Alain FORET - Pablo TORRES

Plongée® plaisir

2★

8e édition

Niveau 2
Plongeur autonome 20 m
Plongeur encadré 40 m
Monde sous-marin
Plongeur Nitrox

Editions GAP - Collection Sports - 2017

Sommaire

Remerciements 10
Crédits photographiques 10
Introduction 11
Préface d'Albert Falco 13
Mode d'emploi 14

1ère partie : Perfectionnement des techniques
Niveau 2 • Plongeur Autonome 20 m (PA-20) • Plongeur Encadré 40 m (PE-40)

Présentation 17
UL 1 – Plonger en autonomie à 20 m
Fiche n°1 Une autonomie sous conditions 19
Autorisation du directeur de plongée • Plongeurs majeurs • Espaces d'évolution
Fiche de sécurité • Notions de palanquée et d'autonomie • Equipement individuel obligatoire
Fixation des instruments
Fiche n°2 Communiquer et assister un équipier 22
L'audition subaquatique • La vision subaquatique • Couleurs et profondeurs
Ecrire sous l'eau (ardoise) • Principaux signes de communication • Assister un plongeur
Fiche n°3 Lestage et immersion 28
Notions de flottabilité • Poids réel • Poids apparent • Poussée d'Archimède
Facteurs influençant la flottabilité
Fiche n°4 Consommation d'air et profondeur 32
La pression • L'air comprimé • L'autonomie en air diminue avec la profondeur
Calculs d'autonomie en fonction des réserves d'air et de la consommation du plongeur
Loi de Boyle-Mariotte • Facteurs influençant notre consommation d'air
Fiche n°5 Apprendre à s'orienter 36
L'orientation : des points de repère pertinents (soleil, côte, profondeur, courant,
éléments caractéristiques, parcours en plongée) • S'orienter en l'absence de points de repère
(déterminer un cap, suivre un cap sans dévier, évaluer une distance, changer de cap)
Choisir une boussole • Les boussoles électroniques (ordinateurs de plongée)
Fiche n°6 Utiliser un parachute de palier 42
Se signaler auprès de la personne assurant la sécurité de surface
Se signaler auprès des plaisanciers • Déployer un parachute sous l'eau
Test de connaissances n°1 43

UL 2 – Prévention des risques
Fiche n°7 Règles de bonne pratique 47
Règle n°1 : Un certificat médical annuel • Règle n°2 : Une reprise progressive de la plongée
Règle n°3 : Repos et hygiène de vie • Règle n°4 : Exercice physique • Contre-indications
Fiche n°8 Prévention des barotraumatismes 48
Définition : traumatisme dû aux variations de pression sur les volumes fermés
Oreilles (le plus fréquent, souvent bénin) • Surpression pulmonaire (très grave,
fort heureusement facile à éviter) • Sinus • Placage de masque • Dents
Estomac et intestins
Fiche n°9 Pour ne pas vous essouffler 56
Risques associés à l'essoufflement : panne d'air, panique, noyade, surpression pulmonaire
Mécanisme • Conduite à tenir • Prévention

Fiche n°10 Froid et plongée 59
Mécanisme • Conduite à tenir • Prévention
Fiche n°11 Prévention de la noyade 60
Causes et mécanismes • Conduite à tenir • Prévention
Fiche n°12 Animaux marins et risques associés 61
Brûlures • Morsures • Piqûres
Fiche n°13 Le courant 62
Les plongées avec courant • Sens de l'exploration • Eviter l'essoufflement
Instruments de sécurité
Fiche n°14 Les vagues 64
A bord du bateau • En surface • En fin de plongée
Fiche n°15 Les eaux troubles 65
Evitez de perdre votre palanquée • Adaptez votre exploration
Fiche n°16 Les grottes et tunnels 66
Fiche n°17 Les épaves 67
Fiche n°18 Les plongées de nuit 68
Spécificités • Signes de nuit
Fiche n°19 Les filets ou cordages 69
Risques • Prévention • Instruments de sécurité : couteau, ciseaux, coupe-fil
Fiche n°20 Les embarcations 70
Risques (hélices) • Prévention
Fiche n°21 L'apnée ou plongée libre 71
Conseils d'amélioration des performances • Disciplines • Prévention des risques
Fiche n°22 L'assurance du plongeur 75
L'assurance en responsabilité civile (RC) • L'assurance individuelle accident
Contrats existants • Notions de responsabilité civile et pénale
Convention d'assistance • Assurance du matériel
Test de connaissances n° 2 77

UL 3 – La désaturation
Fiche n°23 Les risques de la désaturation 79
Présentation du mécanisme • Conséquences possibles • Conduite à tenir
Foramen Ovale Perméable (FOP) • 4 règles de prévention : 1. Respect du protocole
2. Prise en compte des facteurs favorisants 3. Eviter les comportements à risque
4. Eviter les profils à risque
Fiche n°24 Les procédures de désaturation 85
Les modèles de désaturation • Les ordinateurs de plongée • La vitesse de remontée
Les paliers • Conseils
Fiche n°25 Utilisation des ordinateurs de plongée 89
Ordinateurs et tables de plongée : quelles différences ? • Limites • Avant de plonger,
en surface • En plongée • De retour en surface • Carnet de plongée • 5 règles pour
plonger avec un ordinateur
Fiche n°26 Procédures particulières 95
Procédures hétérogènes • Procédures d'urgence
Fiche n°27 Utilisation des tables MN90 97
Présentation • Plongée « simple » ou « unitaire » • En cas de remontée lente
Une deuxième plongée dans la journée : plongée successive

En cas de plongée consécutive ou additive • En cas de remontée accidentelle ou anormale (remontée rapide, interruption de paliers)
Test de connaissances n° 3 113

UL 4 – Plonger encadré à 40 m
Fiche n°28 Plongées à 20 m et plongées à 40 m, quelles différences 119
Fiche n°29 Toutes les plongées à 40 m ne se ressemblent pas 120
Présentation • Conditions à remplir • Equipement • Descente • Stabilisation
Fiche n°30 La gestion des réserves d'air et le risque de panne d'air 123
La panne d'air • Communication • Connaître sa consommation • Conduite à tenir
Fiche n°31 Les risques d'essoufflement 126
Spécificité des plongées dans la zone de 20 à 40 m (voir la fiche n°9 pour le cadre général)
Fiche n°32 Comprendre la narcose 127
Facteurs de sensibilité • Ce que le plongeur ressent • Pour éviter d'être narcosé
Risque de perte des équipiers • La phase de remontée et les paliers
Test de connaissances n° 4 130

UL 5 – Le matériel
Fiche n°33 Les instruments de mesure des paramètres 133
Profondimètre • Ordinateur de plongée : gestion de la désaturation, alarme, affichage et lisibilité, gestion d'air, nitrox, facteurs pénalisants, piles, altitude, planification des plongées, entretien
Fiche n°34 Les détendeurs 138
Principe de fonctionnement • Notions d'étanchéité • Fonctionnement • Risques de pannes
Compensation • Piston/membrane • DIN/Etrier • Réglages personnalisés
Fiche n°35 Le gilet 142
Types de gilets • Modèles • Volumes
Fiche n°36 Les bouteilles de plongée 143
Inspection périodique • Requalification périodique • Régime dérogatoire : TIV
Robinetterie • Mentions obligatoires • Francisation et bouteilles CE
Choisir une bouteille
Fiche n°37 Les combinaisons étanches 146
Test de connaissances n° 5 149

UL 6 – Organismes de certification
Fiche n°38 La plongée en France 150
Fiche n°39 Les fédérations 151
Echelon national et organes déconcentrés (OD)
Membres (clubs associatifs et structures commerciales) • Fédérations en plongée
Fiche n°40 La FFESSM : fédération délégataire 152
Administration • Membres • Licence • Organes déconcentrés • Commissions
Fiche n°41 La FSGT 156
Fiche n°42 Les syndicats professionnels 157
ANMP • SNMP
Fiche n°43 La CMAS 159
Fiche n°44 Des agences de certification internationales 161
PADI • SSI • NAUI
Test final plongeur niveau 2 162

2e partie – Le monde subaquatique

Fiche n°45 Les océans 179
Source de vie et grands régulateurs • Zones de profondeur • La lumière et la vie
Température

Fiche n°46 La planète Eau 182
Vagues • Houle • Courant • Sel • Comment les poissons flottent-ils ?
Les poissons ont-ils du sang ? • Camouflage et protection • Les poissons boivent-ils ?
Le plancton

Fiche n°47 L'environnement sous-marin 184
Fonds rocheux • Tombants • Sable • Pleine eau • Algues géantes (laminaires)
Récifs coralliens • Mangroves

Fiche n°48 La vie subaquatique 187
Classification des espèces • Clefs d'identification

Fiche n°49 Le règne végétal 190
Algues • Plantes à fleurs

Fiche n°50 Le règne animal : les invertébrés 192
Eponges • Cnidaires : méduses, anémones, gorgones, coraux (durs, noirs, mous, rouge de Méditerranée, corail de feu) • Bryozoaires : rose de mer, dentelle de Neptune, faux corail • Vers : spirographes, sabelles, planaires, bonellies
Crustacés : crevettes, langoustes, homards, crabes
Mollusques : gastéropodes (limaces, escargots), bivalves (huîtres, moules, bénitiers), Céphalopodes (poulpes, seiches, calmars) • Echinodermes : étoiles de mer, ophiures, oursins, holothuries • Ascidies (tuniciers)

Fiche n°51 Le règne animal : les vertébrés 206
Les poissons cartilagineux (raies, requins) • Les poissons osseux des mers tempérées : castagnoles, girelles, blennies, crénilabres, labres, mulets, rougets, murènes, congres, dorades, oblades, sars, saupes, serrans, loups (bars), corbs, mostelles, tacauds, capelans, lieus, mérous, rascasses, saint-pierre, sphyrènes (barracuda, bécunes)
Les poissons osseux des récifs coralliens : poissons-perroquets, balistes, napoléons, poissons-papillons, poissons-cochers, poissons-soldats, gros-yeux, anthias, lutjans, mérous tropicaux, poissons-anges, platax, poissons-chirugiens, poissons-pierres, gaterins, poissons-crocodiles, ptéroïs, poissons-globes, poissons-coffres
Les reptiles marins : serpents, iguanes marins, crocodiles marins, tortues
Les mammifères marins : delphinidés (orques, globicéphales, dauphins), bélouga, narval, cachalots, marsouins, baleines, lamantins, dugong, otaries, phoques, morses
Les écosystèmes • La vie à plusieurs

Fiche n°52 Approche des espèces subaquatiques 229
Règle n°1 : ni bruit ni mouvement brusque • Règle n°2 : ne pas s'interposer entre le poisson et le courant • Règle n°3 : ne pas s'interposer entre la lumière et le poisson

Fiche n°53 Protéger la nature 231
Les causes • La vision de Jean-Michel Cousteau • La charte du plongeur responsable
Longitude 181 Nature

Fiche n°54 L'image subaquatique (photo, vidéo) 239

Test sur le monde subaquatique 245

3e partie – Plongeur Nitrox (PN)

Fiche n°55 Plongeur Nitrox **250**
Le Nitrox : pourquoi ? • Nitrox : des couleurs distinctives • Où plonger au Nitrox
La plongée au Nitrox en France • Prérogatives d'un Plongeur Nitrox (PN)
La notion de profondeur plancher • Paramétrage de votre ordinateur
Tables Nitrox • Risque d'hyperoxie • Contrôle du pourcentage d'oxygène
Test de connaissances Plongeur Nitrox **257**

Pour en savoir plus

Unités de mesure et facteurs de conversion **260**
Plonger autrement (altitude, sous la glace) **261**
Une petite histoire de la plongée **262**
Le vocabulaire du plongeur **270**
Petit dictionnaire français, anglais, espagnol **273**

Index thématique 277
A découvrir aux Editions GAP 279
Livres et supports pédagogiques Plongée Plaisir 280
Livres édités et distribués par les Editions GAP 282

UL1
Plonger en autonomie à 20 m

[Plongeur niveau 2 ou qualification plongeur autonome 20 m]

FICHE 1

Une autonomie sous conditions

Si la première plongée en autonomie mêle crainte et enthousiasme, le plaisir d'une certaine liberté est toujours au rendez-vous. Cela suppose de respecter des conditions définies par le code du Sport.

Tout d'abord, cette autonomie est soumise à autorisation du directeur de plongée. Il s'agit le plus souvent d'un moniteur de plongée qui a en charge l'organisation de l'activité, la sécurité des plongeurs et le dispositif de secours, l'application des règles et procédures, la détermination des caractéristiques de la plongée et l'établissement d'une fiche de sécurité (feuille de palanquée).

C'est dans ce cadre qu'il autorise des niveaux 2 à plonger entre eux, en autonomie, entre 0 et 20 m. Le nombre de plongeurs est alors fixé à deux au minimum et trois au maximum.

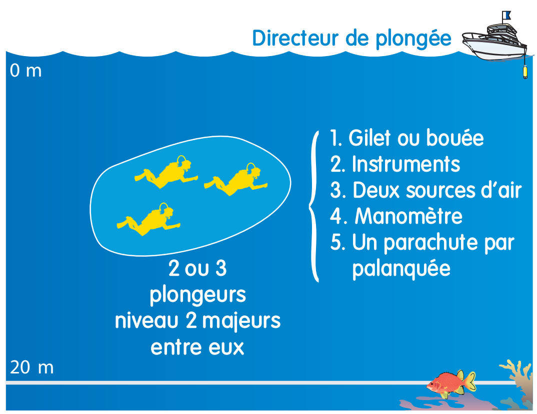
Le cas échéant, lors de vos plongées en autonomie, le directeur de plongée pourra vous demander les paramètres prévus (sans dépasser ceux qu'il a fixés) pour les inscrire sur la fiche de sécurité.

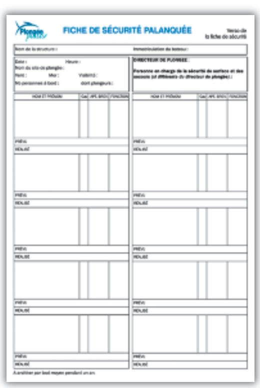
Remarque : l'autonomie en plongée ne s'acquiert qu'à la majorité. Entre 16 et 18 ans, un niveau 2 doit être accompagné par un guide de palanquée (plongeur niveau 4 au minimum), à 20 comme à 40 m.

Les zones d'évolution sont définies très précisément. On distingue :
- la zone de 0 à 6 m,
- la zone de 0 à 12 m,
- la zone de 0 à 20 m,
- la zone de 0 à 40 m,
- la zone de 0 à 60 m.

Selon leur niveau de compétence et leurs aptitudes, les plongeurs ont accès à certaines de ces zones, soit en autonomie soit avec un encadrement (guide de palanquée).

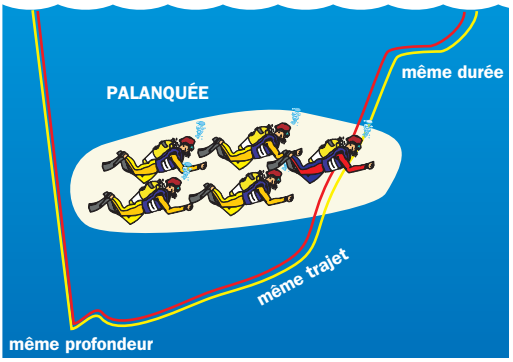
Le directeur de plongée fixe les conditions de pratique de la plongée. Vous devez vous assurer de les avoir comprises et veiller à les respecter.





Une « **fiche de sécurité** » ou « **feuille de palanquée** » doit être remplie à chaque plongée.

Les espaces d'évolution.



Groupés, en palanquée (même trajet, même durée, même profondeur).

En autonomie, un équipement individuel est nécessaire… pour la sécurité de tous.

Une fois la palanquée formée, il vous faut respecter certaines règles et disposer d'un équipement spécifique.
Tout d'abord, une palanquée est un groupe de plongeurs qui effectue une plongée présentant les mêmes caractéristiques de ***durée,*** de ***profondeur*** et de ***trajet***.
C'est un élément de sécurité essentiel permettant, entre autres, d'assister un plongeur en cas de besoin et d'assurer une désaturation homogène pour tous les membres de la palanquée. Il faut donc veiller à ne jamais être éloignés les uns des autres. Ensuite, **chaque membre** d'une palanquée autonome doit disposer (Code du Sport) :

(1) D'un système gonflable au moyen de gaz comprimé […] permettant de regagner la surface et de s'y maintenir. Cela revient généralement à disposer d'un **gilet** avec un direct-system.
(2) Des moyens de contrôler personnellement les caractéristiques de la plongée et de la remontée. Selon le type de matériel utilisé, cela inclut tout ou partie de l'équipement suivant : **montre, profondimètre, tables immergeables ou ordinateur.**
(3) D'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout. Cela revient à disposer d'une **deuxième source d'air** (octopus, AIR 2…).
(4) D'un manomètre de pression.
(5) D'un parachute de palier par palanquée.

(1) Gilet avec direct-system

Pensez également à vous informer sur le matériel de vos équipiers et à échanger avec eux. C'est un élément essentiel de la prévention des risques.

(2) Instruments

(3) Octopus (deuxième source d'air)

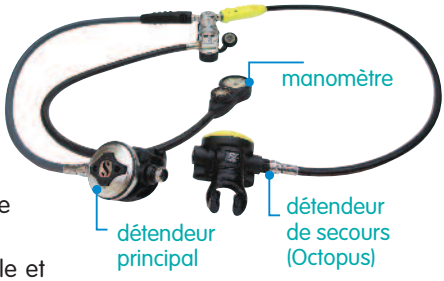
(4) Manomètre de pression

(5) Parachute de palier

Quelle deuxième sortie ?

Une deuxième source d'air est essentielle pour assurer la sécurité de la palanquée en cas de panne d'air.
Voyons les choix qui s'offrent à vous :

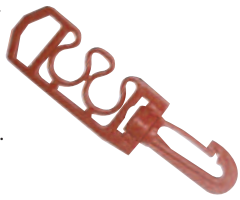
- L'octopus est le système le plus répandu. Il s'agit d'un deuxième étage supplémentaire branché sur votre premier étage.
  Généralement de couleur vive, il doit être facilement repérable et accessible en cas de besoin. Son flexible doit être plus long que celui de votre détendeur principal, pour permettre à une personne en panne d'air de respirer confortablement.
- Les inflateurs avec système respiratoire intégré (AIR 2, Air Source) offrent aussi une solution de secours avec toutefois quelques désavantages. La longueur du tuyau du direct-system interdisant de donner facilement de l'air à un autre plongeur, il faut donner son propre détendeur et utiliser soi-même ce dispositif.
- Il est aussi possible d'avoir deux détendeurs complets branchés sur deux sorties d'air indépendantes. Plus intéressante techniquement mais plus onéreuse, cette solution n'est pas obligatoire pour les plongées en autonomie. Elle le devient pour un niveau 4 guide de palanquée.



Air 2 ou Air Source : Double fonction, inflateur et deuxième sortie d'air.

Comment fixer sa deuxième sortie ?

La première règle pour une source d'air de secours est son accessibilité. Tout plongeur en manque d'air doit pouvoir l'identifier rapidement et s'en saisir si nécessaire. Les systèmes consistant à mettre ce détendeur dans la poche du gilet de stabilisation ou à le coincer dans les sangles sont à prohiber. Préférez une fixation en hauteur, au niveau de la poitrine. Des accessoires spécifiques sont prévus pour cela.
Au-delà de la sécurité, bien fixer ses instruments évite d'endommager les fonds.



Systèmes de fixation par le flexible

Pour fixer une deuxième source d'air.

Systèmes de fixation par l'embout

Dans tous les cas, prenez l'habitude de ***vérifier à chaque début de plongée que votre deuxième source d'air fonctionne correctement et en particulier que l'embout buccal n'est pas endommagé.***
Il en va de la sécurité de vos équipiers, et donc de la vôtre aussi.

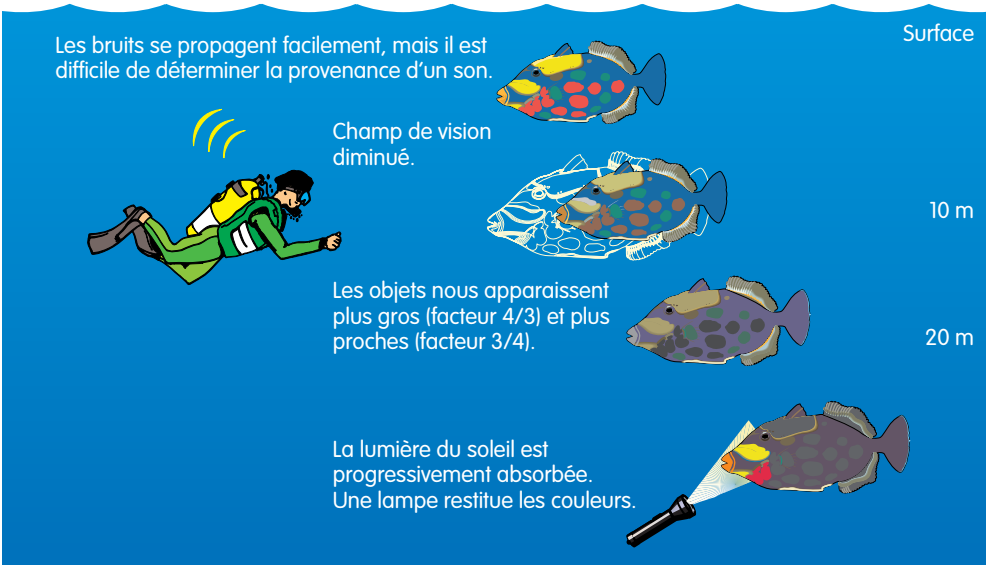
Points clefs

- Autonomie : tous les plongeurs doivent être majeurs.
- Soumis à autorisation du directeur de plongée qui fixe les paramètres de la plongée (max 20 m maximum).
- 2 ou 3 plongeurs ensemble.
- Chaque membre de la palanquée doit disposer d'un gilet, de deux sources d'air et des instruments permettant d'assurer la désaturation.
- Echanges et concertation entre les membres de la palanquée.

concernée, à hauteur des yeux. Pensez aussi à toujours effectuer un tour d'horizon à l'approche de la surface.

3. Les couleurs sont absorbées progressivement par l'eau et, sans lampe, le paysage sous-marin apparaît d'un bleu uniforme dès la zone des 15 à 20 mètres. Tout le charme de certaines plongées réside parfois dans le fait de posséder ou non une lampe. Si vos équipiers n'en possèdent pas, pensez à éclairer pour eux ce qui vous semble intéressant.

Vision et audition.



L'ardoise

Il existe des ardoises immergeables sur lesquelles vous pouvez écrire à l'aide d'un crayon de papier. Sans en abuser, cela peut être utile pour faire passer des messages autrement que par les simples signes.

Une ardoise pour écrire sous l'eau.

Les signes de communication

Bien que codifiés, les signes de communication peuvent varier d'un pays à l'autre ou d'une école de plongée à l'autre. Si vous plongez en autonomie avec des gens que vous ne connaissez pas (à l'étranger en particulier), pensez à leur demander comment ils signalent qu'ils sont en panne d'air ou essoufflés. Indiquez-leur aussi vos signes, cela pourra éviter bien des désagréments une fois sous l'eau. Il reste qu'en France nous utilisons, *a minima,* les signes normalisés par la **CMAS** (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques). Rappelons quelques règles quant à ces signes.

Assister un plongeur

Que ce soit sur un signe (« ça ne va pas », « je suis essoufflé ») ou sur la simple observation d'un comportement inadapté, votre réaction doit être rapide, mais sans précipitation :

1. Saisissez la personne en difficulté, de manière ferme sans être brutale. Vous devez lui montrer que vous avez compris le problème et que vous y faites face, tout en la rassurant. Evitez les gestes trop rapides, brusques et désordonnés ou au contraire trop lents et mous : ils auront l'effet inverse de celui escompté.

2. Prenez quelques secondes pour l'observer et collecter certaines informations. Combien d'air lui reste-t-il ? N'est-il pas en train de croire qu'il s'essouffle alors qu'il est en panne d'air ? Moi-même, combien d'air me reste-t-il ? Où est l'autre personne qui était avec nous ? Cela peut paraître long mais avec de l'entraînement, tous ces éléments ne prennent que quelques secondes à vérifier.

3. Dans tous les cas, prenez l'habitude de remonter à l'aide des gilets et n'utilisez vos palmes que pour trouver votre équilibre ou pour vous rattraper si vous avez trop vidé les gilets. Soyez le plus « fluide » possible dans l'eau. Tout travail « en force » (à la palme par exemple) peut faire dégénérer un simple incident en deux accidents.

4. Pendant votre remontée, occupez-vous de la personne en difficulté, respectez une vitesse correcte ainsi que les paliers éventuels. Accompagnez-la ensuite jusqu'au bateau (ou demandez que l'on vienne vous chercher) et informez votre directeur de plongée.

Assistance d'un plongeur…

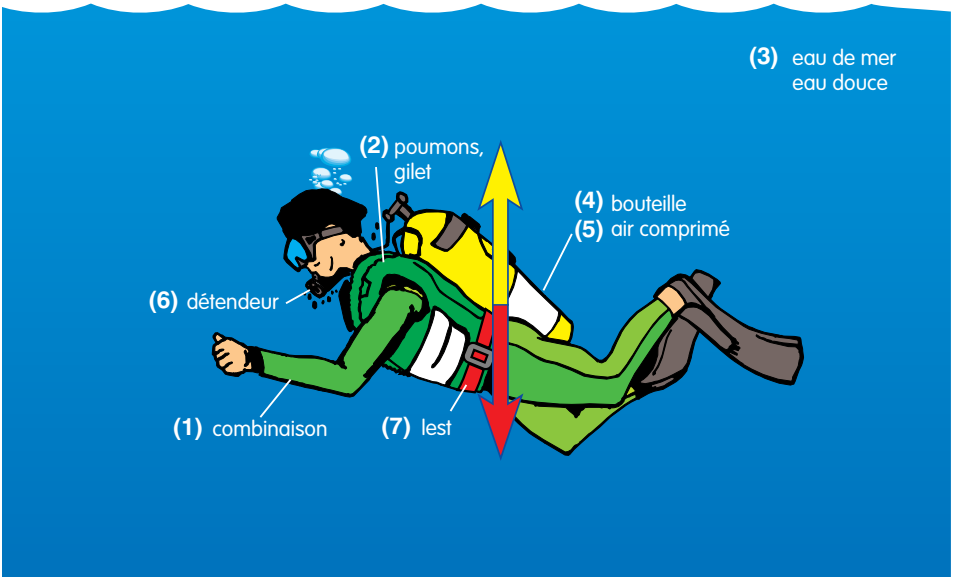
PAS D'EXCÈS

Fort heureusement, les accidents sont rares en plongée. Et nous devons tout faire pour qu'ils le restent. Évitez cependant des réactions excessives. Lorsqu'un plongeur vous indique qu'il est sur réserve ou qu'il a froid, il suffit de remonter lentement.

ÉVITER UN SURACCIDENT

Lorsqu'un plongeur est en difficulté (essoufflement, malaise, piqûre ou morsure, etc.), il faut l'assister le plus rapidement possible en évitant tout risque d'accident supplémentaire. Par exemple, il est impératif d'éviter une remontée trop rapide dans la zone des 20 mètres pour une personne essoufflée. Elle risque alors une surpression pulmonaire.

Facteurs influençant la flottabilité



Eléments ayant une influence sur la poussée de l'eau :

(1) **La combinaison de plongée** agit plus ou moins comme une bouée selon l'épaisseur du Néoprène, la taille et le type de vêtement (deux pièces ou monopièce). Toutefois, n'oublions pas qu'elle s'écrase avec la pression et que son volume diminue avec la profondeur.

Type de combinaison		Volume indicatif en surface
Monopièce	4 mm	4 à 5 litres
Monopièce	6 mm	5 à 6 litres
Monopièce	7 mm	6 à 7 litres
Deux pièces	6 mm	6 à 8 litres
Deux pièces	7 mm	7 à 9 litres

D'une monopièce 6 mm à une 2 pièces 6 mm, rajouter environ 1,5 à 2 kg de lest.

(2) **Les poumons** peuvent se gonfler pour augmenter notre flottabilité ou au contraire se vider pour diminuer la poussée de l'eau : c'est ce que l'on appelle le poumon-ballast. Lorsque l'on atteint les limites du poumon-ballast ou en cas d'urgence, le gilet agit selon le même principe.

(3) **La densité de l'eau** joue aussi un rôle. Sans détailler, précisons que plus l'eau est salée, plus la poussée d'Archimède est importante[1]. Par exemple, si vous êtes correctement lesté en mer, il vous faut retirer du poids pour plonger en eau douce.

1. Un litre d'eau douce pure pèse 1 kg, contre 1,024 kg en moyenne pour 1 litre d'eau de mer, ce qui augmente le poids du volume d'eau déplacé et donc la poussée de l'eau.

CONSEIL
Inutile de rechercher la profondeur sans objectif précis, cela n'aura pour effet que d'augmenter votre consommation ainsi que vos paliers et d'écourter votre plongée. Inutile également d'effectuer un parcours à 10 mètres de fond pour aller rejoindre un site. Faites plutôt ce parcours en surface, au tuba.

AUTONOMIE, BOUTEILLES ET PROFONDEUR

Reportez-vous au chapitre sur les ordinateurs de plongée pour avoir des informations sur les ordinateurs à gestion à air.

Autonomie théorique (minutes) avant de passer sur réserve (50 bars) sur la base d'une consommation de **20 litres par minute.**

Bouteilles	20 m	30 m	40 m
12 l à 180 bars	26	20	16
12 l à 200 bars	30	23	18
15 l à 180 bars	33	24	20
15 l à 200 bars	38	28	23

Pour aller plus loin…

Plus généralement, ce que nous venons de voir illustre le fait que la pression comprime les gaz. Pour une quantité d'air donnée, le produit de la pression par le volume sera toujours constant[1].

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = C$$

P1 : pression en surface
P2 : pression au fond
C : constante
V1 : volume en surface
V2 : volume au fond

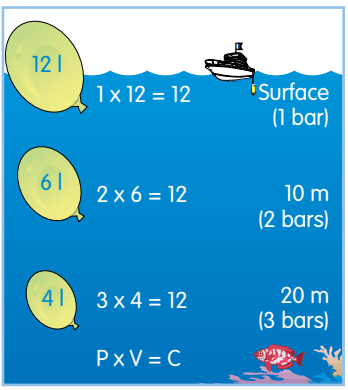
Dans notre exemple : P_1 = 1 bar, P_2 = 3 bars, V_2 = 15 l et nous cherchons V_1, le volume en surface.

Si $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$, alors $V_1 = \frac{(P_2 \times V_2)}{P_1}$

d'où $V_1 = \frac{(3 \times 15)}{1}$ et V_1 = 45 litres

(la suite des calculs est identique).

Selon que vous soyez familier ou non avec les mathématiques, utilisez cette méthode générale ou celle précédemment présentée.



Points clefs

- La pression augmente d'1 bar tous les 10 mètres d'eau (1 bar en surface, 2 bars à 10 m, 3 bars à 20 m).
- Si la pression est multipliée par 2, l'autonomie est divisée par 2.
- Au moins 30 à 50 bars de réserve de sécurité en sortie de plongée et vigilance durant la plongée.
- Calculs d'autonomie : **P1 x V1 = P2 x V2 = C**

1. A température constante. De manière très simplifiée, il s'agit de la loi de Boyle-Mariotte.

FICHE 5

Apprendre à s'orienter

Présentation

Savoir s'orienter est un des éléments clefs de l'autonomie. Si rien n'est plus frustrant que de rater une plongée du fait d'une erreur d'orientation, pensez également qu'il en va de votre sécurité. Retrouver le bateau permet d'avoir accès à une bouteille de secours, de trouver un moyen de communication (VHF par exemple) ou de disposer d'oxygène. Revenir au mouillage évite aussi de palmer en surface à contre-courant (risque d'essoufflement) ou de lutter contre les vagues. Maîtriser les techniques d'orientation est donc une des conditions pour que vos plongées restent un plaisir.

L'orientation : des points de repère pertinents

L'orientation « instinctive » n'existe pas. Cela supposerait que certains soient capables de s'orienter « naturellement » alors que d'autres ne le pourraient pas.
En réalité, savoir s'orienter est à la portée de tous, à condition d'être attentif et observateur, pour mémoriser des points de repère pertinents.

Prendre son temps

Ne vous précipitez pas lors de vos explorations, n'hésitez pas à prendre quelques secondes pour mémoriser des points de repère : une profondeur, un temps de plongée, un rocher caractéristique, un cap, etc.
Ce n'est qu'en l'absence de ces points de repère qu'une boussole est nécessaire.

Principaux points de repère

L'orientation sans instruments, c'est-à-dire avec la seule aide des repères naturels, est la plus couramment utilisée.
Voici les principaux points de repère pouvant être enseignés, sachant que l'orientation commence dès la surface sur le pont du bateau et pas une fois arrivé au fond :

1. Le soleil

Où doit être le soleil par rapport à la plongée, en face, dans le dos, à gauche, à droite ?

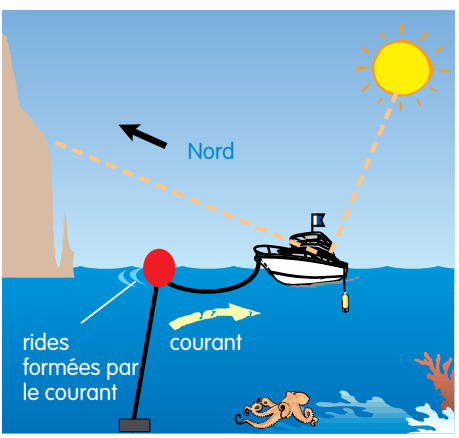
2. La côte

La plongée se déroule-t-elle avec le tombant à main droite, à main gauche, ou bien autour d'un pic rocheux ?

3. La profondeur du mouillage

Il est souvent judicieux de commencer la plongée en descendant jusqu'à l'ancre. Cela permet à la fois de mémoriser la conformation du terrain qu'il faudra rechercher au retour et la profondeur du mouillage (inutile, en fin de plongée, de rechercher l'ancre sur 20 m si elle est posée sur 15 m).

Prendre des points de repère en surface…



FICHE 6

Utiliser un parachute de palier

Nous l'avons déjà indiqué dans la partie consacrée au niveau 1, un parachute de palier permet de signaler une palanquée en train d'effectuer ses paliers ou sur le point de faire surface. Il s'agit d'un véritable instrument de sécurité.

Maintenez le parachute déployé, haut sur l'eau, en immersion comme en surface jusqu'à ce que le bateau vous ait rejoint.

Se signaler auprès de la personne assurant la sécurité de surface

Il est parfois difficile, pour la personne assurant la sécurité de surface, de repérer toutes les palanquées. Un parachute de palier devient alors fort utile. Il doit être utilisé dans les cas suivants :

- Le bateau ne s'est pas ancré, il a prévu de vous récupérer là où vous ferez surface.
- Les plongées se déroulent dans le courant, à la dérive.
- Le bateau est au mouillage, mais vous n'avez pas retrouvé le mouillage et vous devez remonter en pleine eau.

En fin de plongée, déployez votre parachute le plus tôt possible. Cela permet de suivre visuellement votre éventuelle dérive en surface, s'il y a du courant. Ce point est un élément essentiel de sécurité.
Dans certaines zones à fort courant, vous pouvez être hors de vue du bateau en quelques minutes.
Si vous vous êtes signalé très tôt, les personnes assurant la sécurité de surface ont le temps de se préparer et de faire route vers vous ou d'envoyer une annexe vous chercher. Dans tous les cas, conservez votre parachute gonflé une fois en surface, jusqu'à ce que l'embarcation vienne vous chercher. S'il y a de la houle ou des vagues, maintenir le parachute déployé facilite votre localisation.

COMMUNICATION
Vous pouvez utiliser des parachutes pour communiquer avec les personnes chargées de la sécurité en surface. Il suffit de convenir d'un code.
Par exemple :
- *1 parachute = tout va bien ;*
- *2 parachutes côte à côte = nous avons besoin d'aide.*

Se signaler auprès des plaisanciers

Dans des zones fréquentées par des plaisanciers (planches à voile, hélices de bateaux…), il peut être utile de se signaler par un parachute avant de faire surface. Dans tous les cas, procédez avec prudence à l'approche de la surface.

Déployer un parachute

Pour déployer correctement votre parachute, voici comment procéder :

- Stabilisez-vous dans la zone désirée, par exemple 6 m.
- Déroulez votre parachute et son bout. Un plomb ou un mousqueton fixé sur ce bout facilite la chose.
- Gonflez légèrement le parachute à l'aide de votre détendeur de secours, de manière à ce qu'il tienne droit dans l'eau, sans remonter.
- Vérifiez que rien n'entrave sa remontée, puis gonflez-le franchement tout en le maintenant. Lorsque la poussée est suffisamment forte, lâchez-le avant qu'il ne vous fasse remonter. Tenez-vous ensuite au bout, en tirant sur le parachute pour qu'il soit bien droit sur l'eau. C'est essentiel pour que l'embarcation vous repère.

Test de connaissances n° 1

Testez vos connaissances en comptant 1 point par bonne réponse et 0 point si vous ne répondez pas ou si ce n'est pas la bonne réponse. Dans certains cas, plusieurs réponses peuvent être justes pour la même question.

1. Sylvie pèse 60 kg pour un volume de 66 litres avec sa combinaison. Elle souhaite faire de l'apnée entre 3 et 5 mètres. Quel lest doit-elle mettre à la ceinture ?
a) 2 kg b) 3 kg c) 6 kg

2. Jean souhaite changer sa combinaison monopièce 6 mm (6 litres de volume) contre une combinaison deux-pièces de 6 mm (8 litres de volume).
Doit-il modifier son lestage ?
Si oui, dans quelles proportions ?
a) + 2 kg b) – 2 kg c) 0 kg

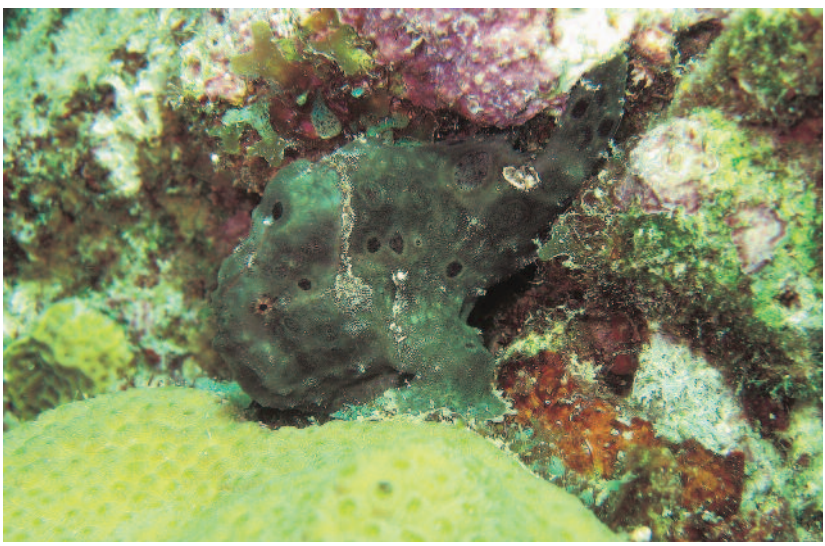
3. Si un bloc vide de volume 15 litres (volume extérieur 18 litres) pèse 21 kg en surface, quel est son poids apparent dans l'eau ?
a) 21 kg b) 6 kg c) 3 kg

4. Pierre pèse 65 kg pour un volume de 70 litres, combinaison comprise. Il souhaite connaître le lestage nécessaire s'il prend le bloc de 15 litres dont le poids apparent dans l'eau est de 3 kg.
a) 2 kg b) 3 kg c) 5 kg

5. Combien d'air contient un bloc de 12 litres gonflé à 180 bars ?
a) 2 160 l b) 2 460 l c) 2 660 l

6. Quelle est l'autonomie à 20 mètres d'un plongeur équipé d'un 12 litres à 180 bars et respirant 15 litres par minute (il souhaite conserver 50 bars) ?

7. Quelle est l'autonomie à 40 mètres d'un plongeur équipé d'un 15 litres à 180 bars et respirant 20 litres par minute (il souhaite conserver 50 bars) ?



Antennaire ou « **poisson-pêcheur** », Port-Louis, Guadeloupe.

UL2
Prévention des risques

FICHE 7

Règles de bonne pratique

Règle n°1 : Un certificat médical annuel

Bien que la plongée de loisir ne nécessite pas d'être un athlète et qu'elle soit accessible à tous les âges, un bon état général est un préalable à la pratique. Selon les organismes, une visite médicale annuelle est rendue obligatoire (FFESSM, FSGT) ou vivement conseillée (ANMP, SNMP).

Pensez à avoir toujours sur vous un certificat médical de non-contre-indication à la plongée datant de moins d'un an (ou plus récent si la structure d'accueil l'exige, comme par exemple lors des séjours en croisière). Il pourra vous être demandé avant de vous autoriser à plonger.

Dans la mesure du possible, choisissez un médecin connaissant les risques de l'activité (ex. médecin diplômé de médecine subaquatique). Contrairement à une idée reçue, plus le médecin est spécialisé, plus l'accès à l'activité peut être facilité, en évitant qu'un simple manque de connaissances sur les spécificités de la plongée conduise, par précaution, à en interdire la pratique.

Règle n°2 : Une reprise progressive de la plongée

Les phases de saturation et de désaturation sollicitent énormément notre organisme, sans même que nous nous en rendions compte. Tout comme il ne viendrait à l'idée de personne de raisonnable de courir un marathon sans entraînement, chaque reprise de la plongée en milieu naturel doit se faire de manière progressive, par faible profondeur (zone des 15-20 m). Ainsi, en France métropolitaine, les plongées du mois de mai sont particulièrement à risque . De nombreux plongeurs, sédentaires le reste de l'année, présument de leur condition physique et descendent trop profond sans entraînement sous prétexte que leur brevet le permet. C'est une pratique dangereuse.

Règle n°3 : Repos et hygiène de vie

Il est parfois difficile lorsque les séjours sont courts, de se raisonner et de ne plonger qu'après s'être bien reposé du voyage. C'est pourtant une bonne pratique. Le cas typique est celui des longs trajets en bus entre amis ou membres du même club, pour descendre sur la côte après une semaine de travail harassante et une longue période sédentaire. Le voyage, le manque de sommeil et les éventuels abus de boissons et de nourriture conduisent à une accumulation de fatigue qui favorise les risques d'accidents.

Règle n°4 : Exercice physique

Essayez de pratiquer une activité physique, même modérée, de l'ordre de 30 minutes de marche par jour. C'est un bon conseil non seulement pour la plongée, mais également pour la vie de tous les jours.

Information concernant les contre-indications à la plongée

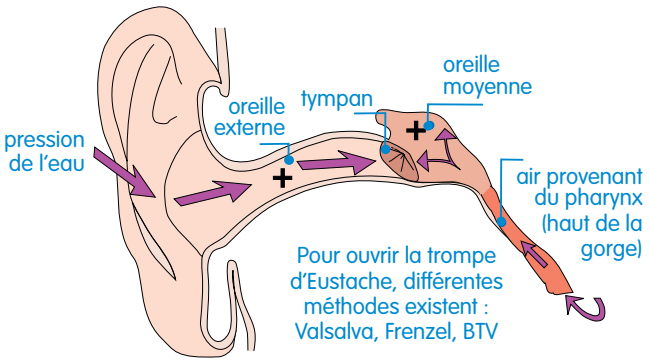
Les contre-indications à la pratique de l'activité peuvent être temporaires ou définitives. En voici un aperçu à titre indicatif. Renseignez-vous auprès d'un médecin spécialisé si vous entrez dans ce cadre :

- Gynécologie : une femme enceinte ne doit pas plonger.
- Diabète.
- Cardiologie : pathologie particulière, hypertension artérielle non contrôlée, traitement par bêtabloquants…
- Pneumologie : chirurgie pulmonaire, insuffisance respiratoire, asthme…
- Neurologie : épilepsie, traumatismes crâniens, syndromes déficitaires sévères…
- Hématologie : hémophilies, phlébites…
- Atteintes de la sphère ORL : laryngocèle, oreille interne…
- Ophtalmologie : pathologies de la rétine, prothèses, greffes de la cornée…
- De manière générale, toute prise régulière de médicaments.

1. L'obtention d'une licence fédérale (FFESSM, FSGT) nécessite de fournir un certificat médical de non contre-indication datant de moins d'un an (art. L231-2 et suivants du Code du Sport).
2. Rapport annuel des CROSS (Centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage).

Oreilles et plongée

Les oreilles ont une double fonction, à la fois d'audition et d'équilibre. Ce sont des organes fragiles qu'il faut protéger et traiter avec précautions. Vous vous souvenez (voir la partie concernant le niveau 1) que lors de la descente, l'air emprisonné dans l'oreille est comprimé. Cela a pour effet de déformer le tympan et de créer une gêne, puis une douleur si rien n'est fait, pouvant aller jusqu'à la rupture du tympan dans les cas extrêmes. Pour éviter cela, il suffit de pratiquer une manœuvre d'équilibrage.



Oreille et plongée. La trompe d'Eustache est généralement fermée, empêchant l'air du pharynx de parvenir dans l'oreille moyenne.

Les manœuvres d'équilibrage

En dehors du Valsalva, il existe d'autres manœuvres d'équilibrage des pressions, beaucoup plus douces pour notre organisme. La capacité à les réaliser dépend de la forme de la trompe d'Eustache, variable d'un individu à l'autre. Si vous le pouvez, préférez l'une des méthodes ci-dessous et faites-vous aider d'un moniteur pour apprendre à les réaliser. Dans tous les cas, ces manœuvres d'équilibrage doivent être effectuées avec douceur et anticipation.

Méthode	Commentaires	Facilité	Sécurité
Valsalva	Nez pincé, bouche fermée, souffler dans le nez. Jamais à la remontée : risque de barotraumatisme et d'accident de désaturation.	★★★★	★
Lowry	Nez pincé, souffler doucement par le nez tout en déglutissant.	★★★	★★★
Déglutition	Une simple déglutition est suffisante pour certaines personnes.	★	★★★
Souffler	Souffler dans le masque par à-coups brefs et énergiques sans forcer, narines plaquées sur la jupe.	★★	★★
Frenzel	Nez pincé, glotte fermée par contraction des muscles du cou. Plaquer sa langue vers le haut et l'arrière du voile du palais en émettant le son « kee ».	★	★★
BTV	La Béance Tubaire Volontaire[1] permet de solliciter les petits muscles responsables de l'ouverture de la trompe d'Eustache, comme lors d'un bâillement. L'aide d'une personne maîtrisant cette technique est essentielle à son apprentissage.	★	★★★
Edmonds	Avancer la mâchoire en avant tout en pratiquant une manœuvre de Valsalva ou de Frenzel (méthode plus douce qu'un simple Valsalva).	★★	★★
Toynbee	Bouche fermée et nez pincé, déglutir et aspirer par le nez qui reste fermé (inverse du Valsalva). A n'utiliser qu'à la remontée en cas de difficultés.	★★★	★★

1. Voir les travaux du Professeur Delonca sur le sujet.

Conduite à tenir

Un plongeur confronté à un début d'essoufflement doit suivre la démarche suivante :

1. **Avertir** les membres de sa palanquée à l'aide du signe « Je suis essoufflé ».
2. **Arrêter** immédiatement tout effort.
3. Se forcer à **expirer** à fond pour évacuer le gaz carbonique en excès. Attention toutefois à ne pas descendre, maintenez votre niveau d'immersion, prenez des points d'appui.

Réagir face à un plongeur essoufflé

Confronté à un plongeur essoufflé, vous devez immédiatement lui porter assistance :

1. **Calmer** : saisissez-le et calmez-le, évitez qu'il ne cède à la panique.
2. **Récupérer** : dans le même temps, vérifiez qu'il cesse tout effort. Demandez-lui de bien expirer. Pensez à vérifier sa quantité d'air disponible.
3. **Remonter lentement** : remontez-le lentement à l'aide des **gilets**, pour éviter les efforts dus au palmage. Si nécessaire, augmentez vos paliers. Ne continuez pas la plongée, l'essoufflement pourrait s'aggraver quelques minutes plus tard.
4. Arrivés en surface, **évitez-lui tout effort et améliorez son confort** (éventuellement, enlevez sa ceinture de lest). De retour au bateau, aidez-le à se déséquiper, ouvrez sa combinaison pour l'aider à respirer, etc.

« Je suis essoufflé » : ne pas attendre la dernière limite pour le signaler.

Assister une personne essoufflée : la calmer pour éviter toute panique, et remonter lentement.

« Expire », un conseil à suivre en prenant sur soi.

Remontée gilet…

FICHE 18

Les plongées de nuit

Points clefs

- Faible profondeur.
- Une lampe par personne + une lampe de secours.
- Parcours réduit, autour du bateau.

Les plongées de nuit permettent à la fois de rencontrer une faune spécifique et d'observer des comportements particuliers. *C'est le poisson-perroquet qui se blottit dans un rocher et sécrète un cocon autour de lui, c'est le homard qui sort de son trou pour chasser.* Sans oublier les sensations uniques que provoquent ces plongées, depuis la préparation de la sortie jusqu'à l'arrivée sur zone, pour attendre la nuit et se jeter, pour la première fois, dans une eau sombre qui nous attire et nous effraie.

Pour vivre ces moments uniques, il faut là aussi respecter certaines règles simples :

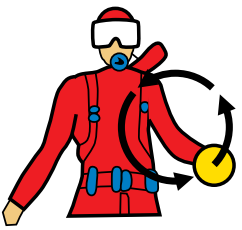
- Généralement, le directeur de plongée **limitera la profondeur** à la zone des 10 mètres.
- **Chaque membre de la palanquée devra avoir sa propre lampe** et la garder allumée durant toute la plongée (vérifiez son autonomie avant le départ). De plus, une lampe de secours est souhaitable au sein de chaque palanquée. Il est possible de compléter ce dispositif par une lampe à éclats fixée sur le gilet ou sur la bouteille.
- Limitez votre exploration à une zone proche du bateau.
- Pour lire vos instruments, éclairez-les, puis retirez la source de lumière. Les cadrans, généralement luminescents, resteront lisibles quelques secondes.
- Pour communiquer avec les membres de votre palanquée, éclairez votre signe comme indiqué ci-dessous.
- Ne braquez pas votre lampe sur les autres plongeurs, vous risquez de les éblouir.

Phare à LED.

Utiles pour se signaler, des bâtons fluorescents.

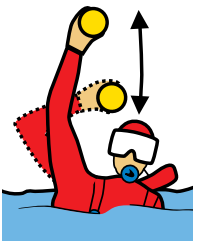
Une lampe à éclats émet régulièrement des éclairs lumineux.

SIGNES DE NUIT



« OK de nuit » (loin de l'interlocuteur) (grands cercles lents avec la lampe)

« OK de nuit » (proche de l'interlocuteur)



« Détresse en surface »

FICHE 19

Les filets ou cordages

Filets et fils de pêche ou cordages abandonnés (c'est parfois le cas sur les épaves) peuvent constituer de véritables dangers pour le plongeur sous-marin qui risque de s'y accrocher (généralement au niveau de la robinetterie). Si cela vous arrive, la première des choses à faire est de **ne plus bouger**. Toute agitation ne peut que compliquer la situation. Avertissez un équipier (alarme sonore branchée sur votre direct-system, par exemple) ou attendez qu'il s'en rende compte pour qu'il vienne vous délivrer[1]. Il faut alors prendre un couteau et, calmement, couper un à un les fils qui vous entravent. **N'enlevez jamais votre bouteille**, il suffit qu'elle vous échappe pour que vous vous retrouviez sans air, au risque de vous noyer.

Cela pose la question du choix d'un instrument de sécurité trop souvent négligé et pourtant **indispensable** pour les plongées en autonomie : **le couteau**. Un couteau doit être de taille raisonnable, robuste et tranchant, avec une gaine disposant d'une attache sûre et d'une lame pouvant trancher rapidement un cordage (les lames dentelées sont assez efficaces).

Pris dans un filet ?

1. Ne vous agitez pas.
2. Avertissez ou attendez un équipier.
3. Il faut couper les fils avec un couteau ou des ciseaux.

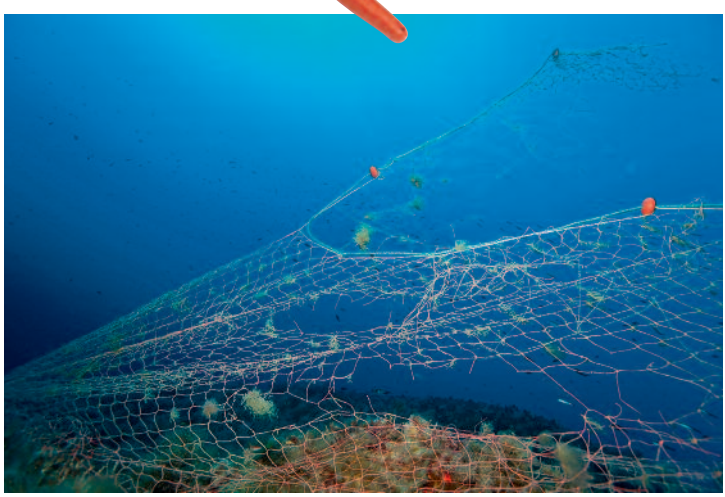
COUTEAU OU CISEAUX ?
Il existe désormais des paires de ciseaux inoxydables, très utiles dans certains cas (petits fils). A utiliser en complément de votre couteau habituel.

Le **tranchant** d'un couteau doit être vérifié régulièrement.

Un coupe-fil est également très efficace.

Une cisaille, instrument très efficace pour se dégager d'un cordage.

INOXYDABLE ?
En dehors des couteaux très haut de gamme conçus en matériaux spéciaux, il est impossible de disposer d'un couteau à la fois tranchant et inoxydable. Il faut donc se résoudre à voir son couteau rouiller légèrement. L'entretien est essentiel : rincez-le après chaque plongée et protégez la lame avec de la graisse de silicone.



1. Si nécessaire, commencez à couper les fils vous-même, en restant calme et méthodique.

Test de connaissances n° 2

Testez vos connaissances en comptant 1 point par bonne réponse et
0 point si vous ne répondez pas ou si ce n'est pas la bonne réponse.
Dans certains cas, plusieurs réponses peuvent être justes pour la même question.

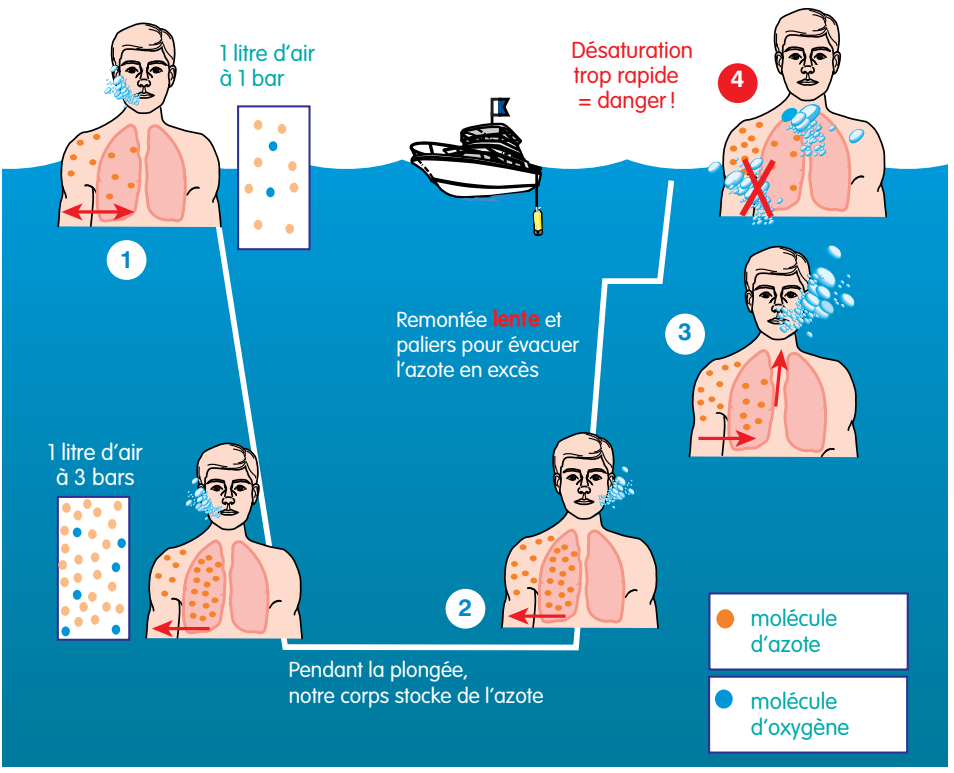
1. Pour éviter d'avoir mal aux oreilles, il faut :
   a) Faire un Valsalva franc tous les 2 mètres.
   b) Equilibrer les pressions régulièrement, pendant la descente.
   c) Anticiper pour éviter les manœuvres brusques et tardives.
2. En dehors du Valsalva, comment peut-on équilibrer les pressions dans l'oreille ?
3. Après une plongée dans des eaux chaudes, il est fortement conseillé de :
   a) Sécher rapidement ses oreilles.
   b) Les rincer abondamment à l'eau douce et tiède.
4. La surpression pulmonaire est le barotraumatisme le plus grave.
   a) Vrai b) Faux
5. Pour éviter une surpression pulmonaire, il faut :
   a) Ne pas bloquer sa respiration lors de la remontée.
   b) Souffler par le nez dans le masque.
   c) Insister sur l'expiration si la remontée est rapide.
6. Un essoufflé a l'impression de s'asphyxier.
   a) Vrai b) Faux
7. Pour vaincre un début d'essoufflement, il faut se forcer à expirer à fond et cesser tout effort.
   a) Vrai b) Faux
8. Si l'on est essoufflé en surface, il suffit de s'immerger, on sera beaucoup mieux au fond.
   a) Vrai b) Faux
9. Un essoufflement sévère peut avoir des conséquences graves (panique, surpression pulmonaire, noyade).
   a) Vrai b) Faux
10. Dans l'eau, nous nous refroidissons toujours, même lorsqu'elle est à 29 °C.
    a) Vrai b) Faux
11. Bien s'alimenter avant de plonger permet de reculer la sensibilité au froid.
    a) Vrai b) Faux
12. Si l'on a eu froid en plongée, il faut écourter ses paliers et remonter rapidement à bord du bateau pour être au sec.
    a) Vrai b) Faux
13. Une violente douleur peut entraîner une noyade.
    a) Vrai b) Faux
14. Bon nombre d'espèces sous-marines attaquent les plongeurs.
    a) Vrai b) Faux
15. En cas de courant, il faut toujours commencer son exploration à contre-courant, si le bateau est ancré.
    a) Vrai b) Faux
16. En eau trouble, il vaut mieux nager de front plutôt que l'un derrière l'autre.
    a) Vrai b) Faux
17. Lorsque la mer est agitée, il est plus confortable d'être à 3 mètres qu'en surface.
    a) Vrai b) Faux

Lors de la remontée, le déséquilibre s'inverse. Notre sang contient plus d'azote que l'air des poumons et cet azote passe alors **peu à peu** dans les poumons où il est évacué par l'expiration, comme le CO_2. A partir d'une certaine quantité d'azote dissous (qui dépend principalement de la profondeur et du temps de plongée), il n'est plus possible de remonter directement en surface. Il faut faire des **paliers** pour que l'organisme ait le temps d'évacuer l'azote en excès. Dans tous les cas, une **remontée lente** s'impose. De retour en surface, l'élimination complète de l'azote stocké au cours d'une plongée s'effectue en 12 à 24 heures, parfois plus.

Cependant, si la **remontée est trop rapide** ou les **paliers mal effectués** [1], l'azote dissous risque de reprendre sa forme gazeuse directement dans le sang et les tissus (comme une bouteille de champagne ouverte brutalement), sans avoir le temps d'être évacué : c'est un risque majeur d'accident de désaturation. Celui-ci peut se déclarer dans l'eau ou en surface (dans les minutes ou les heures qui suivent la plongée) avec des conséquences multiples.

1. Notez que même en l'absence d'accident de désaturation, chaque phase de désaturation fait apparaître des bulles dans notre organisme. Cela doit nous inciter à la plus grande prudence.

Azote et plongée : remontée lente et paliers.



3. Eviter les comportements à risque

Pour éviter le passage de bulles dans le circuit artériel, il faut éviter toute mise en surpression du thorax :

- pas de Valsalva à la remontée et donc stabilité de la profondeur des paliers (si vous devez tout de même effectuer cette manœuvre, faites-le avec d'infinies précautions, en douceur et avec anticipation, sans forcer) ;
- pas d'effort violent en plongée et dans les heures qui suivent la sortie de l'eau.

De la même manière, ne pas faire d'apnée dans les 6 h qui suivent une plongée et ne pas monter en altitude ou en avion dans les 12 à 24 h.

4. Eviter les profils à risque

Votre profil de plongée peut augmenter les risques d'ADD :

- évitez les plongées successives rapprochées (respectez un intervalle d'au moins 3 ou 4 h) ;
- ne faites pas de yo-yo (montées et descentes multiples) ;
- ne faites pas plus de 2 plongées par 24 h ;
- évitez les profils inversés.

4 RÈGLES À RESPECTER POUR PRÉVENIR LES RISQUES D'ADD

1. PROTOCOLE
2. FACTEURS FAVORISANTS
3. COMPORTEMENT
4. PROFIL

Pas d'effort dans l'eau

Avion (12 à 24 h)

Altitude (6 à 12 h)

Efforts, sport (2 h)

Pas de Valsalva à la remontée

Apnée (6 h)

FICHE 24

Les procédures de désaturation

Les procédures de désaturation sont fondées sur des modèles présentés sous la forme de logiciels (ordinateurs de plongée) ou de tables pré-calculées (tables de plongée).

Les modèles de désaturation

La notion de modèle en général

Un modèle est la représentation simplifiée d'un phénomène réel complexe. La difficulté dans un modèle est d'identifier les paramètres clefs qui gouvernent le phénomène étudié, sans pour autant en connaître tous les tenants et aboutissants. Lorsque le modèle est suffisamment simple pour être traduit sous forme d'équation, on parle de modèle mathématique.
Bien entendu, la pertinence d'un modèle est validée par une phase d'expérimentation, afin de montrer que la différence entre le modèle et la réalité est acceptable pour l'usage qui en est fait. Les modèles sont d'utilisation courante en physique, chimie, astronomie, économie, marketing, etc.

Les modèles de désaturation en plongée

En plongée, les phases de saturation et de désaturation font intervenir des phénomènes complexes (physique, physiologie humaine, etc.), hors de portée, en l'état actuel de nos connaissances. Cependant, en se fondant sur des hypothèses simplificatrices, certains modèles ont permis de sécuriser la phase de désaturation. Le premier jamais élaboré a été celui de Haldane, en 1908, qui a mis en place le principe de la désaturation par paliers.
Certains sont traduits uniquement sous forme de tables de plongée (ex. MN90), d'autres sont aussi intégrés dans des ordinateurs ou logiciels de plongée (ex. Buhlmann, RGBM, US-Navy).
Tables et ordinateurs ne s'opposent donc pas, ce ne sont que des formes de présentation différentes des résultats fournis par un modèle de désaturation.

Il existe actuellement deux grandes familles de modèles, ceux dits « haldaniens » et ceux dits « à microbulles ».
Les modèles « haldaniens » (ex. Buhlmann, US-NAVY, MN90) ne considèrent que l'azote dissous alors que les modèles « à microbulles » ou « diphasiques » (ex. RGBM) prennent en compte non seulement l'azote dissous mais également l'existence de micro-noyaux gazeux (gaz nuclei ou germes gazeux) qui favoriseraient la formation de bulles lors de la désaturation.
Tous les modèles actuellement utilisés dans les ordinateurs de plongée peuvent être considérés comme fiables.

Exemples de modèles utilisés par les principaux ordinateurs du marché.		
Marques	Type	Référence du modèle de désaturation
AQUA LUNG	Azote dissous	Bühlmann Pelagic Z+ (PZ+)
ATOMIC	Azote dissous + microbulles	Atomic RGBM
CRESSI	Azote dissous + microbulles	RGBM
HOLLIS	Azote dissous	Bühlmann ZH-L16C
LIQUIVISION	Azote dissous	Bühlmann ZH-L16C
MARES	Azote dissous + microbulles	RGBM Mares-Wienke
OCEANIC	Azote dissous	Au choix Bühlmann PZ+ ou US-Navy (Rodgers & Powell – DSAT)
OSTC	Azote dissous	Bühlmann ZH-L16C
PETREL	Azote dissous	Bühlmann ZH-L16C
SCUBAPRO	Azote dissous + microbulles	Bühlmann ZH-L8 ADT MB
SUUNTO	Azote dissous + microbulles	Suunto Fused RGBM

Remonter à 6 m/min

Entre chaque palier et entre le dernier palier et la surface, il est conseillé d'adopter, à l'ordinateur comme aux tables, une remontée très lente, de l'ordre de 6 m/min. Cela revient à mettre 30 secondes pour passer, par exemple, du palier de 3 m à la surface.

Au palier, maintenir son niveau d'immersion, se ventiler correctement et bien comptabiliser le temps.

Si vous remontez le long d'un mouillage, vous pouvez procéder de la sorte :

1. Serrez le mouillage d'une main.
2. Avec l'autre main, saisissez le mouillage juste au-dessus de la précédente et ainsi de suite.

Pensez à vérifier votre lestage. Trop léger, vous risquez de remonter en surface comme un bouchon, dès la zone des 3 mètres franchie.

Les paliers

Un palier est un arrêt à une certaine profondeur pendant un temps donné, de manière à évacuer l'azote en excès dans notre corps, avant de poursuivre la remontée. Retenez trois éléments clefs :

1. La profondeur du palier doit être respectée : il faut éviter de descendre et remonter de 1 ou 2 mètres.
2. Le temps de palier doit impérativement être respecté : pour cela, une montre avec chronomètre est l'instrument idéal. Faites attention aux « timer » qui n'indiquent que les minutes.
3. Votre ventilation doit être correcte, c'est la condition d'une bonne désaturation. Ne faites pas d'apnée, ne cherchez pas à économiser votre air. Ne restez pas strictement immobile, faites de légers mouvements et insistez un peu sur l'expiration, pour favoriser l'élimination de l'azote en excès.

Points clefs

VITESSE DE REMONTÉE

- Lente (9 à 15 m/min).
- Ralentie encore à l'approche de la surface.

Exemple d'affichage en immersion.

MODE « PERSONNALISATION »

En cas de cumul de facteurs favorisant les accidents de désaturation, le mode « personnalisation » de votre ordinateur vous permet de « durcir » les paramètres de votre désaturation (voir la partie concernant la prévention des risques d'ADD). Dans ce cas, pensez à avertir vos équipiers, les paliers indiqués alors par votre ordinateur pouvant être bien supérieurs à ceux des autres membres de la palanquée.

En plongée

Dès le début de l'immersion, vérifiez qu'il passe bien en mode plongée (il faut dépasser 50 à 70 cm de profondeur), puis contentez-vous de lire les informations affichées :

1. **La profondeur courante** *(depth).*
2. **La profondeur maximale atteinte** *(max depth).*
3. **Le temps d'immersion** *(dive time).*
4. **« No dec »** *(No decompression)* ou **« No stop »** signifient que vous n'êtes pas encore entré dans la zone des paliers. Généralement, ce message est suivi d'un nombre qui indique le temps disponible à cette profondeur avant d'avoir des paliers à effectuer. Lorsque le message « No dec » ou « No stop » disparaît, cela signifie que vous avez des paliers à effectuer. Certains modèles n'affichent pas le temps de palier, d'autres l'affichent avec la profondeur du premier palier, d'autres enfin affichent le temps total des paliers ainsi que les temps aux différentes profondeurs (3 m, 6 m, 9 m).
5. **Une alarme de vitesse** (une flèche clignote ou « slow » s'affiche), parfois complétée d'un signal sonore, se met en fonction lorsque votre vitesse de remontée est trop rapide. Vous devez immédiatement ralentir, sous peine de voir votre instrument passer en mode « erreur ».
6. En cas de passage en **mode « erreur » ou « SOS »** (paliers non effectués, vitesse de remontée trop rapide, etc.) certains ordinateurs arrêtent tout simplement de fonctionner, d'autres passent en mode profondimètre (temps, profondeur) pour vous permettre d'utiliser des tables, d'autres enfin vous proposent une procédure de secours. Dans tous les cas, soyez vigilant et ne faites pas une confiance aveugle à ce qui reste un simple instrument.

De retour en surface

De retour en surface, votre ordinateur vous affiche les informations suivantes :

1. **La profondeur maximale** atteinte.
2. **Le temps total d'immersion.**
3. **L'intervalle en surface.**
4. **Le temps total de désaturation prévu** (qui peut aller au-delà de 12 heures), ainsi que le délai minimum avant de prendre l'avion (quelles que soient les indications, respectez un délai d'au moins 24 heures).

Comme tout matériel de plongée, vous devez le rincer à l'eau douce, le sécher soigneusement (sinon il risque de continuer à fonctionner, ce qui use les piles) et le ranger à l'abri des chocs en évitant les boîtes de protection étanches (il faut que l'humidité puisse s'évacuer).

FICHE 26

Procédures particulières

PROCÉDURES HÉTÉROGÈNES

Définition

Coexistence au sein d'une même palanquée de :

- plongeurs n'ayant pas le même niveau de saturation (ex. un plongeur n'a pas plongé le matin, contrairement aux autres) ;
- marques, modèles d'ordinateurs différents ;
- moyens de désaturation différents (tables et ordinateurs) ;
- paramétrages différents (ex. mode personnalisation, paliers profonds, paliers optionnels) des ordinateurs, y compris pour 2 modèles de la même marque.

Règle n° 1 : Définir le protocole de désaturation avant de plonger

La désaturation de la palanquée ne doit pas s'improviser au fond, au moment d'amorcer la remontée. Le protocole doit être décidé d'un commun accord, avant la plongée, en tenant compte :

- des moyens de calcul de la désaturation de chacun (tables, ordinateurs) ;
- des paramétrages effectués (personnalisation, paliers profonds, paliers optionnels…) ;
- des précédentes plongées réalisées ;
- du niveau de compétence (qualification, expérience) des plongeurs.

A ce stade, la planification est un élément essentiel. En fonction du site de plongée prévu, le guide de palanquée doit déterminer les paramètres (temps, profondeur) de la plongée en concertation avec les autres membres de la palanquée. Chacun doit alors vérifier que la désaturation est bien celle prévue (plongée sans palier, limitation à 3 minutes de paliers, etc.).

Le mode planification des ordinateurs est ici indispensable.

Des protocoles de désaturation trop éloignés les uns des autres doivent conduire à la modification des palanquées, en concertation avec le directeur de plongée.

Règle n° 2 : Rester solidaires

Toute la palanquée doit rester groupée, depuis la mise à l'eau jusqu'au retour au bateau. Rappelons qu'une palanquée effectue une plongée ayant les mêmes caractéristiques de trajet, durée et profondeur. Le groupe doit donc être solidaire, du début de la plongée jusqu'à la sortie de l'eau.

Règle n° 3 : Une seule vitesse de remontée

Lorsque différentes vitesses de remontée coexistent, la plus lente s'impose à tous. Si nécessaire, les plongeurs utilisant des tables intègrent le temps de remontée dans la durée de la plongée (remontée lente). Une vitesse de l'ordre de 10 m/min convient le plus souvent.

Règle n° 4 : La désaturation la plus limitative (vitesse la plus lente, paliers les plus longs) s'impose à tout le groupe

Toute la palanquée doit effectuer les paliers les plus exigeants et ne doit en aucun cas se dissocier au cours de la désaturation.

Pour éviter toute complication, la solution la plus sage consiste à limiter la profondeur de ce type de plongée, pour rester dans la courbe des plongées sans palier.

Procédures hétérogènes dans une même palanquée : tableau résumé

1	2	3	4
Choix des paramètres avant la plongée	Même trajet, même durée, même profondeur	Vitesse la plus lente	Paliers les plus profonds et les plus longs

FICHE 27

Utilisation des tables MN 90

Les tables MN 90 (Marine Nationale 1990) ont été adoptées et adaptées par la FFESSM pour l'ensemble des examens théoriques[1]. Elles existent sous différentes présentations, sur papier ou sur support immergeable. Lors d'un achat, vérifiez qu'elles intègrent bien les tableaux pour les plongées successives (voir ci-après). Validées avec des plongeurs de la Marine Nationale, ces tables sont valables dans les limites suivantes :

1. Plongées à l'air.
2. Plongées au niveau de la mer.
3. Profondeur maximum : 60 mètres.
4. Effort physique modéré.
5. Vitesse de remontée de l'ordre de 15 m/min jusqu'au premier palier. Cette vitesse est ensuite de 6 m/min pour passer d'un palier à l'autre et du dernier palier à la surface, soit 30 secondes pour 3 mètres.
6. Deux plongées maximum par 24 heures.

Ces tables se composent d'un tableau de détermination des paliers et de quatre tableaux annexes. Le tableau de détermination des paliers comporte 5 colonnes :

1. **Prof. :** c'est la **profondeur maximum** atteinte au cours de la plongée. Pour certaines profondeurs, le temps sans palier est indiqué entre parenthèses.
2. **Durée :** c'est la **durée de la plongée**, depuis le début de l'immersion, jusqu'au moment où vous êtes remonté à 15 m/min.
3. **12 m, 9 m, 6 m, 3 m :** ce sont les **profondeurs des différents paliers**. Si la case est vide ou inexistante, c'est qu'il n'y a pas de palier. Sinon, le temps de palier est indiqué en minutes.
4. **DTR :** elle indique la durée totale de remontée en incluant le temps de remontée au premier palier (à 15 m/min), le temps de palier et le temps de remontée entre paliers (à 6 m/min). Cette colonne permet de calculer l'heure de sortie théorique d'une plongée.
5. **GPS :** c'est le **« Groupe de Plongée Successive »** qui peut prendre des valeurs allant de A à P et dont nous verrons l'utilisation plus loin.

1. Ce choix a été effectué pour permettre une harmonisation des résultats. En dehors des examens, chaque plongeur reste libre d'utiliser tout type de tables validées ou des procédures de désaturation par ordinateur.

Extrait des tables MN 90.

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
15 m (1 h 15)	1 h 05		1	I
	1 h 10		1	I
	1 h 15		1	J
	1 h 20	2	4	J
	1 h 25	4	6	K
18 m (50 min)	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1 h 05	8	10	J
	1 h 10	11	13	K

Test de connaissances n° 3

Testez vos connaissances en comptant 1 point par bonne réponse et
0 point si vous ne répondez pas ou si ce n'est pas la bonne réponse.
Dans certains cas, plusieurs réponses peuvent être justes pour la même question.

1. Quel est l'intérêt d'un ordinateur de plongée ?

2. Quels sont les profils de plongée qu'il ne faut pas réaliser avec un ordinateur ?

3. En ayant plongé le matin avec des tables, il est tout à fait possible d'utiliser un ordinateur l'après-midi.
   • Qu'en pensez-vous ?

4. Il est tout à fait possible de plonger à plusieurs avec un seul ordinateur et que toute la palanquée fasse les paliers de l'ordinateur.
   • Qu'en pensez-vous ?

5. Un ordinateur de plongée ne se trompe jamais, il est beaucoup plus fiable que les tables. Êtes-vous d'accord ? Commentez.

6. Après une plongée, il faut limiter les apnées à une profondeur de 5 mètres.
   Vrai ou faux ?

7 L'azote est responsable des accidents de désaturation.
   Vrai ou faux ?

8. Le respect des paliers suffit à éliminer tout risque d'accident de désaturation.
   Vrai ou faux ?

9. L'effort, le froid, l'anxiété et l'essoufflement peuvent favoriser l'apparition d'un accident de désaturation.
   Vrai ou faux ?

10. Ce que l'on fait avant ou après une plongée n'a aucune incidence sur la sécurité de la désaturation.
    Vrai ou faux ?

11. En cas d'accident de désaturation, l'important est d'agir très rapidement et de donner de l'oxygène pur.
    Vrai ou faux ?

12. Il ne faut pas prendre l'avion dans les 24 heures qui suivent une plongée.
    Vrai ou faux ?

13. Après une plongée, les efforts violents sont déconseillés.
    Vrai ou faux ?

14. Après une nuit de transport, la plongée est formellement déconseillée.
    Vrai ou faux ?

15. La plongée en scaphandre est interdite aux femmes enceintes.
    Vrai ou faux ?

Test de connaissances n° 3

16. Agnès, Gérard et Martine passent des vacances à Port-Cros. Ils plongent sur le site de la Gabinière à 9h50 et descendent au maximum à 20 mètres. Les mérous promis sont au rendez-vous. Au bout de 41 minutes, Gérard est sur réserve et toute la palanquée remonte ravie de sa plongée sur ce site exceptionnel.
- Faites un graphique de la plongée faisant apparaître les paliers et le GPS.

17. Christine et Michel s'immergent à 10 h 40 sur le site de Pointe Burgos, en Martinique. Ils descendent à 19 mètres et ont l'occasion d'observer un énorme banc de platax. A 11 h 30, ils décident de remonter. Au bout de 3 minutes de palier, un énorme barracuda arrive vers eux. Effrayés, ils remontent en surface.
- Quelle est la conduite à tenir ?
  Faites un graphique de la plongée faisant apparaître les paliers, et le GPS.
  Quels conseils leur donneriez-vous pour éviter qu'un tel cas ne se reproduise ?

18. Indiquez la conduite à tenir lors d'une remontée rapide (selon les tables MN90).

19. Combien de temps met-on pour passer du palier de 6 m à celui de 3 m, puis pour remonter de 3 m à la surface (selon les tables MN90) ?

20. Daniel et Anne-Marie effectuent leur deuxième voyage aux Maldives. Ce jour-là, ils plongent sur l'île de Furana à 8 h 15. La récompense est à 18 mètres avec un banc de raies manta qui atteignent près de 5 mètres d'envergure. A 9 h 05, ils décident de remonter. Ils replongent 2 h 10 plus tard, en se limitant à 25 minutes à 18 mètres.
- Faites un graphique des deux plongées faisant apparaître les paliers et le GPS.

21. Carlos et Yves plongent à 10 h 25 sur l'île de Moorea à la rencontre des requins, sur un fond de 20 mètres. Au bout de 50 minutes, ils amorcent leur remontée. L'après-midi, ils plongent sur un fond de 17 mètres pendant 35 minutes. Avant de s'immerger, Carlos lit 3 h 20 d'intervalle en surface sur son profondimètre.
- Faites un graphique des deux plongées faisant apparaître les paliers, le GPS et l'intervalle de surface.

22. Sur le site des Aresquiers près de Frontignan, Charlotte et Emilie s'immergent à 9 h 55 pour une exploration dans la zone des 20 mètres. Elles observent quelques langoustes, bien cachées sous les rochers à 20 mètres. Au bout de 40 minutes de plongée, une erreur de manipulation du gilet amène très rapidement la palanquée en surface.
- Quelle est la conduite à tenir ? Faites un graphique de la plongée faisant apparaître les paliers et le GPS.

23. Agnès (guide de palanquée) accompagne Jean et Martine sur l'épave du Pietro Orseolo, un cargo de plus de 100 m de long coulé sur 30 m de fond à proximité des îles de Glénan. Ils plongent à 9 h 20 et remontent au bout de 23 minutes. Sortis de l'eau à 9 h 50, ils replongent à 14 h 15 sur un tombant où la profondeur maximum est de 19 mètres, pour y rester 25 minutes. Ils remontent ensuite lentement le long de ce tombant pendant 10 minutes.
- Faites un graphique des deux plongées faisant apparaître les paliers, le GPS et l'intervalle de surface.

Test de connaissances n° 3

24. Marc et Sophie plongent avec leur monitrice Agnès sur le site de « La pointe au sel » à Saint-Leu (île de la Réunion). Ils s'immergent à 10 h 20 et observent une superbe loche de 30 kg qui remonte le long du tombant. Au bout de 18 minutes à 40 mètres, ils remontent. Ils sortent de l'eau à 10 h 52. L'après-midi, Laurence autorise Marc et Sophie à replonger en autonomie en se limitant à 18 mètres. Ils plongent à 14 h 20 et restent 55 minutes.

- Faites un graphique des deux plongées faisant apparaître les paliers, le GPS et l'intervalle de surface. Quelles remarques vous inspire cette plongée ?

25. Sur le site du Phare de Planier à Marseille, Jean-Michel, Raymond et José plongent sur l'épave du Chaouen, un cargo marocain en provenance de Casablanca, échoué là en 1970. Ils se mettent à l'eau à 10 h 40 et descendent à 20 mètres avant de remonter lentement jusqu'à 3 mètres qu'ils atteignent au bout de 45 minutes. Lorsqu'ils font surface, Jean-Michel défait par erreur sa ceinture de lest qui tombe sur un fond de 9 mètres. Après accord du directeur de plongée, Raymond et José replongent 4 minutes après avoir fait surface. Ils mettent 2 minutes pour retrouver la ceinture.

- Faites un graphique des deux plongées faisant apparaître les paliers et le GPS.

Requin renard (Philippines).

UL4
Plonger encadré à 40 m

[Plongeur niveau 2 ou qualification Plongeur encadré 40 m]

Les plongeurs niveau 2 ou ceux titulaires du niveau 1 et de la qualification « Plongeur encadré 40 m » (PE40) peuvent accéder à la zone des 40 mètres en étant encadrés par un guide de palanquée. Pour que ces explorations se déroulent dans de bonnes conditions, **il vous faut avoir acquis une certaine expérience en plongée depuis votre premier niveau de plongeur** et avoir assimilé les spécificités de ces plongées.

FICHE 28

Plongées à 20 m et plongées à 40 m, quelles différences ?

Plongée sur épave

Les premières immersions entre 20 et 40 m vous offriront de nouvelles sensations et perturberont sans doute vos points de repère habituels :

- La descente paraît sensiblement plus longue avec une baisse de la luminosité (si nécessaire, utilisez une lampe de plongée).
- Une bonne stabilisation (lestage, poumon-ballast, gilet) garante du respect de la profondeur plancher (et des paliers lors de la remontée) devient cruciale.
- L'autonomie en air est largement réduite nécessitant, encore plus qu'à 20 m, un suivi attentif de la pression dans la bouteille et une communication étroite (signe « 100 bars mi-pression ») avec le guide de palanquée ou les équipiers. Ceci d'autant plus qu'il faut prendre en compte le temps de remontée et les éventuels paliers à effectuer. **Le risque de panne d'air est le premier élément à prendre en compte.**
- Le risque d'essoufflement est accru.
- Dans certaines mers, les eaux profondes sont plus froides que celles de surface ce qui, combiné à un écrasement plus important de la combinaison de plongée et donc à une diminution de sa protection thermique, accélère le refroidissement.
- Vous entrez dans la zone où les premiers signes de narcose (« ivresse des profondeurs ») peuvent apparaître pour les sujets les plus sensibles.
- La prévention des risques d'accidents de désaturation impose de suivre un protocole de remontée précis : vitesse de remontée lente (9 à 12 m/min), respect de la profondeur et des temps de palier donnés par un ordinateur ou des tables de plongée, remontée très lente (6 m/min) dans les derniers mètres.
- Les conséquences d'une perte des équipiers peuvent être plus graves qu'à 20 m : risque de panne d'air, gestion de la désaturation…

Ces éléments sont relativement aisés à acquérir si vous ne brûlez pas les étapes en prenant soin, entre deux passages de niveau de plongeur, d'effectuer des plongées d'exploration vous permettant d'acquérir une certaine expérience.

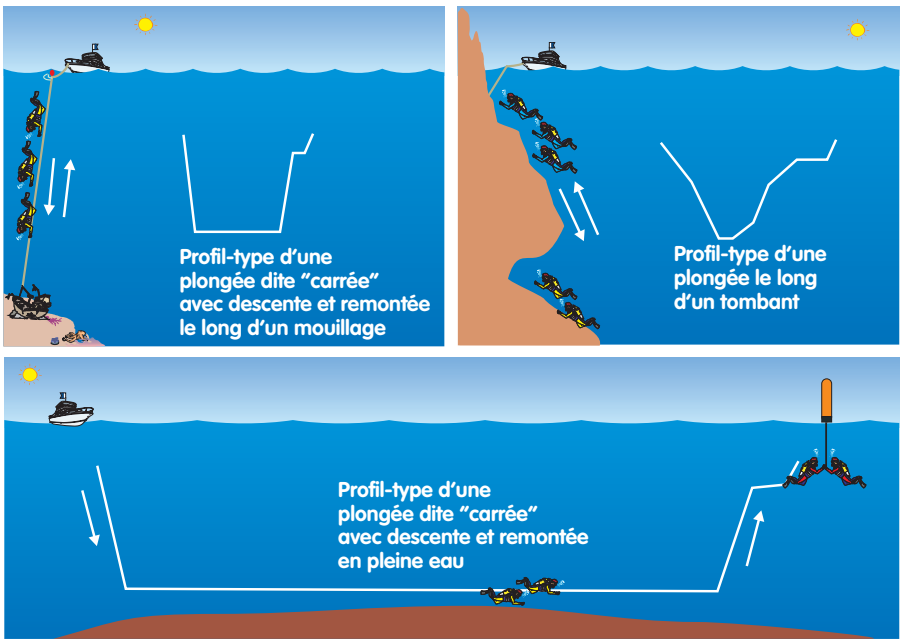
FICHE 29

Toutes les plongées à 40 m ne se ressemblent pas !

Selon l'organisation mise en place et la configuration du site, les plongées à 40 m peuvent présenter plus ou moins de difficultés. Schématiquement, il est possible de distinguer trois types de plongées, par ordre croissant de difficultés :

- Les plongées le long d'un tombant sont généralement les plus simples (sans oublier qu'aucune plongée à 40 m n'est anodine) : la paroi offre un repère visuel à la descente comme à la remontée et permet d'effectuer ses paliers par petits fonds tout en continuant son exploration.
- Les plongées avec descente le long d'un mouillage (ex. plongées sur épave) sont généralement dites « carrées », c'est-à-dire que la majeure partie du temps de plongée se déroule aux alentours de la profondeur maximum. Cela nécessite une gestion précise du temps passé au fond, du suivi des réserves d'air et de la phase de désaturation (remontée et paliers).
- Les plongées en pleine eau supposent de descendre et de remonter sans repère visuel, ce qui les rend complexes, avec en particulier la nécessité de se signaler en fin de plongée à l'aide d'un parachute de palier. De plus, ces plongées n'offrent pas la garantie à 100 % de trouver une bouteille de secours en cas de panne d'air. Elles nécessitent donc des précautions particulières et sont réservées à des plongeurs expérimentés.

PLONGÉES à 40 m :
représentation schématique des différents cas pouvant être rencontrés



LA COMMUNICATION EST ESSENTIELLE POUR ANTICIPER LE RISQUE DE PANNE D'AIR

« Montre-moi ton manomètre ».

« 100 bars, mi-pression »

« Je suis sur réserve » 50 bars.
Lors de plongées profondes, il faut généralement remonter bien avant d'atteindre 50 bars.

CONNAÎTRE VOTRE CONSOMMATION D'AIR : UN ÉLÉMENT DE SÉCURITÉ ESSENTIEL

Pour connaître votre consommation d'air, effectuez une plongée dite « carrée », c'est-à-dire une plongée où quasiment tout le temps de plongée (ex. 25 minutes) est passé à la profondeur maximum (ex. 20 m).
Notez la pression dans votre bouteille avant de plonger (ex. 12 litres à 200 bars) et la pression au moment où vous amorcez la remontée (ex. 80 bars).
Dans notre exemple, la quantité d'air consommée est de (200-80) x 12 = 1 440 litres. A 20 m (3 bars), la quantité d'air disponible est égale à 1440/3 = soit 480 litres.
Ce qui correspond à une consommation de 480/25 = 19,2 litres par minute.
Ce même exercice peut être effectué pour connaître sa consommation d'air au palier et avoir en permanence en tête la quantité d'air nécessaire pour réaliser les paliers (ex. 1 bar par minute à 3 m).
Pour en savoir plus, reportez-vous au chapitre sur la plongée en autonomie.

VOTRE ÉQUIPIER EST EN PANNE D'AIR

Votre équipier est en panne d'air ?
Le guide de palanquée est à un ou deux mètres devant ?
Aidez votre équipier en lui donnant votre détendeur de secours ou, à défaut, en partageant votre embout (dans ce cas, attention aux risques d'essoufflement à 40 m) et rejoignez le guide de palanquée pour qu'il prenne en charge la suite des opérations.

Choisir un ordinateur

Tous les ordinateurs de plongée n'offrent pas les mêmes possibilités, et les éléments de choix ne doivent pas se limiter à un critère budgétaire. En tant qu'acheteur potentiel, vous devez obtenir des réponses à des questions clefs et faire ensuite votre choix, en fonction des plongées que vous projetez d'effectuer.

Comment cet ordinateur gère-t-il la désaturation ?

Trois cas peuvent se présenter :

1. Un pictogramme s'affiche, indiquant que vous êtes entré dans les paliers, puis il disparaît lorsque vos paliers sont terminés (à aucun moment vous ne savez s'il vous reste 3, 10 ou 20 minutes de palier). Il est difficile de planifier une désaturation.
2. Le temps total de palier vous est indiqué.
3. Le temps de palier à chaque profondeur est précisé (3 m, 6 m…).

Le premier type d'instrument est réservé à des plongées où les paliers sont exceptionnels. Les deux autres permettent de gérer réellement la désaturation. Le fait d'afficher ou non les paliers à différentes profondeurs est un choix du fabricant, ce n'est pas vraiment un avantage technique. L'affichage des paliers à 3, 6 ou 9 mètres évite que les plongeurs habitués aux tables ne soient perturbés. En réalité, un ordinateur fixe une plage de profondeur (par ex. 5 m à 3 m) à l'intérieur de laquelle la désaturation est jugée correcte.

Comment sont gérés les cas où l'ordinateur estime être « hors limites » (remontée trop rapide, interruption de palier, etc.) ?

Certains modèles n'affichent plus rien (ils sont à déconseiller), d'autres passent en mode profondimètre (ils affichent uniquement la profondeur et le temps de plongée), d'autres enfin proposent une procédure de secours.

Comment fonctionne l'alarme de vitesse de remontée ?

Tous les modèles disposent d'une alarme visuelle de vitesse de remontée, mais certains ajoutent une alarme sonore.

Affichage, écran et lisibilité

L'affichage et la lisibilité des écrans sont des critères de choix essentiels des ordinateurs de plongée. Cela conduit à prendre en compte : le type d'écran utilisé, la taille de l'écran, les possibilités de paramétrage de l'affichage, l'ergonomie associée (boutons-poussoirs, écran tactile…).

Type d'écran

Selon les modèles d'ordinateurs, trois types d'écrans sont utilisés : LCD, LCD-TFT et OLED.

Ecrans LCD

Les écrans à cristaux liquides (LCD en anglais pour *Liquid crystal display*) monochromes sont d'un emploi généralisé depuis les années 1980/1990. On les retrouve sur presque tous les affichages électroniques : calculatrices, montres, appareils photo, caméras, téléphones portables, ordinateurs de plongée…

Ils offrent l'avantage de pouvoir créer des écrans plats consommant peu d'énergie.

En contrepartie, les possibilités d'affichage sont relativement rudimentaires. Les caractères sont dessinés grossièrement et leur lisibilité peut laisser à désirer en cas de manque de lumière ou de trop forte luminosité.

Pour que ces écrans soient lisibles en cas de faible lumière (ex. plongées profondes, eaux troubles, plongées de nuit, plongées en carrières ou en lac), il est nécessaire d'utiliser une fonction de rétro-éclairage.

Ecrans LCD et rétro-éclairage

Les fonctions de rétro-éclairage exploitent la relative transparence des cristaux liquides pour rendre l'affichage plus lisible par ajout de lumière via des lampes à décharge ou des LED. Cela augmente la consommation d'énergie, ce qui explique pourquoi ces fonctions de rétro-éclairage ne s'activent que durant quelques secondes (ce temps est généralement paramétrable).
Tous les ordinateurs de plongée à écran LCD ne disposent pas de cette fonction pourtant essentielle avec cette technologie.

Ecrans LCD-TFT

La technologie TFT *(Thin-film transistor)*, utilisée par la plupart des écrans LCD couleurs de qualité, est consommatrice en énergie. Par exemple l'ordinateur Mares Icon-HD, qui dispose d'un tel écran, a une autonomie d'environ 4 plongées (fort heureusement, il est rechargeable sur secteur).

Ecrans OLED

Les écrans électroluminescents ou OLED *(Organic light-emitting diode)* utilisent une technologie qui offre de multiples avantages par rapport aux écrans LCD :

- Meilleure lisibilité dans toutes les conditions d'éclairage, y compris en cas de faible ou de forte luminosité ;
- Angle de confort de vision plus étendu avec une lumière plus diffuse ;
- Consommation d'énergie plus faible ;
- Meilleur rendu des couleurs ;
- Meilleur temps de réponse à l'affichage ;
- Moindre coût de fabrication.

Au chapitre des inconvénients, citons la durée de vie des écrans OLED, donnée pour environ 15 000 heures. La technologie est utilisée sur des téléphones portables, des appareils photographiques numériques, des baladeurs numériques, des téléviseurs… et des ordinateurs de plongée de dernière génération.

Chromis Scubapro
Ecran LCD
(montre-ordinateur)

Giotto Cressi
Ecran LCD rétro-éclairé

Mares ICON HD
Ecran LCD-TFT

Aladin 2 Scubapro
Ecran LCD
(ordinateur de poignet)

EON Suunto
Ecran LCD-TFT,
Rétro-éclairage LED

i750T Aqualung
Ecran OLED

178 Hippocampe pygmée (Philippines).

Température

La température de l'eau est essentielle à la vie. Si l'eau est trop chaude ou trop froide, certaines espèces ne s'alimentent plus ou ne se reproduisent plus. Parfois même, elles ne parviennent pas à survivre. Cette température varie selon les saisons, la profondeur et la localisation géographique.

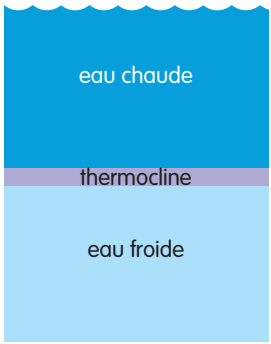
En Méditerranée, par exemple, les eaux de surface peuvent atteindre 26 °C l'été et descendre à 10 °C l'hiver. Dans les régions polaires, l'eau est à –1 °C contre 24 °C à 28 °C dans les eaux tropicales. Au-delà de 1000 m, la température reste stable aux alentours de 4 °C.

Un phénomène étonnant se produit lorsque des eaux de température différente se côtoient. Elles ne se mélangent que très difficilement. On constate parfois cela en plongée et la température de l'eau peut varier brusquement de plusieurs degrés.

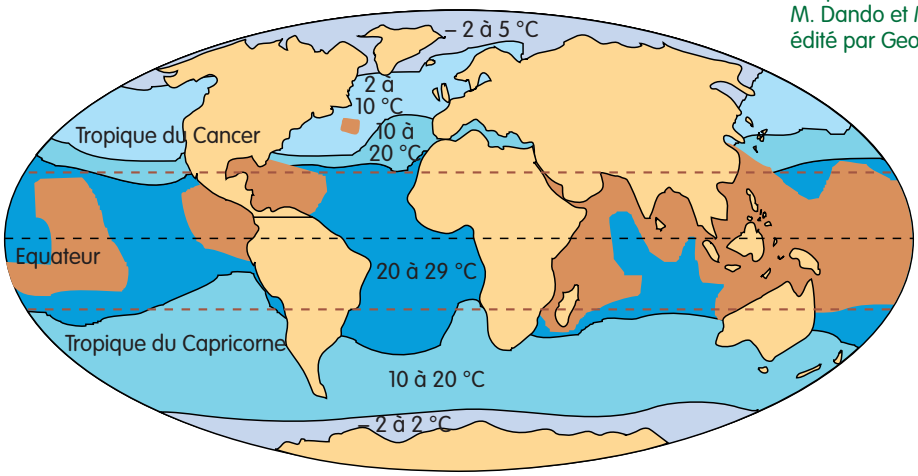
On parle alors de **thermocline**, terme désignant la zone intermédiaire qui sépare les eaux froides des eaux chaudes.

Les zones délimitées par le tropique du Capricorne au sud et le tropique du Cancer au nord sont les plus ensoleillées et les seules sur la surface de la Terre où le soleil peut passer au zénith.

Ce sont donc les plus chaudes, celles où se développent les récifs de coraux, si riches en couleurs et en vie sous-marine.



La thermocline : quand l'eau chaude côtoie l'eau froide.



Température des eaux de surface et répartition approximative du corail (d'après Sealife de M. Dando et M. Burchett, édité par Geoffrey Waller).

Eaux tropicales (20 °C et +)
Eaux tempérées chaudes (10 à 20 °C)
Eaux tempérées froides (2 à 10 °C)
Eaux polaires (–2 à + 2 ou + 5 °C)
Zones de distribution du corail

FICHE 46

La planète Eau

La vie est donc apparue dans l'eau, alors que la surface de notre planète n'était qu'un immense océan. Aujourd'hui encore, l'eau de mer[1] recouvre 70 % de cette planète **Terre** qui porte bien mal son nom.
Intense foyer de vie, la mer est peuplée sur toute son étendue, depuis le bord des plages, jusqu'aux fosses abyssales, à plus de 11 000 mètres de profondeur. On y recense actuellement environ 250 000 espèces.
Confronté à l'immensité de ce grand océan qui entoure les continents, l'homme a très vite eu un sentiment de démesure. Depuis 5 000 ans, nous n'avons donc cessé d'explorer cette grande étendue d'eau, de l'identifier, de la morceler, de lui attribuer des frontières arbitraires. Cela aboutit aujourd'hui à reconnaître quatre océans (Atlantique, Pacifique, Indien, Arctique) et une vingtaine de mers. Certains ont distingué les mers *intérieures* (mer Caspienne, mer Morte), des mers *littorales* (mer du Nord, mer de Chine) et des *méditerranées* : « mers à l'intérieur des terres ».
Pour nous, la plus connue des mers méditerranées est justement *La Méditerranée*, celle que les Grecs appelaient simplement *La Mer*, et dans laquelle ils voyaient se déverser le grand fleuve Océan.

Questions - Réponses

D'où viennent les vagues ?

Les vagues sont créées par le vent et leur importance est fonction de la **force**, de la **distance** et de la **durée** pendant laquelle ce vent s'applique. L'eau va offrir une résistance au vent, créant une agitation en surface. Des vaguelettes vont se former, offrant encore plus de surface d'appui et les vagues iront en s'amplifiant tant que le vent soufflera. L'influence des vagues s'estompe dès que nous atteignons la zone des 3 à 5 mètres, d'où l'intérêt de vite nous immerger lorsque nous plongeons dans une mer un peu agitée.

Et la houle ?

Les vagues deviennent de la **houle** lorsque le vent qui les a fait naître a disparu. On constate alors un grand mouvement ondulatoire de l'eau, sans vagues.
Dans certaines régions du globe, la houle peut atteindre plusieurs mètres de hauteur avec des mouvements parfois perçus à plus de 40 mètres de profondeur.

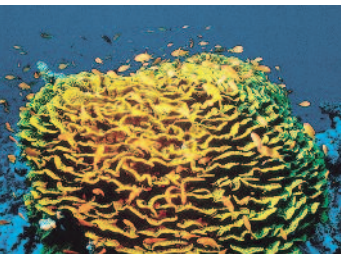
Comment se créent les courants ?

Il faut distinguer les courants océaniques et les courants de marée. Les **courants marins, ou océaniques**, sont généralement issus de l'action conjuguée des vents et de la rotation de la Terre. Quant aux **courants de marée**, ils sont ressentis près des côtes et dans les détroits. L'**étale** est le temps pendant lequel le niveau de la mer reste stable avant de remonter ou de redescendre. Il y a peu ou pas de courant durant cette période et c'est généralement le moment choisi pour plonger.

Et d'où vient le sel des océans ?

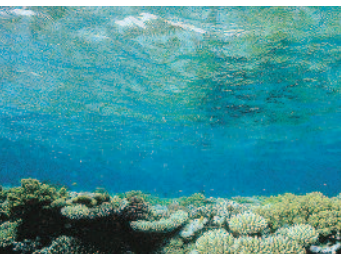
Le sel des océans vient de l'eau « douce » des fleuves qui contient toujours un peu de sel. Celui-ci s'accumule dans les océans, à raison de 180 millions de tonnes par an[2].

1. L'eau de mer représente 97 % de l'eau présente sur la Terre.
2. Pour plus de renseignements, consultez *Les Océans*, par Henri Dupuis, 1992, Rageot éditeur.



Les coraux, riches en vie.

Une île des Maldives.



Un platier de corail.

Les récifs coralliens sont de véritables constructions qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres de hauteur et pour lesquels on distingue :

- **les récifs frangeants** qui se développent le long des côtes, sans créer de lagon ;
- **les récifs barrières** qui encerclent un lagon (ils sont issus de l'évolution d'un récif frangeant) ;
- **les atolls**, qui sont la résultante de l'effondrement d'une île volcanique dont il ne reste que le récif frangeant.

Nous compléterons ce rapide tour d'horizon par la définition des termes spécifiques que sont les lagons, les passes récifales et les platiers.

- **Un lagon** est une étendue d'eau encerclée par une barrière de corail.
- **Une passe récifale** est une entaille qui relie le lagon au côté extérieur du récif. Le courant y est souvent important et on y rencontre un grand nombre de prédateurs qui viennent se nourrir. Les sensations sont garanties, mais réservées à des plongeurs expérimentés.
- **Les platiers** sont des plates-formes horizontales et submergées, situées au sommet d'un récif.

Les mangroves : un monde étrange et peu connu

Les mangroves sont des parties de côtes basses, abritées, situées en zone estuarienne et pourvues d'une végétation résistant à l'immersion en eau salée. Les palétuviers sont une des espèces végétales caractéristiques des mangroves, lesquelles sont présentes en zone tropicale et subtropicale. Il s'y développe énormément de juvéniles (jeunes poissons) qui migrent ensuite vers les récifs. A marée montante, l'eau s'éclaircit et il est alors possible d'observer ce monde étrange où la vie aquatique est abondante.

Une mangrove.

PEPCOMT
ÉCO
PA20
PE40

La vie subaquatique

FICHE 48

La classification des espèces

Le père de la classification moderne des espèces est sans nul doute le naturaliste suédois **Carl von Linné**. C'est en 1758 qu'il établit une classification globale, avec pour objectif d'attribuer un nom unique à chaque organisme vivant. Le point de départ est l'espèce.

Une espèce se compose d'individus ayant de nombreuses caractéristiques communes et pouvant se reproduire entre eux. Les espèces sont regroupées en **genres** (individus ne pouvant pas se reproduire entre eux, mais gardant de nombreux points communs). Les genres sont regroupés en **familles**, les familles en **ordres**, les ordres en **classes**, les classes en **embranchements** et les **embranchements** en **règnes**. Certaines de ces sept catégories peuvent se subdiviser, pour faciliter la classification (sous-classes par exemple).
Chaque espèce dispose d'un nom latin, ou nom scientifique, en deux parties : le nom du **genre** (avec la première lettre en majuscule), et le nom de **l'espèce** (en minuscules).

Hippocampe
(Etang de Thau).

Par exemple, une dorade royale s'appelle *Sparus aurata*. Ce nom, unique pour l'espèce, est indépendant de la zone géographique et de la langue puisqu'il est toujours en latin. Pour les scientifiques, il facilite la communication en levant toute ambiguïté. Par souci de simplification, nous n'emploierons ici que des noms communs.

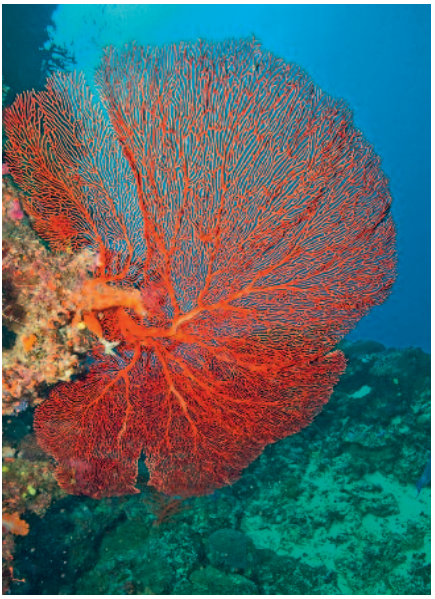
Connaître et reconnaître les espèces

Cette partie poursuit un double objectif : d'une part vous aider à mieux vous repérer dans la classification de la faune et de la flore, et d'autre part, vous permettre d'identifier et de mieux connaître certaines espèces. Ce n'est pas un guide de biologie sous-marine, et tous les noms employés sont des mots usuels. Ce n'est pas non plus un ouvrage exhaustif, loin s'en faut, et vous pourrez compléter vos connaissances à l'aide d'ouvrages spécialisés indiqués dans la bibliographie.

En complément, certains éditeurs proposent d'ailleurs des plaquettes immergeables qui permettent d'identifier les espèces pendant les plongées.

Les gorgones

Il existe une grande variété de gorgones, toutes de couleurs différentes, qui rivalisent de beauté.
Passé la zone des 10 à 15 mètres, une lampe vous permet d'en restituer les couleurs.



Gorgones (Fidji).

Gorgones (Bretagne).

Gorgones (Méditerranée).

Les coraux

Les coraux font partie de la même famille que les méduses, anémones et gorgones. Le terme « corail » est ambigu car il désigne différentes espèces :

- **Les coraux « durs »** appelés ainsi car ces animaux (les « polypes ») sécrètent un squelette externe rigide qui peut donner naissance à d'immenses constructions comme les récifs et barrières de corail (ex. la grande barrière d'Australie) ;
- **Les coraux « noirs »** ;
- **Les alcyonides (coraux mous)** constitués de polypes noyés dans une masse gélatineuse qui parviennent à se maintenir droits grâce à des tiges calcaires qu'ils renferment dans leur corps ;
- **Le corail rouge de Méditerranée** ;
- **Le corail de feu**, extrêmement urticant pour l'homme et qui est un hydrozoaire.

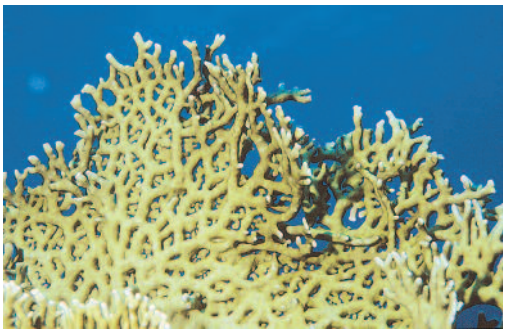
Coraux « durs ».

Coraux « mous ».

Coraux « noirs ».

Coraux « mous », « alcyonaires ».

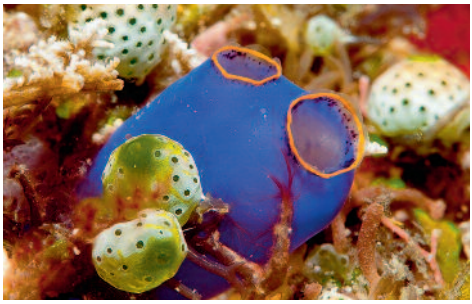
Corail « rouge » de Méditerranée.



Corail de feu, très répandu, se caractérise par sa couleur « peau de chamois ». Son contact est à éviter sous peine de démangeaisons ou de brûlures.

Ascidie tâche d'encre (Philippines).

Ascidie rouge (Méditerranée).



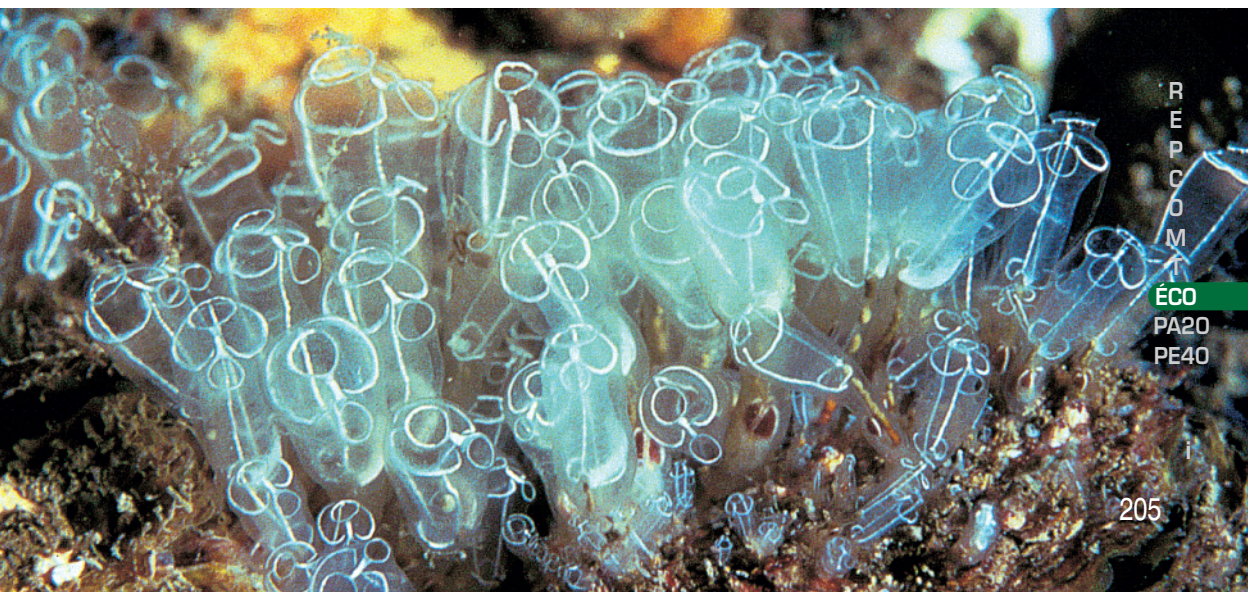
Ascidie bleue (Philippines).

Les ascidies (tuniciers)

Les ascidies sont très proches des vertébrés, du fait de la chorde (moelle épinière) dont elles disposent à l'état larvaire mais que la plupart des espèces perdent par la suite. On distingue **les ascidies solitaires** (ascidies rouges, ascidies blanches et « violets »[1]), **les ascidies sociales** (clavelines[2] par exemple) et **les ascidies coloniales**. Ces dernières ressemblent énormément à des éponges mais le résidu de la chorde leur donne des facultés nerveuses. Ce sont des animaux filtrants ayant un siphon inhalant et un siphon exhalant. Leur enveloppe est constituée d'une substance proche de la cellulose, appelée « tunicine ». On trouve des espèces en Atlantique comme en Méditerranée.

1. Les violets sont comestibles. Une fois ouverts, on peut manger leur chair jaune en forme d'œuf et fortement iodée.
2. Les clavelines ont inspiré le film « Abyss » où elles ont été prises comme modèle pour dessiner l'être fantastique du fond des océans.

Des **clavelines** (Atlantique, Méditerranée).



RECOMMÉCO
PA20
PE40

FICHE 51

Le règne animal : les vertébrés

(poissons cartilagineux, poissons osseux, reptiles, mammifères marins)

Les poissons cartilagineux

Une **raie torpille.**

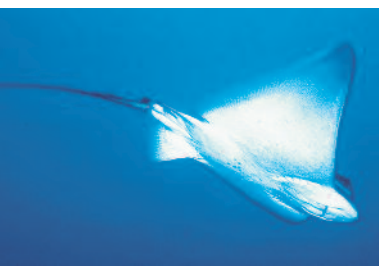
Cette classe de poissons regroupe principalement les raies et les requins, dont le squelette a la particularité de n'être fait que de cartilage, sans ossification.

Les raies

Les raies se regroupent en 12 familles correspondant à 450 espèces. Les plus courantes en plongée sont les raies pastenagues, les raies torpilles, les raies aigles et les raies mantas.

La raie manta est appelée aussi *diable de mer,* à cause des deux « cornes » qu'elle présente de chaque côté de la tête. Inoffensive, elle se nourrit de plancton qu'elle canalise vers sa bouche à l'aide de ses cornes. Elle peut mesurer 6 à 7 mètres d'envergure et avoisiner les 2 tonnes. Objet de nombreuses croyances, elle impressionne par des sauts en surface à près de 2 mètres de hauteur. En plongée, cette masse imposante donne l'impression d'une grande légèreté. La raie manta ne nage pas, elle « vole » dans l'eau.

Une **raie aigle.**



Les raies aigles et les raies pastenagues possèdent des mâchoires formées de plaques dentaires qui leur servent à broyer les mollusques et crustacés dont elles se nourrissent en fouissant dans les fonds meubles. Ces deux familles de raies possèdent un ou plusieurs dards barbelés à la base de leur queue.

Une **raie manta**.

REPCOMT
ÉCO
PA20
PE40

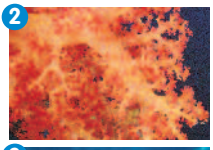
Test sur le monde subaquatique

Testez vos connaissances en comptant 1 point par bonne réponse et 0 point si vous ne répondez pas ou si ce n'est pas la bonne réponse. Dans certains cas, plusieurs réponses peuvent être justes pour la même question.

Mers et océans

1. C'est le vent qui crée les vagues.
   a) Vrai b) Faux
2. Ce sont les océans qui nous fournissent l'essentiel de notre oxygène.
   a) Vrai b) Faux
3. Les poissons qui vivent en pleine eau sont appelés « poissons pélagiques ».
   a) Vrai b) Faux
4. Les espèces « benthiques » sont celles qui peuvent vivre dans les zones découvertes à marée basse. a) Vrai b) Faux
5. La stabilité de la température de l'eau est essentielle à la survie de nombreuses espèces vivantes.
   a) Vrai b) Faux
6. La houle s'estompe habituellement dans la zone de 3 à 5 mètres.
   a) Vrai b) Faux
7. Le sel contenu dans la mer est amené par les fleuves et les rivières.
   a) Vrai b) Faux

Vie sous-marine

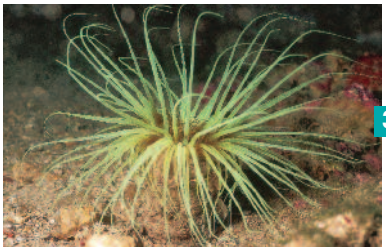


8. Pour ne pas couler, certains poissons disposent d'une sorte de bouée gonflable appelée « vessie natatoire ».
   a) Vrai b) Faux
9. Les récifs de coraux se développent généralement dans des eaux chaudes et claires.
   a) Vrai b) Faux
10. L'espèce ci-contre **(1)** est :
    a) une plante b) un invertébré c) un ver marin
11. L'image ci-contre **(2)** représente :
    a) une plante b) un animal c) un alcyonaire
12. Cette photographie **(3)** représente :
    a) un sar b) une dorade c) une oblade
13. Cette photographie **(4)** représente :
    a) un congre b) une murène c) aucun des deux
14. Ce poisson s'appelle **(5)** :
    a) une dorade rose b) un poisson-écureuil à épines
    c) un gros-yeux commun
15. Ce poisson s'appelle **(6)** :
    a) un poisson-chirurgien b) un poisson gris de récif
    c) un poisson-ange

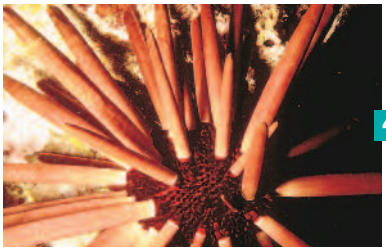
Test sur le monde subaquatique

16. Trouvez l'intrus et expliquez.

1


3

2


4

Prudence

17. Le poisson-pierre est le plus venimeux au monde.
a) Vrai b) Faux

18. Certaines raies sont munies d'un dard venimeux situé sur la queue.
a) Vrai b) Faux

19. Toutes les espèces de requins sont dangereuses pour l'homme.
a) Vrai b) Faux

20. Les congres et les murènes sont inoffensifs.
a) Vrai b) Faux

21. Certains coraux ou espèces apparentées peuvent créer des démangeaisons lorsqu'on les touche.
a) Vrai b) Faux

22. Certaines méduses peuvent être extrêmement urticantes et avoir des filaments longs de plusieurs mètres, quasiment invisibles dans l'eau.
a) Vrai b) Faux

23. Les anémones peuvent être touchées sans danger.
a) Vrai b) Faux

24. Il existe un petit poulpe à taches bleues qui vit dans les eaux tropicales et dont la morsure peut être mortelle.
a) Vrai b) Faux

25. Les rascasses sont venimeuses.
a) Vrai b) Faux

26. Certaines étoiles de mer peuvent être venimeuses.
a) Vrai b) Faux

27. Les coquillages appelés « cônes » sont munis d'un dard avec un poison violent.
a) Vrai b) Faux

Test sur le monde subaquatique

Protection de la nature

28. A force de nourrir les mérous de la réserve des îles Medes en Espagne, ils finissaient par avoir du cholestérol. Cette pratique est aujourd'hui interdite.
a) Vrai b) Faux

29. Une gorgone met plus de 10 ans pour atteindre 30 cm de hauteur.
a) Vrai b) Faux

30. Les tortues peuvent mourir en avalant des sacs plastiques qui flottent à la dérive.
a) Vrai b) Faux

31. Toucher du corail peut le détruire.
a) Vrai b) Faux

32. Un palmage qui soulève du sable ou de la vase gêne les autres plongeurs mais n'a pas d'incidence durable sur la faune ou la flore.
a) Vrai b) Faux

33. Braquer un projecteur puissant sur un poisson peut provoquer sa mort.
a) Vrai b) Faux

34. Soulever des pierres sans précautions peut perturber l'habitat de certaines espèces et les mettre en danger.
a) Vrai b) Faux

35. Les colonies de corail mettent plusieurs années à se former.
a) Vrai b) Faux

Un **poisson-clown** dans une anémone.

3E PARTIE

Plongeur Nitrox (PN)

FICHE 55

Plongeur Nitrox (PN)

Pratiquées depuis de nombreuses années dans les domaines civil et militaire, les plongées au Nitrox sont proposées au grand public depuis le début des années 1990.

Le Nitrox : pourquoi ?

Le terme « Nitrox » vient de la contraction des mots NITRogen (azote en anglais) et OXygen.
Une plongée au Nitrox est réalisée avec un air enrichi en oxygène (O_2) et donc appauvri en azote (N_2), noté également EAN pour « Enriched Air Nitrox ».
L'intérêt de telles plongées est de réduire la charge en azote, afin de :

- accroître la sécurité des plongées en réduisant les risques d'accidents de désaturation ;
- diminuer la fatigue de fin de plongée, due en grande partie à l'élimination de l'azote en excès.

Trois Nitrox utilisés couramment.

Type de gaz	O_2	N_2	Prof. max
Nitrox 32/68	32 %	68 %	40 m
Nitrox 36/64	36 %	64 %	34 m
Nitrox 40/60	40 %	60 %	30 m

Un mélange Nitrox se caractérise par deux nombres. Le premier indique le pourcentage d'oxygène, le second celui d'azote (exemple 32/68). Si un seul nombre est indiqué, il s'agit du pourcentage d'O_2 (ex. Nitrox 32 ou EAN32).

Nitrox : des couleurs distinctives

L'augmentation du taux d'oxygène conduit à prendre des précautions et en particulier à utiliser un matériel spécifique afin de prévenir les risques d'échauffement des graisses et impuretés au contact de l'oxygène (surtout si le pourcentage d'oxygène dépasse 40 %). Sans que ce soit une règle absolue, le matériel « Nitrox » est généralement différencié du matériel « air » par l'utilisation du jaune et du vert.

Enriched Air Nitrox

Mention parfois utilisée pour distinguer les bouteilles Nitrox des autres.

REPCOMT
ÉCO
PA20
PE40

Biographie d'Albert Falco.

Gagnan 1945). Adopté par la Marine, ce détendeur sera suivi du Mistral et du Royal Mistral qui connaîtront un immense succès commercial. L'ère de la plongée moderne est née. Cette même année, Cousteau fonde le GRS (Groupe de Recherches Sous-Marines) avec Philippe Tailliez. Mais le trio Tailliez-Cousteau-Dumas se sépare en partie au début des années 1950, lorsque Jacques-Yves Cousteau décide de se lancer dans l'exploration des fonds sous-marins.

Aidé par l'homme d'affaires Loël Guinness, il achète à Malte un vieux dragueur de mines de 46 mètres de long et le rebaptise « Calypso ». A partir des notes prises par Frédéric Dumas pendant vingt ans, Cousteau rédige *le Monde du silence* avec l'aide du journaliste américain James Dugan. Nous sommes en 1953 et trois ans plus tard, un public médusé assistera à la projection du film tiré de ce livre. Réalisé avec Louis Malle et avec le concours de Frédéric Dumas, d'Albert Falco et de tout l'équipage de la Calypso, le film obtient une Palme d'Or à Cannes (cette année-là, le festival est présidé par François Mitterrand) et un Oscar à Hollywood. Le succès est mondial.

L'équipe de la Calypso naviguera pendant 46 ans sur toutes les mers du globe pour participer à des missions scientifiques et pour réaliser des films sous-marins.

Albert Falco à Sormiou.

Albert Falco

« Falco m'a prêté ses yeux ». Ainsi s'exprime le Commandant Cousteau en parlant de son fidèle lieutenant, présent dès 1952 sur la Calypso. Né à Marseille le 17 octobre 1927, Albert Falco doit à son père sa passion pour la mer. Il s'intéresse d'abord à la pêche sous-marine, principalement dans les calanques où il pratique cette activité avec Georges Beuchat. Celle de Sormiou, où il a un cabanon, reste sa préférée. Dès 1946, il participe aux premiers concours de chasse. Puis très vite, il troque son fusil contre un appareil photographique et rejoint l'équipe de la Calypso, comme marin plongeur d'abord, puis chef plongeur et chef de mission, enfin comme capitaine du navire. Il se passionne pour la vie marine et l'archéologie. Il participe à toutes les expéditions de 1952 à 1989, effectuant ainsi plus de cinq fois le tour de la Terre. C'est dans le cadre de l'opération Diogène, en septembre 1962, qu'Albert Falco devient, avec Claude Wesly, le premier « océanaute ». Ils ont séjourné huit jours à 10 mètres de profondeur, près des îles du Frioul à Marseille et furent appelés « les jumeaux de la mer ». Pilote de la fameuse soucoupe plongeante SP 350 appelée « Denise », Albert Falco a effectué plus de 900 immersions à son bord dont la dernière le 7 novembre 1989. Revenu à Marseille, il a toujours été aussi passionné après 20 000 heures sous les mers, jusqu'à son décès survenu le 21 avril 2012.

Préparez tous vos brevets avec les livres et supports pédagogiques *Plongée Plaisir*

N°1 DES LIVRES DE FORMATION

5,90 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR MÉMENTO

NIVEAU 1

Un Mémento clair, concis et complet. Indispensable à tout plongeur en formation niveau 1, en complément des cours dispensés par les moniteurs.

19 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR 1

NIVEAU 1

Plongeur encadré 20 m
Plongeur autonome 12 m
250 photographies
200 exercices et solutions
192 pages

26 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR 2

NIVEAU 2

Plongeur autonome 20 m
Plongeur encadré 40 m
Monde sous-marin
Plongeur Nitrox
400 photographies
200 exercices et solutions
288 pages

29 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR 1&2

Un seul ouvrage pour les formations NIVEAU 1 et NIVEAU 2

Plongeur encadré 20 et 40 m
Plongeur autonome 12 et 20 m
Monde sous-marin
Plongeur Nitrox
400 photographies
400 exercices et solutions
384 pages

28 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR 3

NIVEAU 3

Plongeur autonome 40 et 60 m
Plongeur encadré 60 m
Monde sous-marin
300 exercices et solutions
304 pages

30 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR 4

NIVEAU 4

Guide de palanquée (P4)
Directeur de plongée (P5)
Monitorats
250 photographies
375 exercices et solutions
416 pages

7,00 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR MÉMENTO

RÉGLEMENTATION

A l'heure où la réglementation de la plongée est de plus en plus complexe, le *Mémento Plongée Plaisir Réglementation* est un outil indispensable.

8,50 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR MÉMENTO

NIVEAU 4

Un Mémento incontournable pour guider les révisions des candidats au brevet de plongeur niveau 4 (guide de palanquée).

PLONGÉE PLAISIR MONITORATS

Pour préparer votre formation (stagiaire pédagogique) et votre examen de moniteur de plongée 1er et 2e degré.
528 pages

37 euros

Prix public

PLONGÉE PLAISIR INITIATEUR

Pour vous aider dans votre formation d'initiateur de club et vous préparer au mieux à l'examen.
130 exercices et solutions
480 pages

34 euros

Prix public

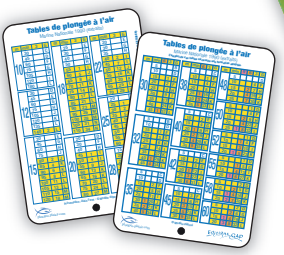
PLONGÉE PLAISIR CAHIER D'EXERCICES

En complément de Plongée Plaisir 4

Pour les guides de palanquée, les stagiaires pédagogiques et les moniteurs.
800 exercices et solutions.
Pour réviser et mettre toutes les chances de votre côté.
368 pages

34 euros

Prix public



Tables de plongée à l'air
MN90 immergeables

Prix public **7 euros**

Carnets de plongée

Prix public **6 euros**

PLONGÉE PLAISIR MÉMENTO

ORDINATEURS DE PLONGÉE

Ouvrage consacré aux principaux modèles d'ordinateur de plongée : explications, mode d'emploi et fonctionnalités.

8,50 euros

Prix public

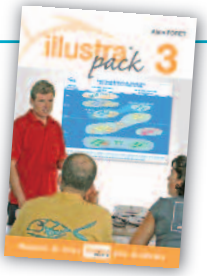
Bathyfolages

Le trait d'union entre les moniteurs *Plongée Plaisir*

Vous êtes initiateur de club ou moniteur de plongée, vous utilisez les livres et supports de cours *Plongée Plaisir* dans vos formations, vous souhaitez vous tenir régulièrement informé sur la pédagogie, l'enseignement de la plongée et les évolutions réglementaires, inscrivez-vous gratuitement à la revue *Bathyfolages* sur **www.plongee-plaisir.com**.

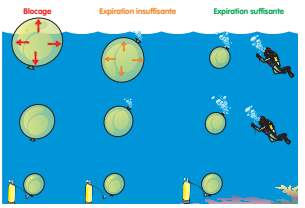
Vous recevrez ensuite votre code d'accès à la revue numérique *Bathyfolages*, le trait d'union entre les moniteurs Plongée Plaisir.

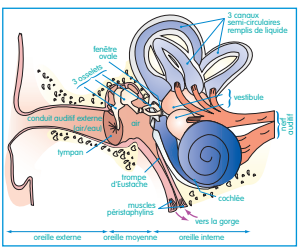
Illustra pack III



Utilisez dans vos cours les schémas des livres *Plongée Plaisir*

Appuyer vos cours sur des illustrations claires et précises augmente l'efficacité de la démarche pédagogique tout en favorisant l'attention des participants. C'est dans cet esprit qu'ont été conçus les 500 schémas (format png) proposés dans Illustra-Pack III, couvrant la formation du niveau 1 au moniteur de plongée.
Ces schémas sont ceux des livres *Plongée Plaisir*. Un plus indéniable pour vos cours.
Public : Initiateurs et moniteurs (préparation des cours).





Avec Illustra-Pack, vous pouvez :
- incorporer les schémas dans vos cours (Powerpoint, Word, etc.) ;
- les projeter sur écran ;
- les imprimer et les utiliser dans vos cours.

Vous devez conserver le copyright associé et vous limiter à un usage non-commercial.

Prix conseillé : **48 euros**