



LA PLONGEE SUR EPAVES

JEAN-CLAUDE TAYMANS





La plongée sur épaves

AVERTISSEMENTS

La plongée est une activité à risque. Elle ne peut être pratiquée que par des personnes correctement formées, bien entraînées et en bonnes conditions physiques et mentales. 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.

Photo de couverture : Kitsugawa Maru – Guam (USA)

Source : <https://www.rawpixel.com/>

Auteur : ?

Licence : CC0

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

jctdive@gmail.com

D'Avril 2014\Jean-Claude Taymans : Editeur

ISBN 978-2-930747-04-0



SOMMAIRE

TABLEAU DES MISES À JOUR ET MODIFICATIONS.	5
1. INTRODUCTION	6
1.1. DÉFINITION.....	6
1.2. POURQUOI PLONGER SUR LES ÉPAVES ?	6
1.3. LES NIVEAUX DE DIFFICULTÉS	6
2. ATTRAITS DE LA PLONGÉE SUR LES ÉPAVES	7
3. LES ACTIVITÉS DE LA PLONGÉE SUR ÉPAVES	7
4. LES RISQUES PARTICULIERS	8
5. LA LÉGISLATION	9
6. REPÉRAGE ET LOCALISATION DE L'ÉPAVE.	10
6.1. SYMBOLES SUR LES CARTES DE MARINE	10
6.2. LES AMERS.....	11
6.3. GPS ET DGPS	11
6.4. SONAR – LA MESURE DES PROFONDEURS PAR ACOUSTIQUE	12
.....	12
6.4.1. <i>Sonar à balayage latéral</i>	12
6.4.2. <i>Echosondeur – sondeur multifaisceaux</i>	13
6.5. MAGNÉTOMÈTRE.....	13
6.5.1. <i>Magnétomètre à protons</i>	13
6.6. COMBINAISON DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE DÉTECTION.	13
7. L'ÉQUIPEMENT	14
7.1. L'ÉQUIPEMENT INDIVIDUEL	14
7.1.1 <i>Équipement conseillé</i>	15
7.2. LES ÉQUIPEMENTS COLLECTIFS	15
7.2.1. <i>Localisation de l'épave</i>	15
7.2.2. <i>Marquage de l'épave</i>	16
7.2.3. <i>Matériel de sécurité et de confort</i>	16
7.3. CONFIGURATION DE L'ÉQUIPEMENT.....	17
8. LES TECHNIQUES	18
8.1. PRÉPARATION DE LA PLONGÉE	18
8.1.1. <i>Notion de « What-if »</i>	18
8.1.2. <i>Notion de redondance</i>	18
8.1.2.1 <i>Défaut de mode commun</i>	19
8.1.2. <i>Calcul de l'autonomie, détermination de la consommation</i>	19
8.1.3. <i>Règle des tiers</i>	19
8.2. RECHERCHE ET BALISAGE DE L'ÉPAVE.....	20
8.3. BALISAGE DE L'ÉPAVE.....	20
8.4. LA PLONGÉE.....	21
8.4.1. <i>La mise à l'eau</i>	21
8.4.2. <i>La descente</i>	21
8.4.3. <i>Progression sur l'épave</i>	21
8.4.3.1. <i>Epave en bon état</i>	22
8.4.3.2. <i>Epave morcelée</i>	22



La plongée sur épaves

8.4.3.3. Technique de palmage.....	22
8.4.3.3.1. Le «Frog kick».....	22
8.4.3.3.2. Le « Modified Flutter Kick ».....	22
8.4.3.3.2. Le « Shuffle Kick ».....	23
8.4.3.4. Tirer le fil d'Ariane.....	23
8.4.3.5 Fixer le fil d'Ariane.....	24
8.4.3.6. Récupération d'un fil d'Ariane perdu: technique du lasso.....	24
8.4.4. Incursion dans l'épave.....	24
8.4.4.1. Incursion limitée.....	24
8.4.4.2. Incursion non limitée.....	24
8.4.4.3. Manifold ouvert ou fermé ?.....	25
8.4.5. La remontée.....	25
8.4.5.1. La remontée en pleine eau.....	25
8.4.5.2. La remontée sous le parachute.....	26
8.4.5.2.1 Procédure de déploiement du parachute.....	26
8.4.5.3. La remontée à l'ancrage ou à la station de décompression.....	26
8.4.6. La récupération des plongeurs.....	26
8.4.6.1. Récupération des plongeurs sous le parachute.....	26
8.4.6.2. Récupération des plongeurs à la station de décompression.....	26
9. CHOIX DE L'ÉPAVE.....	27
10. A FAIRE OU NE PAS FAIRE !.....	27
10.1. CE QU'IL FAUT TOUJOURS FAIRE.....	27
10.2. CE QU'IL NE FAUT SURTOUT JAMAIS FAIRE.....	27
11. GESTION DU STRESS, DES PROBLÈMES ET DES PANNES.....	27
11.1. CONDUITE À TENIR EN CAS D'ANXIÉTÉ.....	27
11.2. PERTE DU COMPAGNON DE PLONGÉE.....	27
11.3. EMMÊLEMENT DANS UN FILET OU UNE LIGNE DE PÊCHE.....	28
11.4. EMMÊLEMENT DANS LE FIL D'ARIANE.....	28
11.4.1 <i>Dégagement du fil d'Ariane</i>	28
11.4.1.1. Préparation de la dérivation (Figure 1.).....	29
11.4.1.2. Mise en place de la dérivation (Figure 2 et figure 3.).....	29
11.4.1.3. Dégagement du fil d'Ariane (Figure 4 et figure 5).....	29
11.5. RISQUE D'EXPLOSION.....	29
11.6. INCARCÉRATION.....	30
11.7. PANNE D'AIR.....	30
11.8. PROBLÈMES DIVERS.....	30
12. ANALYSE DES RISQUES.....	31
12.1. DÉFINITIONS.....	32
12.2. MÉTHODE KINNEY.....	32
12.2.1 <i>Tableaux des facteurs G, E et P</i>	33
12.2.1.1. La « Gravité » (G).....	33
12.2.1.2. L'« Exposition » (E).....	33
12.2.1.3. La « Probabilité » (P).....	33
12.2.2 <i>Tableaux de l'évaluation du « Risque » (Rk)</i>	33
12.3. APPLICATION DE LA MÉTHODE KINNEY.....	34
12.3. MÉTHODE MATRICIELLE OU HSE.....	34
12.3.1. <i>Tableaux des facteurs</i>	35
12.3.1.1. Probabilité (P).....	35
12.3.1.2. Gravité (G).....	35
12.3.2. <i>Matrice d'évaluation des risques</i>	35
5.4. ANALYSE CRITIQUE DES DEUX MÉTHODES.....	36



13. LES ASPECTS ÉCOLOGIQUES 37
14. LES ÉPAVES DANS LE MONDE 37

TABLEAU DES MISES A JOUR ET MODIFICATIONS.

Version	Date	Remarques
Vers.1	Janvier 2010	Original
Vers.2	Avril 2014	Nouvelle mise en page, mise à jour générale. Ajout : perte du fil d'Ariane
Vers.3.	Juillet 2023	Suppression référence ADIP
Vers.4	Février 2024	E-mail, couverture, analyse des risques, mise en page, photos

Non libre de droit



1. INTRODUCTION

1.1. Définition

On définit comme épave¹ :

1. Tout navire en état de non-flottabilité qui est abandonné par son équipage ;
2. Les embarcations, machines, engins de pêche abandonnés ;
3. Les marchandises tombées ou jetées à la mer ;
4. Tout objet dont le propriétaire a perdu la possession, qui est échoué sur le rivage ou trouvé en mer.

1.2. Pourquoi plonger sur les épaves ?

Les motivations peuvent être aussi multiples que variés :

- Curiosité naturelle ;
- Observation des organismes, qui se concentrent sur ce « récif artificiel » ;
- Un esprit d'aventure (Tintin chassant le trésor de Rackham le rouge » ;
- Histoire ;
- Photo et vidéo, les épaves permettent de réaliser des prises de vues étonnantes, des contre-jours...

1.3. Les niveaux de difficultés

Type de plongée	Niveau	Remarques
1) Pas d'incursion	Débutant Moyen	<ul style="list-style-type: none">• Balade autour de l'épave sans rentrer dans celle-ci.
2) Incursion limitée	Moyen	<ul style="list-style-type: none">• Les sorties sont toujours visibles.• Pas de risque de se perdre dans l'épave.• Peu ou pas de risque de réduire la visibilité à cause du palmage ou des bulles.
3) Incursion non limitée	Expert	<ul style="list-style-type: none">• Les sorties ne sont PAS visibles.• Importants risque de se perdre dans l'épave.• Utilisation de techniques spéciales de plongée « sous plafond ».• Risque de mauvaise visibilité.

¹ Définition de la Préfecture Maritime de l'Atlantique – France. Cette définition me semble la plus complète et la plus judicieuse.



2. ATTRAITS DE LA PLONGEE SUR LES EPAVES

La plongée sur les épaves présente de nombreux attraits tel que :

- Prise de vue dans une ambiance et une luminosité particulière ;
- Mesures scientifiques ;
- Récifs artificiels ;
- Habitat privilégié pour une grande variété de la vie marine ;
- Site étendu ;
- Site diversifié :
 - Salles des machines ;
 - Moteurs ;
 - Chaudières ;
 - Éléments mécaniques divers.
- Forme de plongée qui demande une préparation et des compétences spéciales ;
- Forme de plongée qui donne accès à une part d'héritage culturel et historique ;
- Aspects émotionnels.

3. LES ACTIVITES DE LA PLONGEE SUR EPAVES

Les activités peuvent être multiples et variées. Elles peuvent aller de la simple balade aux observations et mesures scientifiques en passant par la photographie, la vidéographie...

Généralement le plongeur « normalement constitué » à un attrait tout particulier pour l'hélice et surtout... la salle des machines !





4. LES RISQUES PARTICULIERS

Il est impératif de tenir compte de certains risques particuliers à la plongée sur épaves, tel que :

- Les coupures dues aux arêtes tranchantes ;
- Les emmêlements dans les cordages, filets, lignes de pêche ;
- La vie aquatique :
 - Des animaux peuvent se sentir acculés ou menacés par la présence des plongeurs ;
 - Corail et incrustations urticantes.
- L'instabilité des structures. L'oxydation peut amener à la rupture des parois, des plafonds ou faire chuter des objets lourds ;
- Les vagues et ressac peuvent causer des courants et des phénomènes de succion au sein de l'épave ;
- Le courant qui peut déporter le plongeur lors de la remontée ;
- Être perdu en mer ;
- La perte du sens de l'orientation et la difficulté à retrouver l'ancrage ;
- Les incursions dans l'épave peuvent représenter de réels dangers comme :
 - La perte de l'orientation dans l'épave ;
 - La perte du fil d'Ariane ;
 - Des accès et des étroitures difficiles pouvant :
 - Amener au décapeler le scaphandre ;
 - Mettre le plongeur dans l'impossibilité de se retourner ;
 - Augmenter le risque d'accrochage ;
 - Rendre impossible le passage d'embout.
 - La chute d'objets ;
 - Le manque de visibilité dû au palmage ou aux bulles.





5. LA LEGISLATION

RENSEIGNER VOUS TOUJOURS SUR LA LEGISLATION EN VIGUEUR AVANT DE PLONGER SUR UNE EPAVE.

La plupart des pays ont mis en place, dans leurs eaux nationales, une réglementation plus ou moins restrictive concernant la plongée sur les épaves.

- Généralement il est interdit de remonter tout objet.
- Certaines épaves sont considérées comme des sanctuaires (Chuuk Lagoon...) interdiction absolue de remonter des objets ou des restes humains sous peine de se faire accuser de « violation de tombe ».
- Certaines épaves sont considérées comme des sanctuaires de guerre et il est tout à fait interdit d'y plonger (Royal Oak à Scapa flow, USS Arizona à Hawaii...).
- Certaines épaves ne peuvent être plongées qu'avec un guide local (Cedar Pride en Jordanie...).
- En France, toutes les épaves qui présentent un caractère historique ou archéologique entrent dans le domaine des « biens culturels maritimes » et sont légalement protégées.
- Les épaves de plus d'un siècle font partie de l'héritage culturel mondial. Elles sont protégées par la « Convention sur la protection du patrimoine culturel subaquatique²».

Paradoxalement, le point le plus ardu consiste à savoir à qui appartient l'épave. Chaque pays à ses propres règles, souvent entachées d'un « flou artistique » quasi inextricable ! La découverte d'un trésor occasionne la plupart du temps des procès interminables.

Une épave peut appartenir :

- A son inventeur, c'est-à-dire la personne qui l'a découverte mais dans ce cas celui-ci est juridiquement responsable de l'épave ;
- A l'assurance qui a indemnisé l'armateur ;
- Au propriétaire du navire
- Au pays du pavillon, pour les épaves de guerre ;

Cette liste n'est pas exhaustive !

² En 2001, l'UNESCO a créé cet instrument juridique pour lutter contre le pillage.
(<https://www.unesco.org/fr/legal-affairs/convention-protection-underwater-cultural-heritage>)

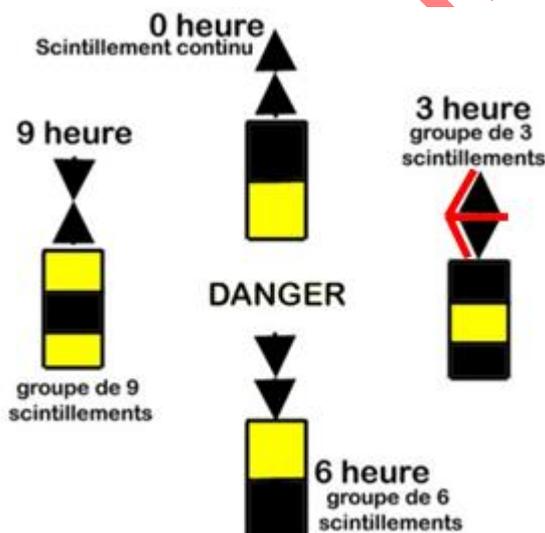


6. REPERAGE ET LOCALISATION DE L'ÉPAVE.

6.1. Symboles sur les cartes de marine

La manière dont les symboles sont dessinés sur la carte première indication sur précision de la position, la profondeur de l'épave et le degré de dangerosité pour la navigation maritime.

Symbole	Définition
	Epave qui ne couvre jamais.
	Epave qui couvre et découvre
	Epave dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à moins de 20m de profondeur.
	Epave dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à moins de 20m de profondeur. Position approximative.
	Epave dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à moins de 20m de profondeur. Position incertaine.
	Epave pouvant être dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à moins de 20m de profondeur. Existence douteuse.
	Epave dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à la profondeur indiquée dans l'ovale a été établie par sondage.
	Epave dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à la profondeur indiquée dans l'ovale a été vérifiée par un plongeur.
	Epave non dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à plus de 20m de profondeur.
	Epave non dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à plus de 20m de profondeur. Position approximative.
	Epave non dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à plus de 20m de profondeur. Position incertaine.
	Epave non dangereuse pour la navigation maritime. Point haut de l'épave à plus de 20m de profondeur. Existence douteuse.



Les épaves peuvent éventuellement repérée par le marquage cardinal. Ces bouées composées de cônes sont disposées au Nord, au Sud, à l'Est ou à l'Ouest d'un danger pour la navigation. Ce danger pouvant être un obstacle ou une épave.

Mnémotechnique

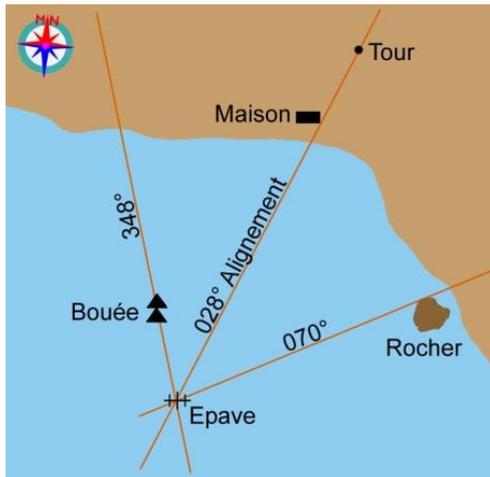
La pointe du cône indique toujours le sens des bandes noires sur la balise

Le nord est à la partie supérieure des cartes. Les deux cônes pointent vers le haut. C'est l'inverse pour le sud.

A l'est le contour des cônes, opposés par la base, forment un « E » stylisé. Pour l'ouest c'est le contraire.



6.2. Les amers



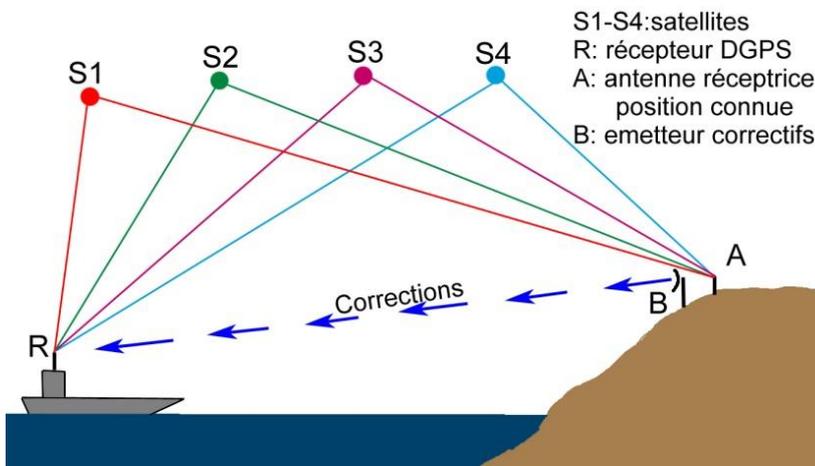
Les amers sont des points de repères sur les côtes tel que phares, clochers, tours ou autres points remarquables qui permettent l'orientation du navigateur en vue de la terre. Il est possible de repérer la position d'une épave à l'aide de 2 amers au minimum. Il est préférable d'en avoir au moins 3 suffisamment éloignés les uns des autres. L'idéal est d'avoir des amers en alignement, mais c'est rarement possible. Il faudra donc repérer la position de l'épave en relevant l'azimut³ de chacun des amers. En termes de marine, cela se nomme « faire le relèvement ». Il faut distinguer le relèvement vrai (Rv), qui est celui mesuré sur la carte et le relèvement magnétique (Rm) qui est donné par le compas. Pour passer du relèvement magnétique au

relèvement vrai, il faut tenir compte de la déclinaison (D). D est positif si la déclinaison est Est et négative si elle est Ouest. Posez la question « est-ce plus ou est-ce moins » c'est y répondre : EST plus, OUEST moins !

$$Rv = Rm + D$$

6.3. GPS et DGPS

ATTENTION: le GPS et le DGPS n'indiquent PAS la position de l'épave mais la position de leur antenne!



Le GPS⁴, est un système de géolocalisation mondial mis en place par le Département de la Défense des États-Unis. Les signaux transmis par les satellites peuvent être librement reçus et exploités. Il suffit d'un récepteur équipé des circuits électroniques et du logiciel nécessaires au traitement des informations reçues pour pouvoir connaître sa position sur terre, sur mer ou dans l'air. Le GPS utilise le système géodésique WGS 84⁵. Le

premier satellite a été lancé en 1978, mais il faudra attendre 1995 pour avoir la couverture complète composée de 24 satellites. Il fonctionne en calculant la distance qui sépare le récepteur de plusieurs satellites. Les satellites envoient des ondes électromagnétiques qui se propagent à la vitesse de la lumière.

On peut aisément calculer la distance qui sépare le satellite du récepteur en connaissant le temps que l'onde a mis pour parcourir ce trajet. La position est établie par un simple calcul de trilatération⁶. Pour mesurer le temps : le récepteur compare l'heure d'émission, inclus dans le signal et l'heure de réception de l'onde donnée par l'horloge du récepteur. Cette mesure est entachée de diverses erreurs :

³ L'azimut est l'angle dans le plan horizontal entre la direction d'un amer et une direction de référence. Cette direction peut être le Nord géographique ou magnétique.

⁴ Global Positioning System

⁵ World Geodetic System 1984

⁶ La trilatération est un procédé mathématique qui consiste à utiliser uniquement les distances pour localiser un objet dans l'espace.



La plongée sur épaves

- Décalage entre les horloges : une erreur d'un millionième de seconde engendre une erreur de 300 m ;
- Propagation des signaux dans l'ionosphère⁷ et la troposphère⁸ ;
- Mauvaise géométrie des satellites ;
- Liés à la relativité⁹
- Trajets multiples : A cause de la réflexion sur les océans, les lacs les montagnes... les signaux radio atteignent l'antenne par plusieurs trajets.

Ces erreurs peuvent être estimées à partir de mesures sur plusieurs satellites. Il faut donc au minimum 4 satellites au lieu des 3 théoriques !

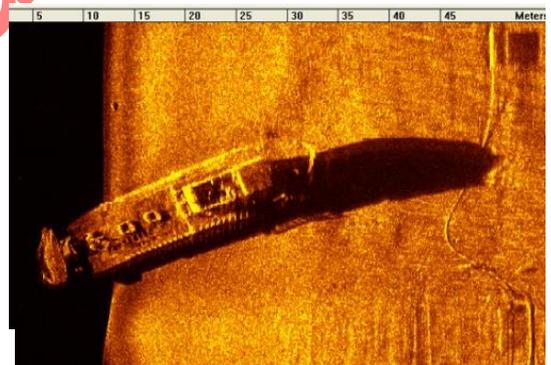
Pour diminuer la marge d'erreur au minimum on utilise les systèmes DGPS¹⁰. Ils sont basés sur le principe qu'en des points voisins les erreurs quasi semblables. Il suffit donc de voir les variations des mesures en un point connu et de les transmettre à un récepteur voyant les mêmes satellites. Le système DGPS-RTK¹¹ est le plus précis, mais nécessite une station de référence à moins de 10 km. La phase de l'onde porteuse est 1500 fois plus élevée que pour le DGPS classique.

Système	Précision
GPS	20 à 50m
DGPS	1 à 10m
DGPS-RTK	De l'ordre du centimètre

6.4. Sonar – la mesure des profondeurs par acoustique

Le sonar¹² est un instrument qui utilise la propagation du son dans l'eau pour localiser des objets. Ils permettent de cartographier le fond des océans, localiser des bancs de poissons... Le sonar utilisé pour la recherche d'épave est du « type actif » : émission d'un son et écoute de l'écho en retour. La distance se détermine en mesurant le délai entre l'impulsion initiale et son écho.

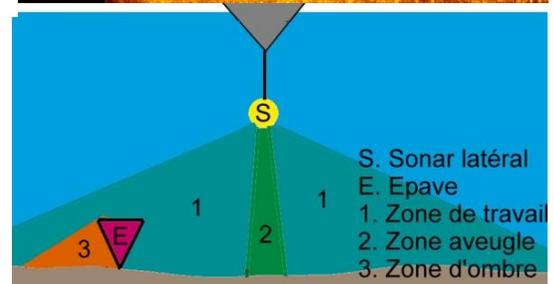
Image EdgeTech - (www.edgetech.com)
sonar à balayage latéral



6.4.1. Sonar à balayage latéral

Ce système est très utilisé dans la recherche des épaves, car il permet d'avoir une image précise du fond ainsi que de l'épave. Le sonar, qui balaye latéralement la zone est monté dans une « torpille » tractée par le bateau. Ce système présente deux inconvénients :

1. Une zone aveugle juste en dessous de la « torpille » ;
2. Des possibilités de zone d'ombre autour des obstacles.



⁷ Partie supérieure de notre atmosphère entre 50 et 1000 km d'altitude

⁸ Partie de notre atmosphère située en 8 et 15 km d'altitude

⁹ A cause de la vitesse du satellite, le temps ne s'écoule pas de la même manière que sur la terre (écart de 38,6 microsecondes par 24h)

¹⁰ Differential Global Positioning System

¹¹ Real Time kinematic

¹² sound navigation and ranging



La plongée sur épaves

6.4.2. Echosondeur – sondeur multifaisceaux

Le sondeur multifaisceaux, mesure de la profondeur dans plusieurs directions perpendiculaire à l'axe du navire. Le nombre de direction est fonction du nombre de faisceaux acoustiques. On obtient une image bathymétrique du fond au droit de la quille du navire. Il est possible de repérer une épave par ce système. Moins probant que le sonar à balayage latéral ce système possède l'avantage d'être peu coûteux et facile à mettre en œuvre.

6.5. Magnétomètre

Le magnétomètre détecte les variations du champ magnétique terrestre. Ce champ magnétique est influencé par la présence d'objets métalliques tels que : épaves, câbles, mines qui peuvent être ou non enfouis dans le sable. Il est donc possible de détecter des épaves métalliques même si elles sont en mauvais états et enfouies sous plusieurs couches de sédiments. L'intensité du champ magnétique d'un objet est proportionnelle à sa masse et inversement proportionnel à la distance à laquelle on se trouve de celui-ci. Il est impératif d'estimer la masse de l'objet, afin d'optimiser les profils lors des recherches.

6.5.1. Magnétomètre à protons

C'est le type de magnétomètre le plus couramment utilisé pour « chasser les épaves ». Le principe est basé sur le fait que le proton¹³ se comporte comme un aimant qui va s'orienter dans le champ magnétique terrestre.

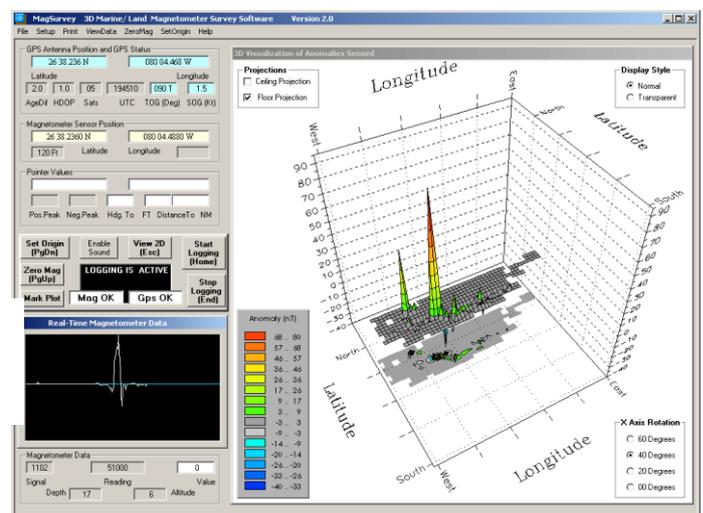


Source: www.quantrosensing.com/

Dans une première phase les protons sont orientés par le champ magnétique généré par une bobine, puis le champ est coupé. Les protons qui tournent sur eux-mêmes, vont se réaligner sur le champ magnétique terrestre en subissant une modification de l'axe de rotation (mouvement de précession). Ce qui va provoquer un champ alternatif dont la fréquence est proportionnelle au champ magnétique terrestre.

6.6. Combinaison des différents systèmes de détection.

La réussite de la recherche tient souvent à la combinaison des différents systèmes de détection avec le GPS. L'informatique permet de traiter les différentes sources d'information en temps réel.



Combinaison GPS et magnétomètre - logiciel MagSurvey 3D Marine.

Source : www.quantrosensing.com/

¹³ Le proton est une particule subatomique chargée électriquement (positif). Le noyau de l'hydrogène contient un simple proton.



7. L'ÉQUIPEMENT

Les équipements individuels et collectifs sont conditionnés par le degré d'engagement de la plongée. Une incursion dans l'épave va nécessiter un niveau d'équipement largement supérieur à une simple balade au-dessus du pont de l'épave. Pour des incursions de l'épave « engagée » l'équipement sera similaire à celui des plongeurs spéléos, en fonction des circonstances le « What-if » peu donner des indications utiles sur le type d'équipement et son agencement.

7.1. L'équipement individuel

Type de plongée	Équipement minimum
1) Pas d'incursion	Matériel classique avec en plus : <ul style="list-style-type: none">• Une combinaison complète avec gants et cagoule ;• Un ou plusieurs outils tranchants (cisaille, coupe-fil...) ;• Un dévidoir (reels)¹⁴ avec parachute anti-déflation rouge.
2) Incursion limitée	Comme au point 2 avec en plus : <ul style="list-style-type: none">• Une double sortie et deux détendeurs si on plonge en eau froide ;• Une lampe.
3) Incursion non limitée	Comme au point 1 et 2 avec en plus : <ul style="list-style-type: none">• Un bi avec manifold d'isolation des bouteilles et de préférence muni des taquets de protection de la robinetterie contre les chocs ;• Deux détendeurs séparés avec manomètre¹⁵ (un par détendeur) ;• Long house monté sur détendeur principal ;• Un dévidoir principal¹⁶ ;• Un dévidoir de secours ;• Un spool avec mousquetons¹⁷• Un parachute anti-déflation de secours jaune¹⁸ avec plaquette et crayon ;• Plusieurs outils tranchants (cisaille, coupe-fil...) ;• Des éclairages de secours (lampes, cyalume) ;• Casque de protection ;• Des élastiques « fixe-fil » ;• Des mousquetons en réserve ;• Un masque de réserve.

¹⁴ La longueur du fil doit au moins être égale à 1,3 à 1,5 fois la profondeur de l'épave.

¹⁵ Si la configuration de l'épave (étroitures...) exige de plonger avec le manifold fermé.

¹⁶ Diamètre de 3mm ayant une résistance à la traction de minimum 100 Kg (daN) avec de bonnes propriétés anti-usure (Polypropylène ...)

¹⁷ Le spool sert de dévidoir de secours pour la remontée, si pour une raison ou l'autre les dévidoirs principaux ont été abandonnés dans l'épave !

¹⁸ Par convention la couleur jaune du parachute indique à la surface un problème. La plaquette sert à indiquer la nature de ce problème.



La plongée sur épaves

7.1.1 Equipement conseillé

Lorsqu'on plonge sur des épaves « au milieu de nulle part », le risque d'être perdu en mer est muettement plus important que pour les autres formes de plongée. Pour localiser le plongeur perdu plus facilement on peut utiliser des moyens techniques tel que :

- Kit de survie comprenant :
 - Miroir ;
 - Cyalumes ;
 - Lampe à éclats ;
 - Fusées de détresse ;
 - Sifflet ;
 - Fumigène
- Le parachute ayant tendance à se coucher par grand vent, on peut utiliser un drapeau jaune (détresse) sur un mat pliable et munir le drapeau d'une lampe à éclats.
- Des systèmes de détection pour les secours aériens du type EPIRBS¹⁹, 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 MHz²⁰ (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 PLB²¹ 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/

7.2. Les équipements collectifs

Les équipements collectifs sont de trois natures : ceux qui servent à localiser l'épave, ceux qui servent à la marquer et ceux qui servent à la sécurité et au confort des plongeurs. Leur importance est fonction des difficultés, du nombre et de l'expérience des plongeurs.

7.2.1. Localisation de l'épave

1	Epave repérée par une bouée fixe.	Compas, GPS, cartes, livre des feux et amers, instructions nautiques.
2	Epave facile à trouver (grande taille, peu profonde...)	Même équipement que (1) avec en plus un échosondeur.
3	Epave difficile à trouver (petite taille, profonde...)	Même équipement que (1 et 2) avec en plus un sonar à balayage latéral.
4	Epave métallique enfuie dans le sable	Même équipement que (1, 2 et 3) avec en plus un magnétomètre.

¹⁹ Electronic Position Indicating Radio Beacon.

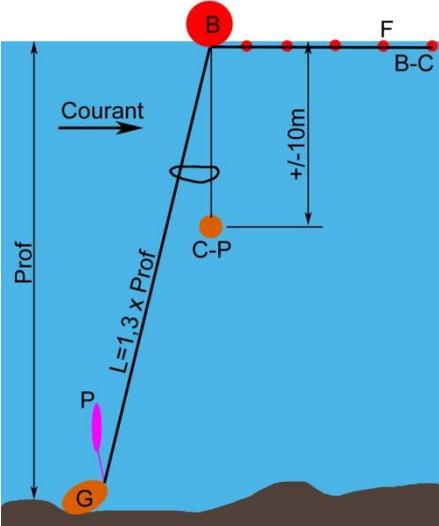
²⁰ Fréquence internationale de détresse.

²¹ Personal Location Beacon



La plongée sur épaves

7.2.2. Marquage de l'épave

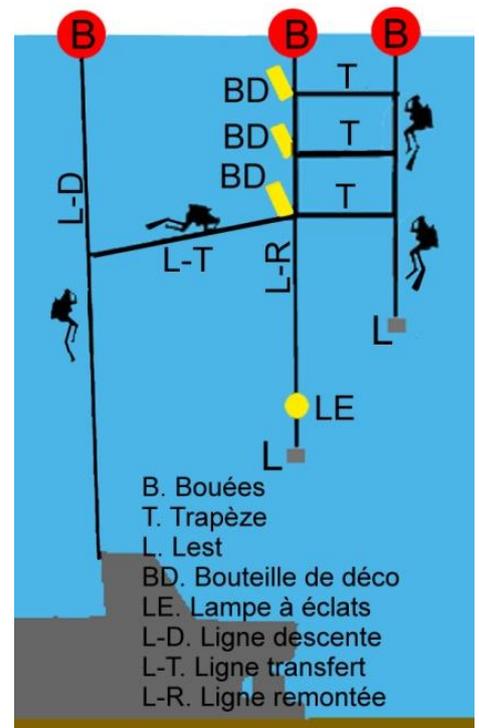
<p>Bouée grenade Galito</p> 	<p>Petite bouée d'une dizaine de litres qui est munie d'un lest de 2 à 5 kg en forme d'haltère sur lequel est enroulé un fil de 2 à 3 mm. Le fil se déroule rapidement lorsque le lest coule. Longueur du fil : 1,3 fois la profondeur de l'épave. Elle sert principalement à un marquage provisoire pour permettre d'envoyer la gueuze. Les plongeurs <u>ne peuvent pas</u> se haler sur le cordage de ce type de bouée.</p>
<p>Gueuze</p> 	<p>La gueuze (G) est une masse de plomb de l'ordre de 15 à 20 kg ayant de préférence une forme ovoïde (meilleure pénétration dans l'eau). Elle porte un anneau un anneau sur lequel on fixe un bout et un parachute de relevage (P). La longueur du bout est de l'ordre de 1,3 fois la profondeur. A l'autre extrémité du bout, on fixe une bouée (B) de surface de minimum 50 litres. Sous cette bouée un pendeur d'une dizaine de mètre avec un contrepois (C-P) de 2 à 4 kg pour tendre le bout et amener la bouée au-dessus de l'épave. La bouée peut être munie d'un bout de courant (B-C) d'une vingtaine de mètre muni de petits flotteurs (F). Ce système peut servir de base à la mise en place d'une station de décompression.</p>

7.2.3. Matériel de sécurité et de confort

C'est du matériel qui permet d'assurer une meilleure sécurité, un meilleur confort général, un meilleur confort de décompression tel que :

- Bout de courant ;
- Bouteille de sécurité ;
- Station de décompression.

La station de décompression est un moyen confortable et sécurisant pour faire les paliers. Elle comprend une ligne de descente, une ligne de remontée ainsi qu'une ligne de transfert vers la station, un ou plusieurs trapèzes avec blocs de décompression.



Exemple de station de décompression



7.3. Configuration de l'équipement.

La configuration de l'équipement, dépend du style de plongée que l'on désire faire (cfr 7.1. L'équipement individuel), mais quel que soit le style de plongée, certains principes sont immuables tel que :

- Laissez traîner les détendeurs, le manomètre, la combo..., c'est la meilleure manière de rester accroché. Tout ce matériel doit être accroché près du corps ;
- Fixer un couteau à la cheville est non seulement un piège à fil de pêche mais il est aussi difficile de sortir de sa gaine... A proscrire absolument ;
- Pouvoir retrouver seul et se servir des pièces de son équipement dans le noir total ;
- S'assurer que la source d'air de secours soit parfaitement identifiable ;
- S'assurer que les pièces d'équipement se trouvent dans un triangle dont les sommets sont la bouche et les hanches ;
- S'assurer qu'il peut manipuler seul, dans le noir et dans un espace restreint la vanne de manifold ;
- S'assurer que les outils sont atteignables de la main droite ET de la main gauche.



A: Détendeur principal
B: Détendeur de secours
C: Inflateur
D: Manomètre
E: Lampe de secours, cisaille, parachute...

Non libre de



8. LES TECHNIQUES

8.1. Préparation de la plongée

La plongée sur épave, surtout en cas d'incursion, nécessite une préparation plus poussée que pour une autre plongée. Il faut essayer d'avoir le maximum de renseignements sur l'épave et les alentours de la zone de plongée.

1. Peut-on légalement plonger sur l'épave envisagée²² ?
2. Quels est sa position, sa taille et sa profondeur ?
3. Quel est l'orientation de son axe ?
4. Est-elle marquée par une bouée fixe ou une bouée cardinale ?
5. Quels sont les conditions de navigations (proximité d'un chenal...)?
6. Quels sont la force et la direction des courants éventuels ?
7. Dans quel état est l'épave : est-elle en entier, brisée, morcelée, enfouie partiellement dans le sable ?
8. Est-elle couverte de filets, fils de pêches, filins ou autres pièges ?
9. Est-elle posée sur sa quille, sur un flanc ou complètement retournée ?
10. L'incursion est-elle possible, et si oui dans quelles conditions ?
11. Pour se familiariser avec l'épave avant la plongée : des plans, des photos, des relevés de sonar existent' ils ?

La réponse à ces questions va permettre d'établir un plan de plongée cohérent, une liste de « What if », les redondances indispensables et de mettre en place les sécurités adéquates.

8.1.1. Notion de « 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 dresser une liste, non exhaustive, de tous les problèmes matériels ou non 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 buddy 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.

Exemple exhaustif dans le cas de plongée

- Que faire si mon ordinateur est en panne ?
- Que faire si je dois abandonner mon parachute rouge ?
- Que faire en cas d'emmêlement dans le fil du dévidoir ?
- Puis j'atteindre tous mon matériel en aveugle ?
- Que faire si je perds le fil d'Ariane ?

8.1.2. Notion de 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.

²² Par exemple : le Superior Producer à Curaçao ne peut pas être légalement plongé, si un navire de croisière se trouve amarré...les ancrages se trouvent à plus de 500m de l'épave !



La plongée sur épaves

- 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 profonde et en incursion d'épave 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.

8.1.2.1 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.

Exemples de défauts de mode commun :

- 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.

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

En moyenne un plongeur consomme 20 l de mélange par minutes 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 minute.

8.1.3. Règle des tiers

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

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



La plongée sur épaves

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 faites sur le gaz de fond en cas de perte totale du gaz de décompression.

8.2. Recherche et balisage de l'épave

Avant de plonger sur épave, il faut d'abord la trouver ! Si elle n'est pas balisée par une bouée ce n'est pas toujours chose aisée. Le GPS est un outil précieux il permet de localiser approximativement une épave. Approximativement car le GPS n'indique PAS la position de l'épave MAIS la position de son antenne. Le relevé de la position est donc entaché d'une erreur plus ou moins grande. La technique qui consiste à tirer une ancre sur le fond jusqu'à la croche dans l'épave peut être définitivement abandonnée avec la combinaison GPS/sondeur. Les fonds marins ne s'en porteront que mieux !

1. Choisir et repérer sur la carte l'épave que l'on désire plonger
2. Dans la mesure du possible, déterminer l'orientation et la profondeur de l'épave
3. Délimiter la zone de recherche, les symboles sur la carte donnent une première idée de la position de l'épave.
4. Quadriller la zone de recherche à basse vitesse et perpendiculairement à l'axe supposé de l'épave.
5. Dès que le sondeur donne l'écho de l'épave procéder au balisage.

8.3. Balisage de l'épave

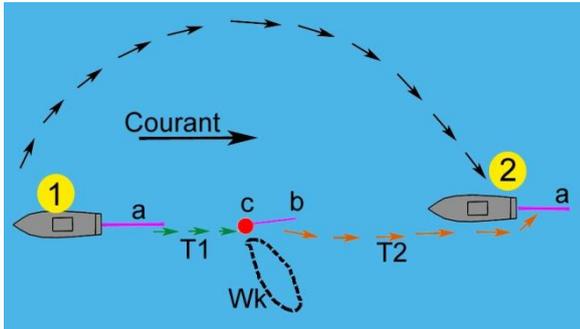
1. Dès qu'on reçoit l'écho du sondeur, faire une « petite marche arrière » et larguer la bouée grenade (galito) qui va servir de point de repère.
2. Refaire un passage pour confirmer la position.
3. Dès que la position est confirmée, larguer la gueuze.
4. Le cas échéant mettre en place une station de décompression.
5. La palanquée la plus expérimentée (celle des sacrifiés !)²³ va vérifier la position de la gueuze. Si la gueuze n'est pas sur l'épave deux cas peuvent se présenter :
 - a. L'épave est visible : dérouler un fil au dévidoir de la gueuze à l'épave. Le fil ainsi mis en place servira de guide aux palanquées moins expérimentées. Attacher le dévidoir à un élément bien reconnaissable de l'épave, de manière à pouvoir le retrouver sans difficulté. Pour la facilité, on peut y adjoindre une lampe à éclat.
 - b. L'épave n'est pas visible : attacher le dévidoir à la gueuze, dérouler 10 à 15m de fil et tourner autour de la gueuze en essayant de repérer une masse plus sombre. Si vous la repéré nager vers elle jusqu'à rejoindre l'épave et procédé comme dans le cas où l'épave est visible. Dans le cas contraire le fil du dévidoir vous permet de rejoindre la gueuze sans difficulté.

²³ Si on a loupé le balisage (ça arrive) c'est probablement la palanquée qui ne verra pas ou peu l'épave !



8.4. La plongée

PLAN YOUR DIVE AND DIVE YOUR PLAN !



Organisation et position typique du bateau dans une mer à courant.

1. Bateau en position de largage des plongeurs.
 2. Bateau en position de récupération des plongeurs.
- T1. Trajet « aller » des plongeurs en surface.
T2. Trajet « retour » des plongeurs en surface.
a. Bout de courant principal.
b. Bout de courant de sécurité.
c. Bouée de la gueuze, station de décompression.

8.4.1. La mise à l'eau

Il faut éviter une mise à l'eau anarchique. Les palanquées se mettent à l'eau les unes après les autres, le chef de palanquée en premier et le serre-file en dernier. Sauf si on plonge à partir d'un petit bateau gonflable, dans ce cas tout le monde bascule en même temps pour éviter de déséquilibrer le bateau.

Lorsque le bateau est ancré directement sur l'épave et en l'absence de courant la mise à l'eau ne présente pas de problèmes particuliers. Ce n'est pas aussi facile lorsqu'il y a du courant et que le bateau n'est pas ancré... Cela demande ordre et méthode !

1. Le bateau se positionne au point de largage (1).
2. Les plongeurs se mettent à l'eau et les palanquées se regroupent à l'extrémité du bout de courant (a).
3. Puis, ils se laissent dériver jusqu'à la bouée (c) ou ils peuvent entamer la descente.
4. Lorsque tous les plongeurs sont largués, le bateau rejoint la position de récupération (2) SANS passer au-dessus des plongeurs.

8.4.2. La descente

Il faut également de l'ordre et de la méthode, les palanquées descendent les unes après les autres : le chef de palanquée en premier, le serre-file en dernier²⁴. La descente s'effectue en se guidant sur le câble de la bouée. Il ne faut jamais perdre ce câble de vue ! Le plongeur descend en position horizontale, pour éviter de s'empêtrer les palmes dans un filet ou une ligne de pêche.

Si on plonge d'une petite embarcation, avec des plongeurs expérimentés, sans courant et une épave à faible profondeur il est possible de se contenter d'une « bouée grenade » pour le balisage. Il ne faut PAS se haler sur le filin de cette bouée. Au contraire, si on plonge dans une mer à courant et que le balisage est réalisé avec une bouée fixe ou une gueuze, il est possible de se haler sur ce filin.

En cas de problème d'oreille, essoufflement... le plongeur peut remonter le long du filin de la bouée et attendre le reste de la palanquée en se tenant au bout de courant de sécurité (b).

8.4.3. Progression sur l'épave

La première chose à faire c'est de repérer l'endroit où se trouve l'ancrage ou la gueuze. Ne pas oublier que sur une épave métallique le compas ne sert strictement à rien ! Si on n'est pas certain de retrouver l'ancrage, il vaut mieux se servir du dévidoir et tirer du fil.

²⁴ Si toutes les palanquées descendent en même temps... il est presque certain qu'au moins un des plongeurs va se tromper de palanquée !



La plongée sur épaves

8.4.3.1. Epave en bon état

Si l'épave est intacte ou presque, on part à contre à contre-courant et on progresse par bonds successifs. On se sert de la structure de l'épave (cales, châteaux, tôles...) pour se protéger contre le courant. Eventuellement on peut se retenir « avec deux doigts » sur des parties bien solides de l'épave tel que superstructures, poutrelles... en prenant garde d'une part de ne pas se blesser, de ne pas entailler l'équipement et d'autre part en respectant la vie fixée. Le retour se fait dans le sens du courant. Il faut prendre garde : aux filets, lignes de pêche et hameçons qui peuvent parsemer l'épave. Vérifiez régulièrement si le compagnon n'est pas resté accroché.

8.4.3.2. Epave morcelée

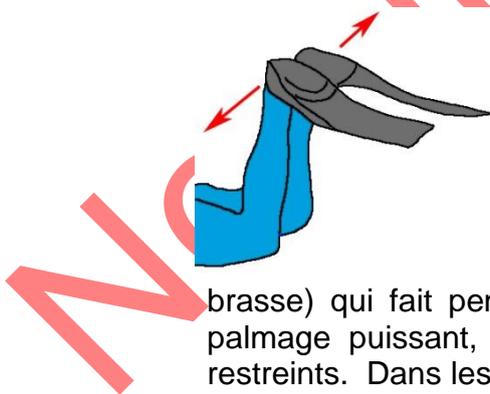
Une épave peut être morcelée et les divers fragments séparés par des zones sableuses. L'exploration de ces fragments ainsi que le retour vers la gueuze peuvent s'avérer assez délicats. La technique la plus simple consiste à déterminer l'axe du navire et progresser le long de celui-ci en tirant du fil. Ce qui permet de retrouver facilement la gueuze. On peut se servir des dévidoirs secondaires pour aller explorer des éléments répartis le long de l'axe.

8.4.3.3. Technique de palmage

Il existe des méthodes de palmage qui permettent de ne pas soulever les sédiments. Elles sont inspirées par les plongeurs spéléos anglo-saxons. La plus connue est le « Frog-kick » ou « palmage de la grenouille », moins connu : le « Modified Flutter Kick » et le Shuffle Kick ».

Situation	Type de palmage
Besoin de puissance sans risque de réduire la visibilité	Palmage classique
Espace non restreint avec vase ou sable, demandant une certaine puissance.	Frog-kick
Espace restreint, risque moyen de réduire la visibilité.	Modified Flutter Kick Shuffle Kick
Espace très restreint et /ou risque important de réduire la visibilité.	Shuffle Kick

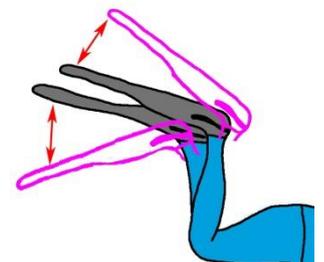
8.4.3.3.1. Le «Frog kick»



Ce type de palmage n'engendre pas de mouvements verticaux de l'eau. De ce fait on a moins tendance à soulever les sédiments du fond, c'est l'idéal pour explorer l'intérieur d'une épave sans voir la visibilité se réduire drastiquement. Les cuisses sont droites dans le prolongement du corps, le dos légèrement arqué et les genoux pliés à 90°. La propulsion est assurée par un mouvement horizontal des palmes (comparable à la brasse) qui fait penser à la nage des grenouilles. Le « Frog Kick » est un palmage puissant, surtout adapté dans des espaces qui ne sont pas trop restreints. Dans les étroitures il vaut mieux utiliser le Shuffle Kick ».

8.4.3.3.2. Le « Modified Flutter Kick »

Ce mode de progression ressemble au palmage traditionnel mais les jambes ne sont pas tendues, la position est identique au « Frog kick ». Le mouvement est donné par un battement vertical alternatif de faible amplitude des palmes (mouvement de ciseau). Contrairement au palmage classique, dont le

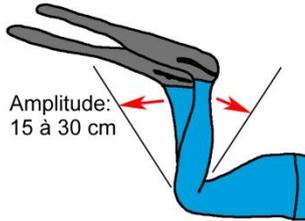




La plongée sur épaves

mouvement est donné au niveau des hanches, dans le « Modified Flutter Kick » le mouvement est donné au niveau des genoux, les cuisses restant horizontales.

8.4.3.3.2. Le « Shuffle Kick »



Position identique au « Modified Flutter Kick » mais la propulsion est donnée par un mouvement de pédalage dont l'amplitude ne dépasse pas 15 à 30 cm. Pour être efficace, le mouvement de pédalage doit être assez rapide. Cette technique est très efficace dans des zones étroites garnies d'éléments fragiles ou de la vase.

8.4.3.4. Tirer le fil d'Ariane

LE FIL D'ARIANE EST UN GUIDE : ON NE SE TIRE PAS SUR LE FIL D'ARIANE !

Tirer correctement un fil d'Ariane à l'aide du dévidoir est vital pour les incursions dans l'épave, mais peut aussi s'avérer utile sur des épaves morcelées ou pour retrouver l'ancrage. Il convient de respecter quelques règles fondamentales tel que :

- Vérifier le bon état du fil
 - Usure ;
 - Effilochage...
- Vérifiez le bon état des dévidoirs et l'enroulement correct du fil :
 - Absence de nœud, torsade ;
 - Passage correct dans le guide fil.
- La fixation du fil d'Ariane doit toujours se faire à l'extérieur de l'épave ;
- Vérifier la solidité et la fiabilité du point de fixation ;
- Pour limiter le risque d'emmêlement, le déroulement du fil d'Ariane, à l'aide du dévidoir, se fait en tenant celui-ci éloigné du corps et des pièces d'équipement ;
- Le fil d'Ariane doit être légèrement tendu, il faut éviter « qu'il se balade » librement au milieu des coursives, salles... Un fil trop tendu risque de se rompre. Pour éviter l'emmêlement au retour. Au besoin on établit des fixations secondaires. Généralement le premier plongeur tire le fil, le second le fixe et les autres le suivent ;
- Veiller à ce que le fil ne puisse pas frotter sur des arêtes coupantes ;
- Pour suivre le fil, il faut :
 - Ne pas le quitter des yeux,
 - On ne le lâche pas ;
 - Ne pas tirer dessus, le suivre en le tenant délicatement entre le pouce et l'index ;
 - Ne jamais tourner pas le dos. Le robinet est un bon piège !
 - Prendre garde au palmage pour ne pas faire de « touille » et ne pas se prendre les pieds dans le fil.
- Le demi-tour se fait en évitant de passer sur le fil. Si on tient le dévidoir de la main droite, on tourne dans le sens horlogique, le contraire pour les gauchers ;
- Pour rembobiner le fil on procède de la manière inverse. C'est le dernier plongeur qui rembobine et celui qui précède enlève les attaches.



La plongée sur épaves

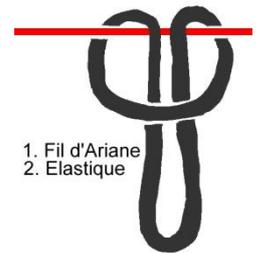
8.4.3.5 Fixer le fil d'Ariane

La fixation du fil d'Ariane par des points intermédiaires est indispensable si :

- Il y a des risques de frottement et rupture du fil ;
- Le fil risque de se balader au milieu des coursives engendrant un risque d'emmêlement non négligeable.

La manière la plus simple et la plus économique, pour réaliser les fixations, consiste à utiliser des élastiques découpés dans de vieilles chambres à air. L'élastique s'attache au fil à l'aide d'un nœud « tête d'alouette ». La boucle de l'élastique est passée autour d'éléments mécaniques que l'on trouve à profusion dans les coursives des épaves.

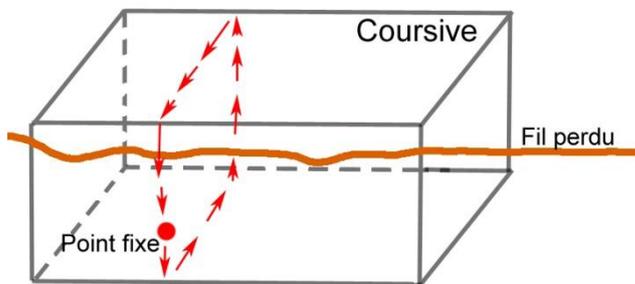
Tête d'alouette



1. Fil d'Ariane
2. Elastique

8.4.3.6. Récupération d'un fil d'Ariane perdu: technique du lasso

Il est vital de réagir correctement et rapidement pour retrouver le fil. La technique consiste à accrocher son dévidoir secondaire à un point fixe, puis faire le tour de la coursive ou de la salle sans quitter le contact des parois. Revenu à son point de départ, ou à proximité, il suffit de rembobiner pour repêcher le fil perdu.



8.4.4. Incursion dans l'épave

L'incursion dans les épaves c'est une affaire de plongeurs motivés, bien formés et bien entraînés. Ce n'est jamais anodin ! Rentrer dans une épave demande toujours une bonne préparation. Sur une épave inconnue, il vaut mieux faire quelques plongées de reconnaissances autour de l'épave, afin de mieux évaluer les risques d'une incursion et le degré de difficulté. La désorientation n'est pas à prendre à la légère. Lorsque l'épave ne repose pas sur sa quille mais sur les flancs ou pire quille en l'air, les perspectives nous semblent totalement incongrues, ce qui augmente les chances d'être désorienté.

8.4.4.1. Incursion limitée

On entend par « incursion limitée » : une incursion telle :

- Qu'à tout moment une sortie praticable soit visible ;
- Qu'il n'y a pas de passages difficiles ou d'étranglements ;
- Qu'à chaque instant, les plongeurs puissent faire demi-tour sans difficultés et sans se gêner mutuellement.

Il convient d'adapter sa technique de palmage pour éviter de provoquer de la « touille » et masquer les sorties. Dans ce type d'incursion le fil d'Ariane n'est pas une obligation vitale, mais en fonction des circonstances (visite de recoins exigus, peu éclairé, possibilité de mauvaise visibilité...), il est néanmoins toujours conseillé d'avoir la possibilité de « tirer du fil ».

8.4.4.2. Incursion non limitée

On entend par « incursion non limitée », toutes les incursions qui ne sont pas limitées, c'est-à-dire si au moins un des points suivants est d'actualité :

- La ou les sorties possibles ne sont pas visibles ;
- Obligation de ressortir par le point d'entrée ;



La plongée sur épaves

- Impossibilité d'opérer facilement un demi-tour sans se gêner mutuellement ;
- Mauvaise visibilité ou réduction probable de la visibilité (palmage, bulles...) ;
- Passage difficile ou étroitures ;
- Impossibilité de porte aide et assistance au compagnon de plongée.

Ce genre d'exercice est réservé à des plongeurs particulièrement bien entraînés maîtrisant parfaitement :

- La plongée en visibilité réduite ;
- Le palmage sans soulever la vase ;
- Les techniques du d'Ariane et les utilisations du dévidoir ;
- Les calculs d'autonomies ;
- Les notions de « What if » et de redondance.

8.4.4.3. Manifold ouvert ou fermé ?



Source: OMS (www.omsdive.com)

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 incursion dans l'épave je favorise le système « manifold fermé » car on peut être dans l'impossibilité de fermer la vanne au niveau dans les étroitures. 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.

Système	Avantages	Inconvénients
Manifold ouvert <u>redondance évolutive</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicité • Un seul manomètre suffit 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de perdre la totalité du gaz, si on ne parvient pas à fermer le manifold. • Défaut de redondance en mode commun.
Manifold fermé <u>redondance symétrique</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de défaut de redondance en mode commun. • En cas d'incident le scaphandre ne se vide jamais complètement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obligation de changer régulièrement de détendeur (10 à 15 bar de chute de pression), afin d'équilibrer la pression dans les bouteilles. • Besoin de 2 manomètres.

8.4.5. La remontée

Il y a plusieurs méthodes pour faciliter l'exécution des paliers de décompression, des bonnes et des nettement moins bonnes.

8.4.5.1. La remontée en pleine eau

C'est la moins bonne méthode, elle est à proscrire dans la mesure du possible car :

- Le plongeur peut être emporté pas le courant loin du bateau, sans que le skipper ne l'aperçoive ;
- Pas de point de référence lors de la remontée ;
- Difficulté d'avoir une vitesse de remontée régulière ;
- Difficulté à faire les paliers dans des bonnes conditions (variation de profondeur).



La plongée sur épaves

8.4.5.2. La remontée sous le parachute

C'est une bonne méthode, la plus courante dans les mers à courant, à condition d'utiliser un parachute anti-déflation et un dévidoir (Reels). Le parachute doit être largué depuis le fond. Cette méthode permet :

- Au skipper de voir le parachute émerger lorsque le plongeur est toujours sur l'épave, ce qui lui permet de suivre facilement la dérive dans le courant ;
- Au plongeur d'avoir une ligne de référence ;
- De faire une remontée régulière (rembobinage) ;
- De faciliter l'exécution des paliers.

8.4.5.2.1 Procédure de déploiement du parachute.

1. Décrocher le dévidoir et le parachute et dégonfler un peu le gilet.
2. Dérouler le parachute.
3. Avec le détendeur de réserve souffler de l'air dans le parachute en prenant soin de ne pas risquer de se faire entraîner. Il faut donc que le dévidoir ne soit pas accroché au harnais, que la dragonne ne soit pas passée autour du poignet. On tient le tout éloigné du corps pour éviter les croches.
4. Dès que l'on ne peut plus tenir le parachute on le laisse filer jusqu'en surface en débloquent le cliquet du dévidoir.
5. La remontée se fait en rembobinant le fil et en prenant le plus grand soin de le maintenir tendu.

8.4.5.3. La remontée à l'ancrage ou à la station de décompression

La méthode la plus sécurisante consiste à remonter le long de la ligne d'ancre ou mieux le long d'une station de décompression spécialement mise en place et aménagée. Cette méthode n'est possible que si le courant n'est pas trop violent. La station de décompression permet : de faire très confortablement les paliers avant une grande sécurité il est possible de l'équiper pour faire face à un manque de gaz, un manque de lestage... Elle est composée d'une ou plusieurs barres de décompressions placées à intervalles réguliers sur des pendeurs lestés. Une ligne permet de rejoindre la station.

8.4.6. La récupération des plongeurs

La récupération des plongeurs doit également se faire avec ordre et méthode. Ne rester JAMAIS sous une échelle lorsqu'on plonge remonte.

8.4.6.1. Récupération des plongeurs sous le parachute

Inutile de nager pour rejoindre le bateau : celui-ci va récupérer les plongeurs les uns après les autres ! Il faut veiller à toujours maintenir le parachute vertical, de manière à toujours rester visible par le skipper.

8.4.6.2. Récupération des plongeurs à la station de décompression.

Le bateau est positionné au point (2) cfr chapitre 8.4 dans le sens du courant.

1. Après avoir fait surface, la palanquée se regroupe au bout de sécurité (b).
2. Les palanquées rejoignent les unes après les autres le bateau (T2) en se laissant dériver dans le courant. Pour éviter de dériver les plongeurs peuvent se tenir au bout de courant (a).
3. Les plongeurs remontent à bord, le chef de palanqué en dernier.



9. CHOIX DE L'ÉPAVE

Pour la sécurité et la gestion du stress il est primordial de choisir l'épave en fonction du moins expérimenté des plongeurs participant à la plongée. Il convient de choisir la profondeur de l'épave en fonction des qualifications de base des plongeurs et de préférence :

- Une épave sans filets de pêche, cordages...
- Un site en dehors des routes maritimes commerciales ;
- Un site présentant peu ou pas de courant ;
- Un site présentant ayant une bonne visibilité ;
- Une mer peu formée.

10. A FAIRE OU NE PAS FAIRE !

10.1. Ce qu'il faut toujours faire

Il faut toujours :

- Prendre le maximum de renseignement sur l'épave ;
- Prendre le maximum de renseignement sur le site :
 - Chenal de navigation ;
 - Courants ;
 - Dangers particuliers...
- Etablir une liste de « What-if » ;
- Planifier la plongée d'une manière rigoureuse ;
- Respecter la planification.

10.2. Ce qu'il ne faut SURTOUT JAMAIS faire

Il ne faut jamais :

- Surestimé son niveau ;
- Plonger sans formation adéquate ;
- Plonger sans le matériel adéquat ;
- Plonger sans une préparation rigoureuse ;
- Plonger si une ou plusieurs questions du « What-if » non pas une réponse adéquate.

11. GESTION DU STRESS, DES PROBLEMES ET DES PANNES

La plongée sur épave et à fortiori en cas d'incursion est sensiblement plus stressante qu'une plongée le long d'un tombant. Le choix de l'épave site est un facteur déterminant dans la réduction du stress (cfr chapitre 9).

11.1. Conduite à tenir en cas d'anxiété

1. Prévenir ses compagnons de plongée.
2. S'arrêter, réfléchir et se raisonner.
3. S'efforcer d'avoir une respiration, calme, profonde (bien expirer) et régulière.
4. Si le problème persiste : interrompre la plongée.
5. Le cas échéant sortir directement de l'épave, on ne poursuit JAMAIS une incursion dans une épave s'il y a eu un « coup d'anxiété ».

11.2. Perte du compagnon de plongée.

C'est potentiellement plus grave que pour les autres formes de plongée : il est peut-être accroché dans un filet ou pris dans une ligne de pêche ! Il faut refaire le chemin suivis en sens inverse pour voir ce qu'il en est, en vérifiant aussi, s'il n'est pas au-dessus de l'épave !



La plongée sur épaves

Si on ne le retrouve pas : Larguer le parachute jaune « Emergency » en indiquant sur la plaquette la nature du problème (perte du compagnon sur ou dans l'épave) et entamer la remontée.

11.3. Emmêlement dans un filet ou une ligne de pêche.

L'emmêlement dans des filets ou des lignes de pêche 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. Tenter de prévenir le compagnon de plongée en agitant sa lampe et/ou en frappant un objet contre la coque.
3. Analyser la situation et voir où est la croche (c'est souvent au niveau de la robinetterie).
4. Tenter de reculer lentement, SANS se retourner souvent cela suffit à dégager le robinet pris dans un câble.
5. Couper le câble ou le filet.

11.4. Emmêlement dans le fil d'Ariane

TOUT INCIDENT SUR LE FIL D'ARIANE, MÊME RÉSOLU, NÉCESSITE LE RETOUR IMMÉDIAT VERS LA SORTIE !

ON NE COUPE JAMAIS UN FIL D'ARIANE SANS AVOIR FAIT AU PRÉALABLE UNE DÉRIVATION.

L'emmêlement dans le fil d'Ariane est un problème majeur, pouvant conduire vers une issue dramatique, heureusement ce n'est pas fréquent ! Généralement c'est une palme qui est accrochée. Dans la plupart des cas on parvient à se dégager SANS devoir couper le fil d'Ariane.

1. Ne pas s'agiter et maîtriser sa respiration pour éviter l'essoufflement et le stress.
2. Tenter de prévenir le compagnon de plongée en agitant sa lampe et/ou en frappant un objet contre la coque.
3. Analyser la situation et voir où est la croche, c'est souvent au niveau de la palme.
4. Tenter de se décrocher sans tirer sur le fil d'Ariane.
5. En cas d'échec :
 - a. Installer une dérivation (cfr 11.4.1.).
 - b. Couper la partie du fil d'Ariane emmêlée (cfr 11.4.1.).
 - c. Sortir de l'épave en emportant la partie du fil coupé.

11.4.1 Dégagement du fil d'Ariane

Avant de couper le fil d'Ariane, il est indispensable de mettre en place une dérivation (shunt). Le fil d'Ariane étant légèrement tendu, si on le coupe sans précaution : il va se comporter comme un élastique. Lors de la coupure, il va se détendre, les bouts vont filer et flotter « je ne sais où » dans les coursives avec peu de chance de les retrouver. Ce qui représente un danger mortel pour le plongeur emmêlé et pour ceux qui le suivent.

La dérivation sert donc à :

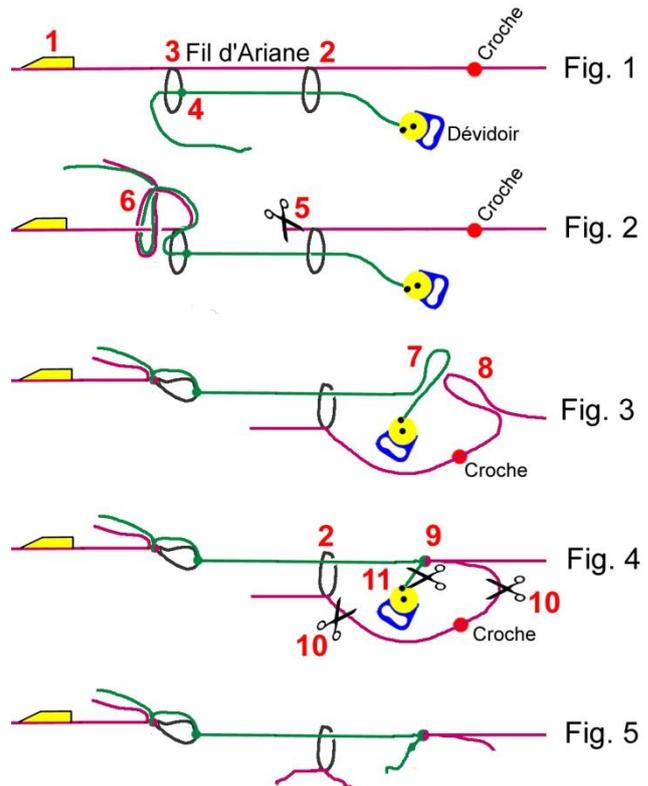
- Ne pas perdre le fil d'Ariane.
- Maintenir la tension du fil d'Ariane.
- Restituer l'intégrité et la tension du fil d'Ariane, après coupure.



La plongée sur épaves

11.4.1.1. Préparation de la dérivation (Figure 1.)

1. Marquer (1) le sens de la sortie²⁵ : le stress, la narcose, la touille peuvent très bien faire oublier le sens de la sortie.
2. Préparer le dévidoir secondaire et les cisailles. Pour éviter de perdre le dévidoir, ce qui serait dramatique, il faut le maintenir accroché au poignet à l'aide d'une dragonne.
3. Installer, devant soi sur le fil d'Ariane, deux élastiques (2) (3) (nœuds d'alouette).
4. Tirer fermement sur les élastiques de manière à ce qu'ils ne puissent pas coulisser.
5. Faire passer le fil du dévidoir à travers les élastiques en commençant par l'élastique (2) qui est le plus vers soi.
6. Assurer le fil du dévidoir avec un nœud (4) sur l'élastique (3) le plus éloigné de soi.



La préparation de la dérivation est ainsi terminée. On peut couper le fil d'Ariane sans risquer de le voir disparaître dans les coursives²⁶, la tension étant maintenue par le fil du dévidoir.

11.4.1.2. Mise en place de la dérivation (Figure 2 et figure 3.)

7. Couper le fil d'Ariane (5) entre les deux élastiques.
8. Faire un nœud (6) avec le fil du dévidoir et le bout du fil que l'on vient de couper.
9. Saisir le fil d'Ariane à l'arrière de la croche (8) et faire une boucle
10. Faire une boucle avec le fil du dévidoir (7).
11. Nouer (9 fig. 4) les deux boucles en maintenant la tension du fil d'Ariane.

La dérivation est en place, on peut maintenant couper le fil sans risque.

11.4.1.3. Dégagement du fil d'Ariane (Figure 4 et figure 5)

12. Couper le fil de croche (10) en prenant garde de ne pas couper accidentellement le fil d'Ariane.
13. Récupérer le dévidoir en coupant son fil (11).
14. Ne pas laisser traîner le fil de croche.
15. Sortir de l'épave en suivant le sens de la marque (1)

La figure 5 représente le fil d'Ariane après dégagement.

11.5. 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

²⁵ Contrairement à la plongée souterraine, le compas n'est d'aucune utilité pour retrouver le sens de la sortie dans une épave métallique !

²⁶ Le fil d'Ariane étant tendu, il peut réagir comme un élastique lorsqu'on le coupe.



La plongée sur épaves

mise à feu sont tellement rouillés ou concrétionner 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 !

11.6. Incarcération

Les structures corrodées peuvent être très instables. Eviter de passer sous des structures ou pire : entrer dans une épave si celle-ci est trop endommagées par la corrosion. Si un plongeur est coincé par une structure éboulée, il n'y a, hélas, généralement pas grand-chose à faire si ce n'est que de donner le maximum d'air (si c'est possible), et demander de l'aide avec le parachute jaune (Emergency).

11.7. Panne d'air

La meilleure mesure à prendre, c'est la prévention :

1. Bonne planification (cfr chapitre 8.1.2 et 8.1.3).
2. Surveiller régulièrement son manomètre.

Mais si cela arrive quand même...un détendeur équipé d'un « long hose » peut être utile pour passer de l'air lors d'un passage dans une étroiture. Avec ce système les plongeurs ne doivent pas être obligatoirement côte à côte mais peuvent se suivre.

11.8. Problèmes divers

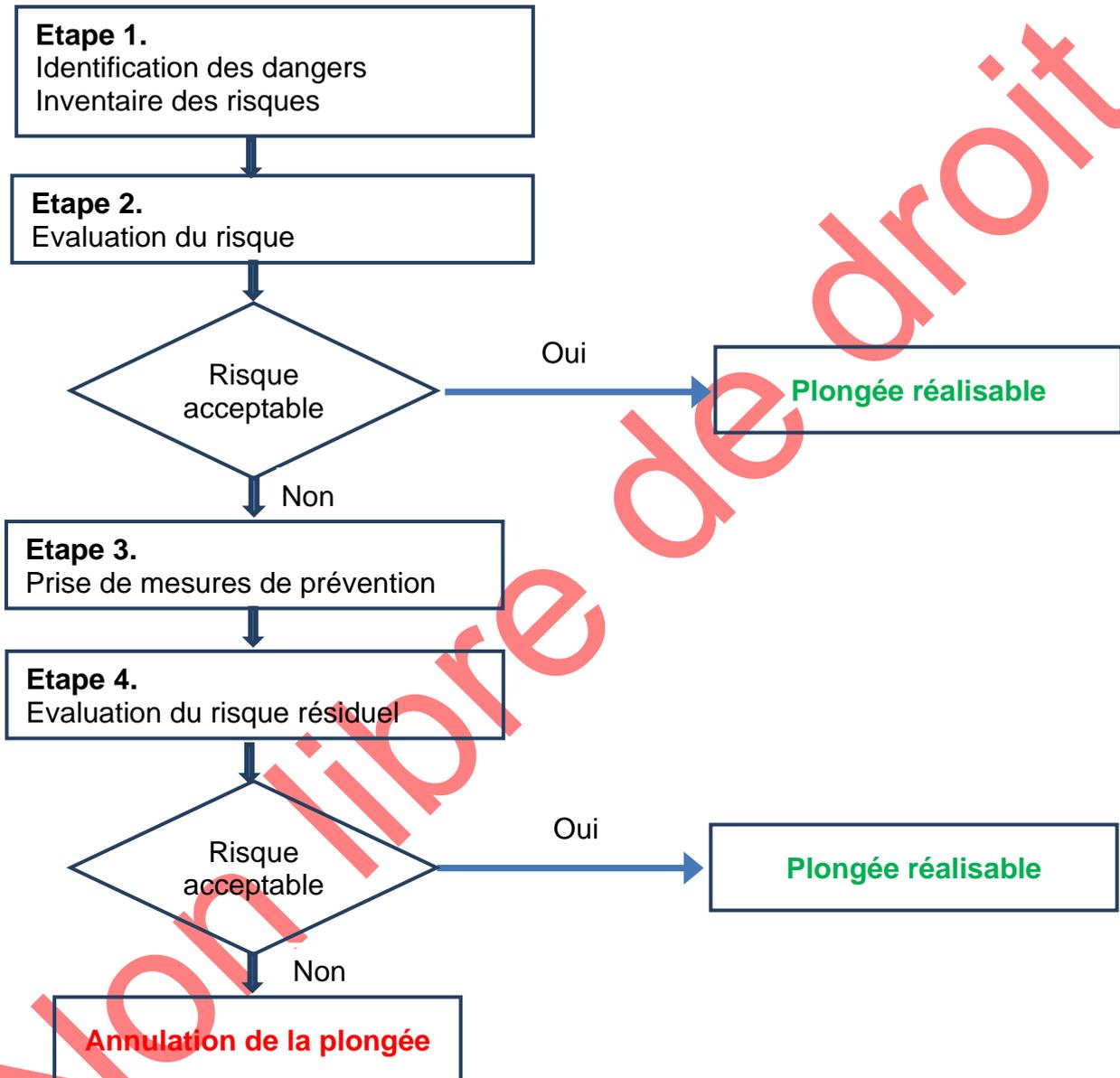
Les problèmes et leurs solutions sont décrits dans la liste de « What-if ». **La liste ci-dessous n'est pas exhaustive**, elle ne reprend que les problèmes les plus courants.

Problème	Remarque	Solution
Perte de gaz sur un robinet	Mono bouteille	Fermer le robinet avec l'aide du compagnon ou en décapelant.
	Bi manifold fermé	Fermer le robinet avec l'aide du compagnon ou en décapelant.
	Bi manifold ouvert	1. Fermé le manifold. 2. Fermer le robinet avec l'aide du compagnon ou en décapelant.
Perte ou bris du masque		Masque de secours.
Blocage du dévidoir lors du largage du parachute.		1. Ne pas se faire remonter avec le parachute : lâcher le dévidoir. 2. Utiliser le dévidoir de secours ou le spool et le parachute « Emergency » en indiquant clairement la raison de son utilisation.
Emmêlement du dévidoir au moment de larguer le parachute.		1. Dégager le fil, au besoin le couper. 2. Utiliser le spool ou le dévidoir de réserve.
Perte en mer	Ne pas paniquer !	1. Se regrouper en cercle (meilleure visibilité). 2. Décapeler et gonfler les gilets qui vont servir de « radeaux ». 3. Si l'attente se prolonge, attacher les « radeaux » ainsi formés avec les cordes des dévidoirs (éviter la séparation des plongeurs). 4. N'utiliser les lampes que pour faire des signaux. 5. Utiliser les systèmes de repérages (sea Marshall...)
Panne d'éclairage		Utiliser les lampes de secours



12. ANALYSE DES RISQUES.

L'analyse des risques est une science largement répandue dans le milieu industriel et notamment au niveau de la plongée professionnelle²⁷. 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.



²⁷ Opérateur en Travaux Subaquatiques



12.1. Définitions

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

12.2. 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-P²⁸ 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 (Dommmage).
- E : Durée d'exposition au facteur de risque.
- P : Probabilité d'émergence du dommmage 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 numériques²⁹. L'estimation du « score » du risque est le produit de ces facteurs. Le score ainsi obtenu peut être nuancé en 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

²⁸ Fiabilité de la méthode Kinney d'analyse des risques - Malchaire J. & Koob J-P – Université catholique de Louvain

²⁹ 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 !



La plongée sur épaves

sensibilité, de sa formation, de son niveau d'études, de son expérience de terrain... D'après l'étude de Malchaire J. & Koob J-P³⁰, le « score » varie en fonction en fonction de l'observateur dans une fourchette de 1 à 15.

12.2.1 Tableaux des facteurs G, E et P

12.2.1.1. 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

12.2.1.2. 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

12.2.1.3. 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

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

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

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

³⁰ Fiabilité de la méthode Kinney d'analyse des risques - Malchaire J. & Koob J-P – UCL



12.3. Application de la méthode Kinney

Risque	Degré engagement de la plongée et Conditions particulières	Facteurs / score				Préventions	Risque résiduel			
		G	E	P	Rk		Facteurs / score			
							G	E	P	Rk
Coupure		1	6	6	36	Protection, combinaison, gants	1	6	0.5	3
Panne d'éclairage	Extérieur épave	1	6	1	6	---	1	6	1	6
	Intérieur, sortie visible	1	6	1	6	---	1	6	1	6
	Sortie non visible	15	3	1	45	Lampe de secours	15	3	0,2	9
Perte ou bris du masque	Extérieur épave	3	6	1	18	Masque de réserve	3	6	0.1	1,8
	Intérieur, sortie visible	3	6	1	18	Masque de réserve	3	6	0.1	1,8
	Sortie non visible	15	3	1	45	Masque de réserve	15	3	0.1	4,5
Emmêlement dans filets.	Présence de filets sur les superstructures de l'épave	15	2	3	90	Plusieurs outils tranchants, cisailles... Plongeur de secours	15	2	0.5	15
Se perdre dans l'épave	Intérieur, sortie visible	15	6	0.2	18	Ne pas perdre la sortie de vue	15	6	0.1	9
	Sortie non visible	15	3	6	270	Fil d'Ariane	15	3	0.2	9
Emmêlement dans le fil d'Ariane	Intérieur de l'épave	15	3	3	135	Outils de dégagement du fil d'Ariane (cisaille, élastiques, dévidoir...) Formation et entraînement au dégagement du fil d'Ariane	15	3	0.2	9
Perte du fil d'Ariane	Intérieur de l'épave	15	3	1	45	Entraînement au techniques de récupération du fil d'Ariane, dévidoir de secours	15	3	0.2	9

Note : le tableau est basé sur l'expérience de l'auteur et 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. 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.

Le partage du matériel avec le compagnon de plongée n'est pas considéré comme une option valable.

La liste n'est pas exhaustive

12.3. 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.



La plongée sur épaves

12.3.1. Tableaux des facteurs

12.3.1.1. Probabilité (P)

Dénomination	Valeurs	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

12.3.1.2. 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.
Élevé	4	Un mort, blessures graves, séquelles permanentes.
Très élevé	5	Plusieurs morts.

12.3.2. 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.



La plongée sur épaves

Exemple : Se perdre dans l'épave

- 1) Evaluation : Probabilité(P) = Possible Gravité (G)= Très élevée
- 2) Matrice d'évaluation : Résultat « Elevé »

		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 : Fil d'Ariane.
- 4) Réévaluation : Probabilité(P) = Très improbable Gravité (G)= Très élevée
- 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

5.4. Analyse critique des deux méthodes

- Aucune des deux méthodes n'est parfaite, 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



13. LES ASPECTS ECOLOGIQUES

- Abandon de la technique de recherche, qui consiste à tirer une ancre sur le fond... en espérant quelle accroche l'épave !
- Eviter de s'accrocher à l'épave.
- L'ancrage doit être aussi peu nocif que possible, donner la préférence à des bouées fixes.
- Ne pas ramener de « souvenirs » autres que les photos et vidéos.
- Ne laisser derrière soi que les bulles !
- Favoriser l'éclairage indirect des animaux, pour éviter de les éblouir ou de les rendre aveugle.
- Eviter les piles alcalines dans l'éclairage principal, très fiables elles sont néanmoins utile dans les éclairages de secours.
- La plupart des pays tropicaux on nous plongeurs n'ont pas d'unité de retraitement des piles usagées, donc ramener vos piles alcalines en Europe.

14. LES EPAVES DANS LE MONDE

Il existe dans le monde, de nombreuses régions qui sont très prisée pour l'abondance des épaves.

Pays	Mer-Océan	Description
France	Méditerranée	Région de Hyères à Cavalaire : Donator, Michel C, Togo...
Ecosse	Mer du Nord	Scapa-Flow : sabordage de la marine allemande après la 1 ^{er} guerre mondiale.
Norvège	Mer du Nord	Narvik : épave de la route du fer,
Bikini	Pacifique	Epaves des tests atomiques – porte-avions Saratoga
Chuuk Lagoon	Pacifique	Epaves japonaises de la 2 ^e guerre mondiale
Iles Salomons Guadalcanal	Pacifique	Epaves japonaises et américaines la 2 ^e guerre mondiale – Iron bottom sound
USA –Caroline du Nord	Atlantique	Epaves de 2 ^e guerre mondiale. Liberty ships américains, cargo, U-boot...
Egypte	Mer Rouge	Croisière Nord: Thistlegorm, Gianis D, Duraven...
Palau	Pacifique	Epaves de 2 ^e guerre mondiale, cargos, avions

Quelques épaves isolées qui sont des « musts » pour les amateurs.

Pays	Mer-Océan	Description
Vanuatu	Pacifique	Président Coolidge, transporteur de troupe. Longueur 190m
Grenada	Caraïbes	Bianca C, paquebot. Longueur 180m
USA-Pensacola	Atlantique	Oriskany, porte avion. Longueur 276m
Australie - Queensland	Pacifique	Yongala, paquebot. Longueur 109m
Jordanie	Mer rouge	Cedar Pride, cargo. Longueur 100m
Soudan	Mer rouge	Umbria, cargo. Longueur 150m
Chypre	Méditerranée	Zénobia, ferry. Longueur 176m
Philippines	Pacifique	Akitsushima, navire de guerre. Longueur 114m