend que de la condition physique du plongeur et des paramètres du site (courant, vagues...) et pas du matériel et des avancées technologiques. Cependant le respect de cette règle implique une planification plus ardue que pour la première règle.

6.1. Atténuation des risques.

La plupart des agences (SDI...) qui proposent des formations de plongeurs solo, dans le cadre de la « plongée loisir », ont édicté des règles de bonne conduite assez strictes. Elles sont pour la plupart inspirées par l'ouvrage « Solo Diving » de Robert Von Maier.

- Les plongées en solo sont à faire dans le cadre strict de la « plongée loisir »⁴⁷, c'est-à-dire sans paliers de décompression obligatoire, pas de pénétration d'épaves...
- Pas de plongée en solo, si le risque d'emmêlement est important ;
- Pas de plongée en solo, si les paramètres de la plongée dépassent l'expérience personnelle du plongeur ;
- La plongée solo, ne peut se pratiquer qu'à des profondeurs où les procédures d'auto-sauvetage ont une chance d'aboutir avec succès ;
- La distance sous-marine entre le plongeur solo et son point de sortie (rive, bateau...) Ne doit pas dépasser la distance qu'il peut facilement et confortablement nager complètement équipé en surface.

En dehors des redondances classiques, il est aussi possible d'atténuer le risque en s'équipant de matériel très spécifique. Un risque très redouté c'est la perte en mer sans pouvoir prévenir les secours. Un mobilephone emporté avec soit risque d'être hors de portée, lorsqu'on plonge à partir d'une embarcation « au milieu de nulle part ». Le risque d'être perdu en mer est nettement plus important que pour les autres formes de plongée.

Les systèmes de détection pour les secours aériens du type EPIRB⁴⁸, le plus connu étant le « Sea Marshall ». Ce sont des émetteurs radios qui une fois activé émettent sur les fréquences aériennes de 121,5 et 243 MHz (Catégorie 1). Les plus sophistiqués peuvent aussi émettre sur la fréquence 406,025 MHz⁴⁹ (Catégorie 2), mais nécessite un enregistrement légal. Un hélicoptère qui vole à 1500m d'altitude détecte le signal dans un rayon de 50 Km ! Ce système rentre dans la catégorie des PLB⁵⁰ qui sont des balises de localisation personnelle. Elles sont à usage personnel et destinées à désigner une personne en détresse éloigné des services d'urgence.

Source: www.seamarshall-us.com/



⁴⁷ Les agences qui forment à la plongée solo considèrent qu'une plongée avec paliers obligatoire sort du cadre de la plongée de loisir et est du domaine de la plongée technique.

⁴⁸ Electronic Position Indicating Radio Beacon.

⁴⁹ Fréquence internationale de détresse.

⁵⁰ Personal Location Beacon



7. LA FORMATION EN PLONGÉE SOLO

La formation du plongeur solo présente deux aspects distincts. Le premier est un aspect théorique qui reprend les informations contenues dans cet ouvrage ; le second aspect est une évaluation, en milieu naturel, de l'aptitude et du degré d'autosuffisance du candidat. Les agences de formation ont des règles d'évaluations semblables. Le candidat doit montrer une aisance suffisante pour :

- Nager 200m en surface complètement équipé. L'équipement doit être configuré suivant les conditions locales du milieu naturel (costume étanche...);
- Planifier correctement la plongée (What-if, redondances, paramètres de temps et de profondeur, consommation...);
- Déterminer le matériel pour exécuter correctement la plongée ;
- Exécuter correctement la plongée planifiée suivant les paramètres préétablis en mettant l'accent sur les capacités suivantes :
 - Vitesse de descente et de remontée ;
 - Respect des paramètres ;
 - Exécution correcte d'un palier de décompression.
- Utiliser les outils de calcul de la décompression (tables, ordinateur...)
- Démontrer la capacité à s'orienter. Utilisation du compas suivant les trois schémas classiques : l'aller-retour ; le carré ; le triangle ;
- Démontrer l'aisance pour le passage sur une source d'air de secours ;
- Démontrer l'aisance à utiliser un parachute de palier (SMB) avec un moulinet (Reels) ou une bobine (Spool)



8. RÉSULTATS DE SONDAGE.

En avril 2015 on a effectué un petit sondage dans la communauté Facebook sur la page « La plongée et ses accidents. Comment y remédier »⁵¹. La vocation de ce sondage, n'est PAS d'établir une vérité scientifique absolue, en admettant qu'elle puisse exister, mais de mettre en évidence le courant de pensée francophone concernant la plongée solo.

Il est à remarquer, que ce sondage n'a PAS été réalisé dans l'anonymat et qu'il reste ouvert, ce qui signifie qu'au fil du temps l'augmentation du nombre de votant va faire diminuer l'incertitude sur les résultats!

Date de la prise en compte des données : mercredi 25 avril 2015.

8.1. Répartition des niveaux des plongeurs

8.1.1. Au niveau des organisations

Malgré des conceptions différentes dans l'enseignement de la plongée, à quelques pourcents près, la répartition des niveaux des plongeurs entre : plongeurs à encadrés, plongeurs autonomes-guide de palanquée et instructeurs est relativement semblable.

Niveaux	%	% moyen
Débutant	25 à 35	30
Autonome	55 à 65	60
Moniteur	10	10

Pragmatiquement on considère que :

- Les plongeurs N1, 1*, OWD, Scuba Diver sont des plongeurs débutants à encadrer et que se fait ils n'ont pas un niveau d'autosuffisance pour plonger seul.
- Les plongeurs N2, N3, N4, N5, 2*, 3*, 4*, AM, ADV, Rescue, Divemaster, AI... sont des plongeurs autonomes ou des guides de palanquée ayant un niveau d'autosuffisance qui les rend susceptibles de plonger seul.
- Une seule catégorie de moniteur qui englobe les : 1*,2*,3*, E1, E2, E3, E4, E5, OWI, Instructeur trainer, Course Director, BEES...

8.1.2. Au niveau du groupe

Au niveau du groupe Facebook on a bien entendu conservé les mêmes définitions qu'au niveau des organisations pour définir les catégories : débutant, autonome et moniteur.

Niveaux	%
Débutant	13
Autonome	57
Moniteur	30

8.1.3. Conclusions

On constate au niveau du groupe cible que par rapport aux organisations :

- Le pourcentage de plongeur autonome est assez semblable ;
- Les plongeurs débutants sont sous représentés dans le groupe de l'ordre d'une vingtaine de pourcents ;
- Les moniteurs sont surreprésentés dans le groupe de l'ordre d'une vingtaine de pourcents.

En conséquence de quoi, comme ce sont les moniteurs qui sont les plus autosuffisants et donc les plus susceptibles de plonger en solo, il convient de corriger certains résultats du

⁵¹ L'auteur, remercie les administrateurs de la page « [La plongée et ses accidents. Comment y remédier](#) » pour lui avoir permis de réaliser ce sondage.



sondage ci-après, afin d'avoir une idée un tant soit peu réaliste du nombre de plongeurs solos et de la fréquence des plongées en solo. Pour tenir compte des disparités au niveau du groupe par rapport aux organisations et en considérant qu'un plongeur débutant ou à encadré ne plonge jamais seul, on peut :

1. Estimer une correction de l'ordre de 20% pour répondre à la question « *Avez-vous, dans votre carrière de plongeur, plongé au moins une fois en solo ?* »
2. Pour le calcul des pourcentages, introduire un nombre fictif de plongeurs n'ayant « jamais plongé en solo », de manière à augmenter l'effectif total de 20%

8.1. Mise en danger.

Question 1.

Avez-vous eu un jour le sentiment d'avoir été mis en danger par le comportement ou l'attitude de votre binôme ?

Réponses	Nombre	%
Oui	121	76
Non	34	21
Indécis	3	3
Total	158	100

Commentaires d'internautes pour le moins interpellant

...il m'a fait poireauter une demi-heure dans ma combi en plein soleil avec tout le matos sur le dos, puis il a encore fallu finir de l'équiper dans l'eau. Finalement : déshydratation et au cours des exercices de remontées assistées début d'essoufflement et pas de seconde plongée bien naturellement.

Moi c'est même avec l'instructeur ! Il a préféré m'abandonner pour poursuivre sa séance d'instruction avec un autre plongeur, il n'allait quand même pas perdre une plongée facturée, non...

Question 2.

Avez-vous eu un jour le sentiment d'avoir mis en danger votre binôme par votre comportement ou votre attitude ?

Réponses	Nombre	%
Oui	14	42,5
Non	12	36,5
Peut-être	7	21
Total	33	100

Les réponses : « jamais en plongeant seul » ont été interprétés comme « oui »

8.1.1. Analyse

Le pourcentage de plongeurs qui se sont sentis en danger est proprement alarmant, d'autant plus alarmant que la lecture des commentaires fait état d'un sentiment de mise en danger, alors que le binôme est un encadrant ! Le point positif : il y a quand même une prise de conscience qu'à un moment donné il y a eu un sentiment de « mise en danger » ... 63% en comptant les indécis !



8.2. Plongée solo

Un commentaire d'internaute significatif.

Plonger solo requiert une approche mentale, une philosophie totalement différente de ce qu'on enseigne dans les clubs où, malheureusement, au lieu de poser sur la table, sincèrement et dans une recherche de sécurité, les apports indéniables du solo en matière de sécurité, on en est encore à refuser carrément le débat car il est "tabou". Enseigner la plongée solo dans une formation, je ne sais pas car cet "art" que nous pratiquons, nous les plongeurs solo, doit être tout d'abord provenir d'une démarche personnelle, une autre approche très personnelle de la plongée, une recherche de liberté et de sécurité, (voir le sondage consacré à l'insécurité ressentie en plongeant en binôme...) Donc, enseigner aux élèves à être VRAIMENT AUTONOME, absolument indispensable !!! Maintenant, je crois que les plongeurs solos n'ont pas attendu qu'il existe des formations pour se poser depuis longtemps les vraies questions en matière de sécurité et les appliquer (matériel, drill, etc....). C'est d'ailleurs pour cela qu'ils en sont venus au solo.

Question 1.

Pensez-vous que dans le cadre de la plongée loisir (sportive) un cours « plongeur solo » est le bienvenu pour améliorer la sécurité ?

Réponses	Nombre	%
Oui	29	88
Non	0	0
Peut-être	4	12
Sans opinion	0	0
Total	33	100

Les réponses : « Une approche à la plongée souterraine » (7 votes) ont été interprétés comme « oui »

Commentaires d'internautes pour le moins significatifs

Oui, incontestablement oui. C'est carrément un plus en termes de sécurité. Puis, être formé dans son cursus de plongeur à la plongée solo ne veut pas dire qu'on va forcément plonger solo. Mais on saura au moins que ça existe et que ce n'est pas plus dangereux qu'avec un binôme. Pour moi, ça serait surtout pour montrer qu'on peut se débrouiller seul, sans le sacro-saint binôme. Certains plongeurs ne s'imaginent pas pouvoir survivre sous l'eau sans leur binôme et paniquent à l'idée de le perdre.

Un énorme oui !!! Au niveau sécurité, ça serait un énorme plus car en cas de pépin le binôme n'est pas toujours à portée de main. La perte de binôme n'est pas rare. Ou si il est devant, qu'il vient de se retourner pour vérifier que tout va bien, et que l'incident arrive juste après, pour le peu qu' en plus il palme un peu vite... C'est plus sécuritaire de savoir se débrouiller tout seul que de tenter de le rattraper, en étant pas sûr d'y arriver en plus, pour qu'il intervienne. Pareil pour les moniteurs qui sont avec des débutants, ils ne peuvent compter que sur eux-mêmes. Pour moi, le binôme est là "en bonus" mais je compte en priorité sur moi-même. Maintenant, pour ceux que ça gêne, plutôt que d'apprendre "la plongée solo" on peut enseigner "l'auto-résolution d'incident".

Question 2.

Avez-vous, dans votre carrière de plongeur, plongé au moins une fois en solo ?

Réponses	Nombre	% groupe	% Corrigé
Oui	67	63	43
Non	40	37	57
Total	107	100	100

Facteur de correction : 20% (6.1.3. Note 1)



Question 3.

Quel est le % de plongée solo que vous avez fait par rapport à la plongée en binôme ?

Facteur de correction :
 $42 \times 0,2 = 8,4$ soit 8
 (6.1.3. Note 2)

% plongées en solo	Sans correction		Avec correction	
	Nbr plongeurs	%	Nbr plongeurs	%
0	19	45	19 + 8 = 27	54
1 à 5	16	38	16	32
6 à 10	1	2,5	1	2
11 à 20	0	0	0	0
21 à 50	1	2,5	1	2
51 à 75	5	12	5	10
Plus de 75	0	0	0	0
Total	42		42 + 8 = 50	

Question 4.

Dans votre vie de plongeur, combien de plongée solo avez-vous faites ?

Facteur de correction :
 $61 \times 0,2 = 12,2$ soit 12
 (6.1.3. Note 2)

Nbr de plongées en solo	Sans correction		Avec correction	
	Nbr de plongeurs	%	Nbr de plongeurs	%
0	24	39	24 + 12 = 36	49
1 à 5	7	11	7	10
6 à 10	0	0	0	0
11 à 25	15	25	15	21
26 à 50	1	2	1	1
51 à 100	6	10	6	8
101 à 250	5	8	5	7
251 à 500	2	3	2	3
Plus de 1000	1	2	1	1
Total	61		61 + 12 = 73	

8.2.1. Analyse

1. Les résultats sont interpellant et démontrent bien le « syndrome de l'autruche ». En effet, alors que dans le microcosme de la plongée francophone, la plongée solo est encore largement taboue :
 - a. Au moins la moitié des plongeurs avouent avoir au moins plongé une fois en solo ;
 - b. La quasi-totalité des plongeurs (88%) sont demandeurs d'une forme de formation à la plongée solo, ne fût-ce que pour augmenter leur propre sécurité (cf. le sentiment de mise en danger du binôme).
 - c. Au moins un quart des plongeurs sont des plongeurs solos assidus ayant plus de 50 plongées en solo.
 - d. De l'ordre de 10% des plongeurs plongent majoritairement en solo.
2. La moitié des plongeurs n'ont jamais pratiqué en solo.
3. De l'ordre de 40% des plongeurs sont, peut-être par la force des choses, des plongeurs solos occasionnels !

8.3. Conclusions

Il semble opportun que les organisations de plongée traditionnelles sortent la « tête du sable » et ne nient plus l'existence de la plongée solo qui, de nos jours, est devenue une réalité de terrain. Quelles ne considèrent plus la « plongée solo » comme un frein à leurs propres ambitions, mais bien comme une opportunité de satisfaire les demandes légitimes de leurs adhérents en matière de formation continue, d'accroissement de l'autonomie, d'autosuffisance et de sécurité.



9. BIBLIOGRAPHIE

- Solo Diving The Art of Underwater Self-Sufficiency, Robert Von Maier - ed Aqua Quest Publications ISBN 9781881652281 (2001)
- Does the buddy system really make recreational scuba diving any safer? ,Andrew Philip Coutanche March 2006.
- Causes of Recreational Diving Fatalities Common causes of open-circuit recreational diving fatalities.P. J. DENOBLE ;J. L. CARUSO ; G. de L. DEAR ; C. F. PIEPER., and R. D. VANN - Undersea and Hyperbaric Medical Society
- Costumes secs, une autre manière de plonger, Jean Claude Taymans – ed FUN,
- Analyse des risques & Gestion des risques Organisation de divertissements actifs - SERVICE PUBLIC FEDERAL : Economie, P.M.E., Classes Moyennes & Energie (Belgique)
- L'ANALYSE DES RISQUES, Francis Hermans Plongeur scaphandrier à la retraite. Edition revue 2018 (Belgique)
- FIABILITE DE LA METHODE KINNEY D'ANALYSE DES RISQUES, Malchaire J., Koob J.-P. Université catholique de Louvain (Belgique)