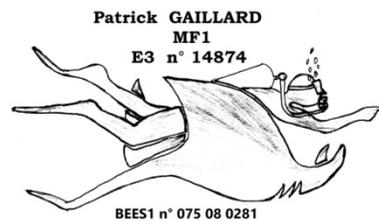


# COURS PREPARATION NIVEAU 2



Edition 2019

*Illustrations : A. Foret, contributeurs anonymes du Net, P. Gaillard  
Toute reproduction à but commercial est interdite*

# SOMMAIRE

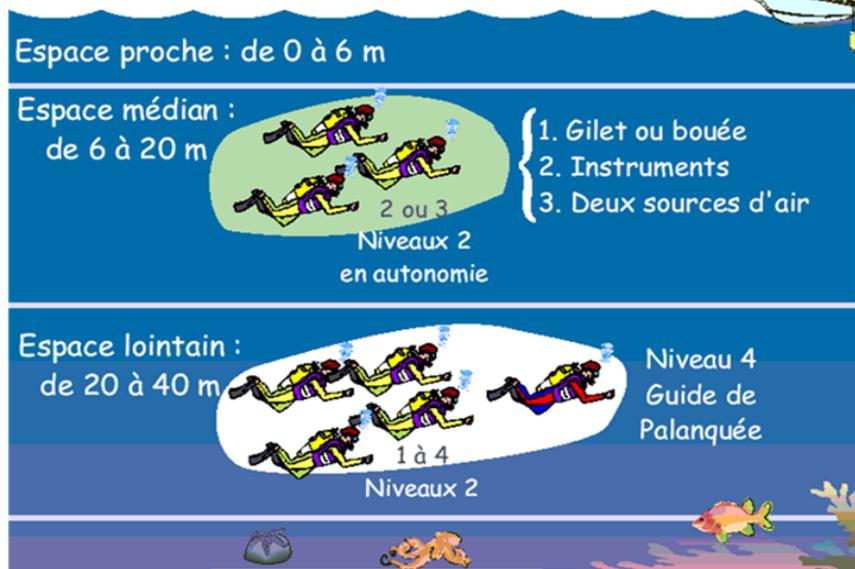
<b>I. L'AUTONOMIE DU N2</b>	<b>pages 3 à 21</b>
<b>II. PREVENTION DES RISQUES</b>	<b>pages 22 à 44</b>
<b>III. PROCEDURES DE DESATURATION</b>	<b>pages 45 à 81</b>
<b>IV. L'ESPACE LOINTAIN</b>	<b>pages 82 à 85</b>
<b>V. LE MATERIEL</b>	<b>pages 86 à 101</b>
<b>VI. LA REGLEMENTATION FEDERALE</b>	<b>pages 102 à 112</b>
<b>VII. LE MILIEU MARIN</b>	<b>Pages 113 à 121</b>

## **L'AUTONOMIE du NIVEAU 2**

<b>1. AUTONOMIE: SOUS CONDITION:</b>	<b>4</b>
<b>2. VISION et AUDITION:</b>	<b>5</b>
<b>3. COMMUNICATION:</b>	<b>6</b>
<b>4. LESTAGE et IMMERSION:</b>	<b>7</b>
<b>5. CONSOMMATION d'AIR et PROFONDEUR:</b>	<b>10</b>
<b>6. ORIENTATION:</b>	<b>14</b>
<b>7. PARACHUTE de PALIER:</b>	<b>18</b>
<b>8. ASSISTANCE:</b>	<b>20</b>

# 1. AUTONOMIE SOUS CONDITION

Code du Sport du 04 avril 2012



•SOUMISE A DECISION  
DU DIRECTEUR DE  
PLONGEE

•PLONGEURS  
MAJEURS

Un plongeur mineur (16 à 18 ans) doit être accompagné d'un guide de palanquée N4 minimum

- PALANQUEE: groupe de plongeurs qui effectuent une plongée de même profondeur, même profil et même durée
- ELEMENT de SECURITE: ne pas s'éloigner les uns des autres pour:
  - porter assistance
  - même déstauration
- PALANQUEE de 2 = EQUIPE

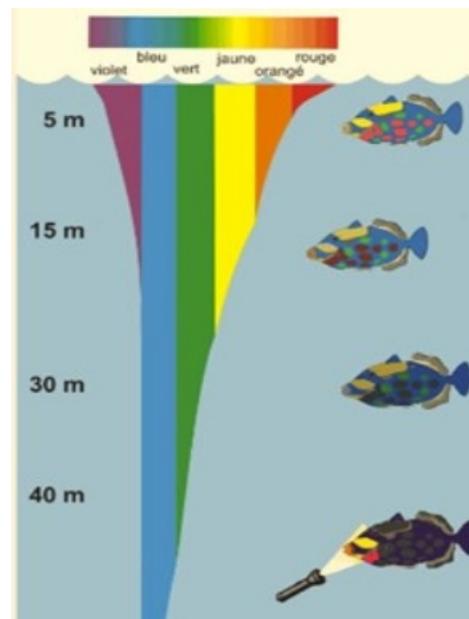
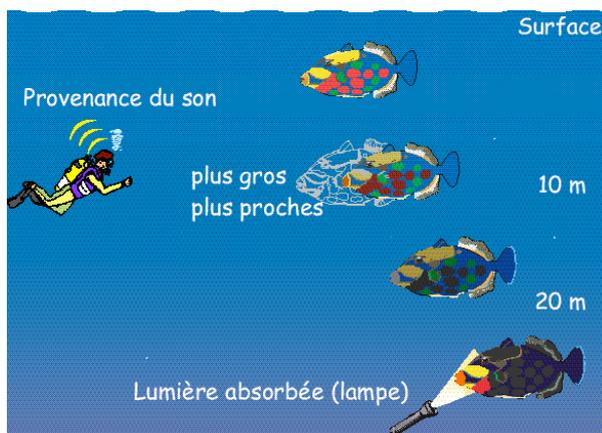
Chaque membre d'une palanquée en autonomie doit disposer:

- D'un Système Gonflable au moyen de gaz comprimé permettant de regagner la surface et de s'y maintenir: SGS: Système Gonflable de Stabilisation avec Direct System
- Des moyens de contrôler personnellement les caractéristiques de la plongée et de la remontée: montre, profondimètre, tables immergeables, ordinateur
- D'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier **sans partage d'embout**: OCTOPUS, AIR2, Deuxième détendeur (plus onéreux, obligatoire à partir de N4); Il doit être repérable et facilement accessible: le flexible doit être de couleur vive (jaune) et doit être plus long que celui du détendeur principal (confort en assistance).
- Le deuxième détendeur doit être vérifié avant chaque plongée: ouverture, pas de détérioration, embout buccal en bon état.

## 2. VISION et AUDITION

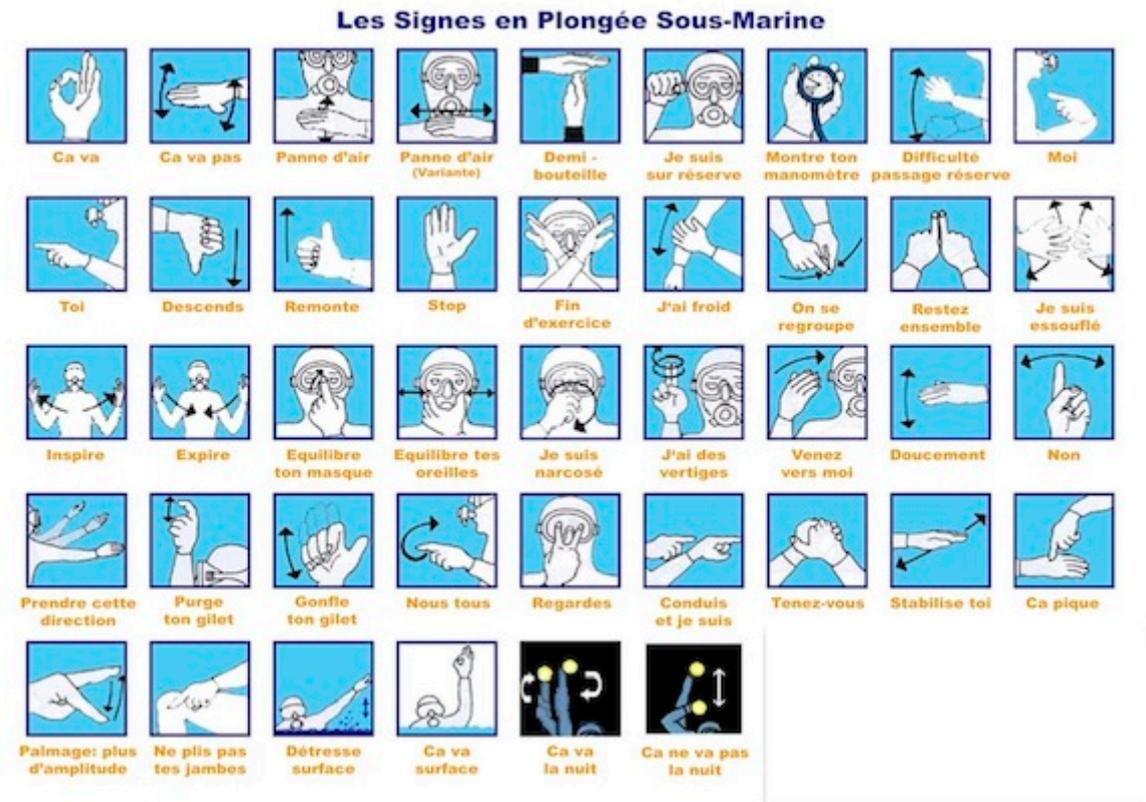
La plongée se caractérise par:

- Une vision modifiée :
  - Une visibilité réduite: 25 à 30 mètres maximum, pouvant aller à quelques cm(!) suivant la turbidité de l'eau
  - Une vision déformée: les objets semblent plus gros (d'un tiers) et plus proches (d'un quart)
  - Le champ de vision est réduit de 50 à 70%, du fait de la jupe du masque et de la réfraction de la lumière
  - Les couleurs sont absorbées avec la profondeur
- Une audition perturbée : le son allant 5 fois plus vite dans l'eau (1500m/s) que dans l'air (330m/s), il est impossible de localiser la provenance de celui-ci : pour y parvenir, il faudrait que nos oreilles soient 5 fois plus écartées !!



### 3. COMMUNIQUER

#### SIGNES D'INFORMATION :



**LES SIGNAUX DE CORDE (CMAS):** utiles au palier pour communiquer avec la surface

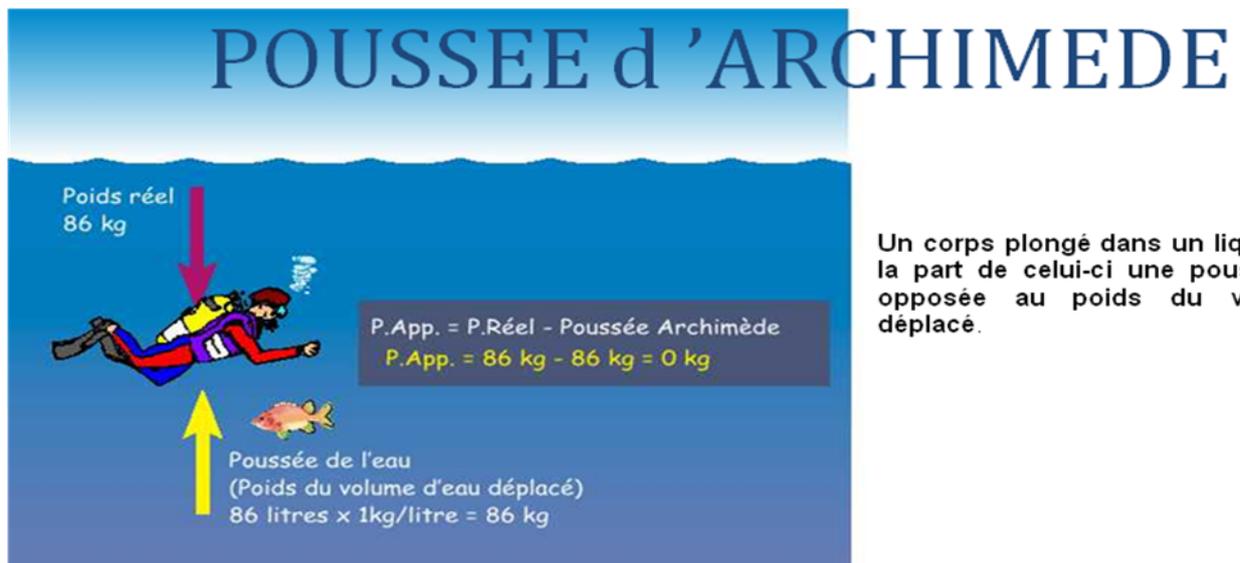
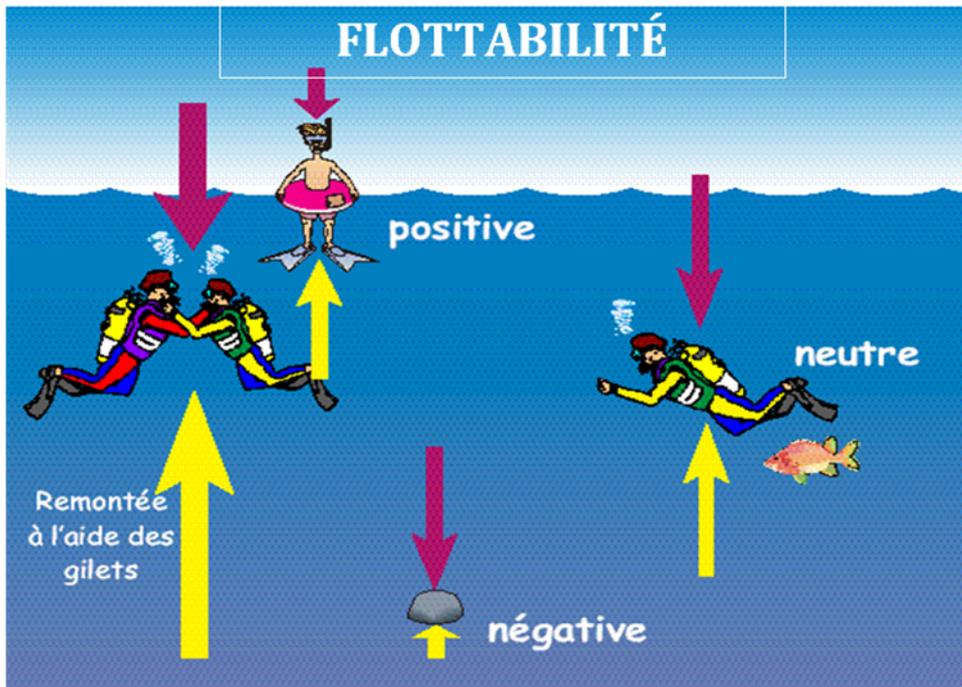
– **Signes provenant du plongeur vers la surface:**

- 1 coup: OK tout va bien
- 2 coups: je ne bouge pas
- 3 coups: je descends
- 4 coups: je remonte
- Coups répétés: urgence: je remonte en surface

– **Signes provenant de la surface vers le plongeur:**

- 1 coup: Est-ce tout va bien
- 2 coups: Ne bouge pas
- 3 coups: Descends
- 4 coups: Remonte
- Coups répétés: urgence: je te remonte en surface

## 4. LESTAGE

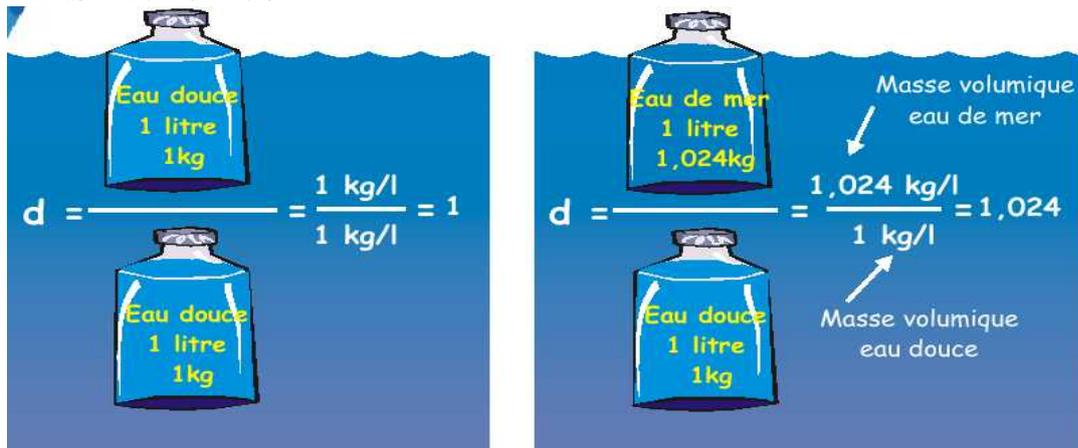


Un corps plongé dans un liquide, subit de la part de celui-ci une poussée égale et opposée au poids du volume d'eau déplacé.

**LESTAGE** : Il est tel qu'il y a équilibre au palier en fin de plongée: bloc avec 30 à 50 bars d'air (au lieu de 200 bars en début de plongée sur un bloc de 12L, cela revient à consommer environ 2,3kg d'air et environ 2,9 à 3kg sur un bloc de 15L).

Le lestage de chacun dépend donc du bloc (alu, acier, 12L, 15L, de la combinaison (épaisseur) et de la **densité de l'eau**: eau douce, de mer etc..)

## DENSITE: Définition



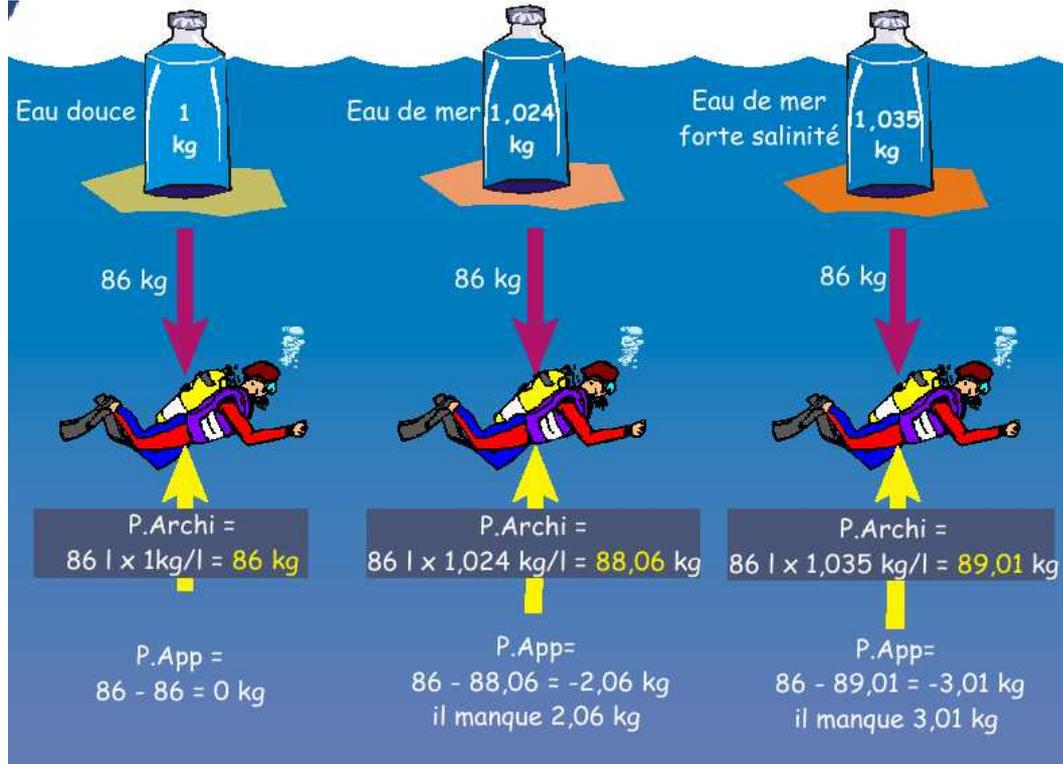
### DENSITE :

Rapport de la masse volumique d'un corps  
par rapport à la masse volumique de l'eau douce

## EFFETS DE LA DENSITE

- L'eau de mer étant plus dense que l'eau douce, la poussée d'Archimède s'exerçant sur le corps d'un plongeur est supérieure à celle constatée en eau douce: piscine, lac,
- Le port d'une combinaison augmente le volume du plongeur, particulièrement en surface (du fait des bulles d'air enfermées dans le néoprène), sans augmenter considérablement sa masse ==> la densité du plongeur « habillé » diminue, plus en surface qu'en profondeur: les bulles d'air du néoprène s'écrasent du fait de la pression: le volume de la combinaison diminue avec la profondeur.
- La masse de la bouteille diminue du fait de la consommation d'air:
  - densité de l'air: 1,29 g/L à la pression atmosphérique # 1 bar, et T = 15°C
  - Volume du bloc: 15 Litres d'air par ex
  - Pression de gonflage: 200 bars en début de plongée
  - Pression restante sur réserve = 50 bars en fin de plongée  
Consommation:  $(200-50) \times 15 \times 1,29 = 2,9 \text{ Kg}$  entre début et fin de plongée : c'est l'application de la loi de MARIOTTE, que nous verrons plus loin.

## EQUILIBRAGE FONCTION DE LA DENSITE DE L'EAU



### IMMERSION / EQUILIBRAGE

- Le lestage doit assurer une flottabilité neutre au palier en fin de plongée, stab vide
- Du fait de la masse d'air dans le bloc en début de plongée, et du volume pulmonaire utilisé, la flottabilité en surface peut être neutre ou positive => effort pour s'immerger

### 2 techniques: PHOQUE ou CANARD

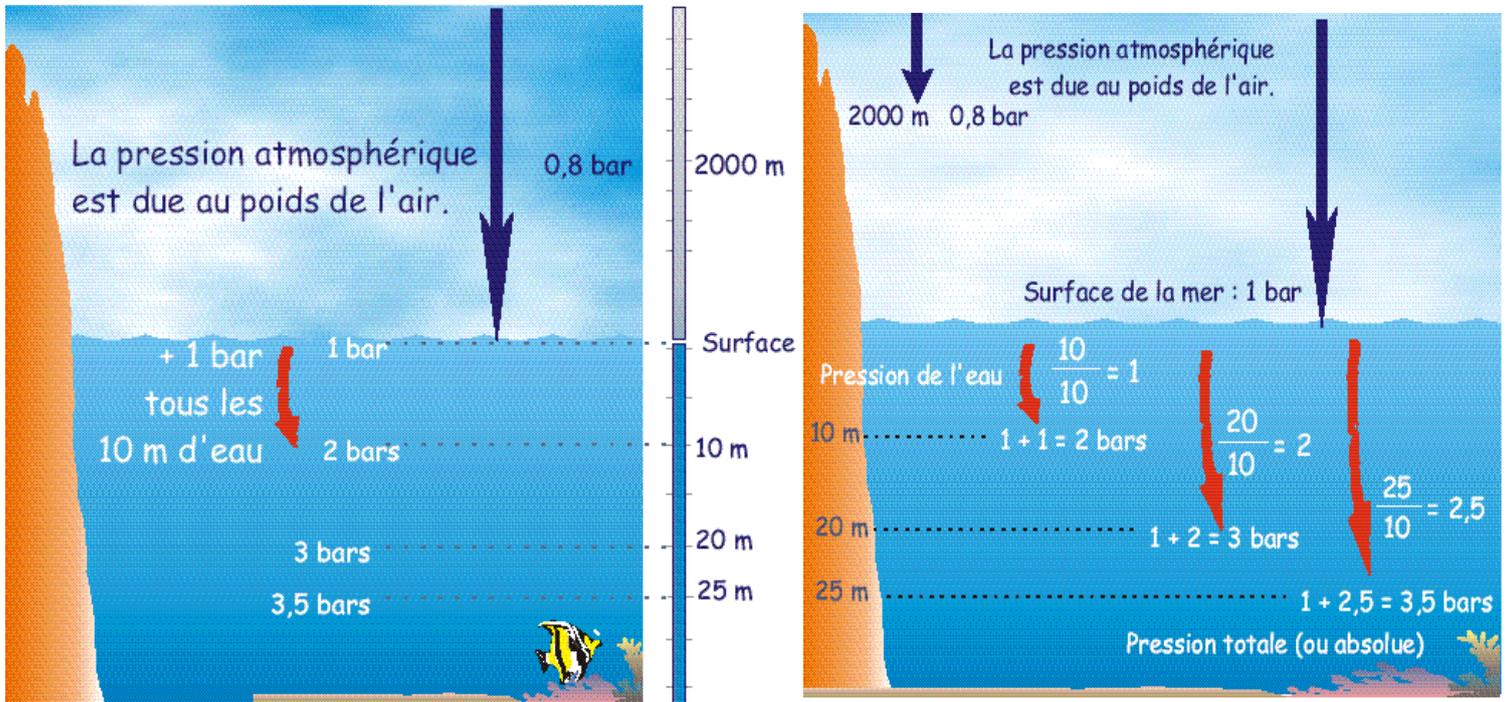
- **PHOQUE**, technique la plus courante:
  - expirer rapidement une grande quantité d'air, et bloquer sa respiration => le volume diminue => la poussée d'Archimède aussi => le poids apparent augmente
  - défauts à éviter:
    - expiration lente
    - expiration insuffisante
    - incapacité à maintenir une apnée expiratoire
    - sur-lestage
- **CANARD**, technique principalement utilisée pour l'apnée
  - défauts à éviter:
    - inspiration trop importante => effort important à l'immersion
    - mauvaise technique: sortie des jambes insuffisante
    - palmage inefficace
    - sur-lestage

Dans les 2 cas, ne pas oublier d'équilibrer les oreilles, dès l'immersion.

## 5. CONSOMMATION d'AIR, PROFONDEUR et AUTONOMIE

### RAPPELS de PHYSIQUE du PLONGEUR N2

#### LES PRESSIONS

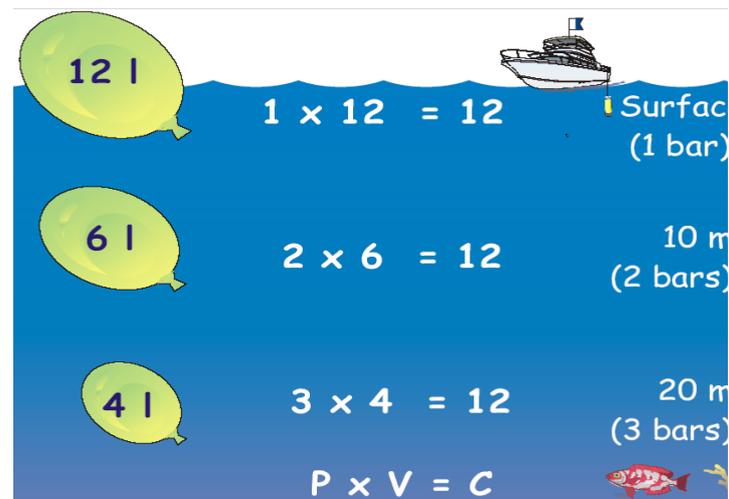
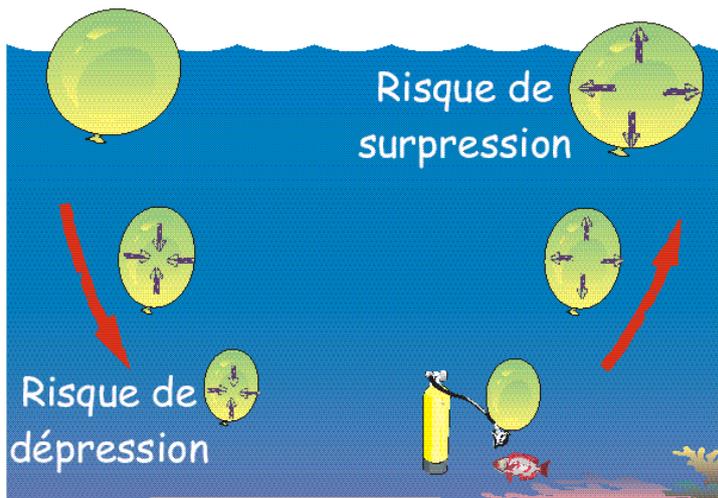


Sous l'eau, à la pression atmosphérique (1 bar au niveau de la mer), s'ajoute la pression hydrostatique (1 bar supplémentaire tous les 10 mètres).

On constate que la pression absolue (atmosphérique + hydrostatique), varie plus vite près de la surface qu'en profondeur : en effet, quand on passe :

- De la surface, 1 bar, à 10 mètres de fond, 2 bars, la pression est doublée pour une variation de 10 mètres
- De 10 mètres de fond, 2 bars, à 20 mètres de fond, 3 bars, la pression est multipliée par 1,5
- De 20 mètres de fond, 3 bars, à 30 mètres de fond, 4 bars, la pression est multipliée par 1,33
- Etc...

## PRESSIONS et VOLUMES FERMES



## LOI DE MARIOTTE

Pour un gaz parfait, à température constante, on a la relation:

### Pression x Volume = Constante

$$P1V1 = P2V2 = P3V3$$

$$1\text{bar} \times 12\text{L} = 2\text{bars} \times 6\text{Litres} = 3\text{bars} \times 4\text{Litres} = 12$$

Application :

1. Cas d'un bloc de 12L et d'une profondeur de 20m, sans réserve.

2 approches possibles:

1. Calcul à la profondeur et pression réelle : Figure 1
2. Calcul en se ramenant aux conditions de surface : Figure 2

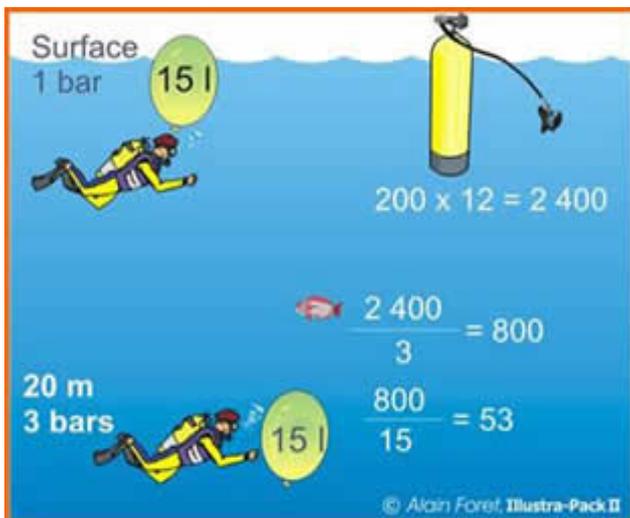


Figure 1

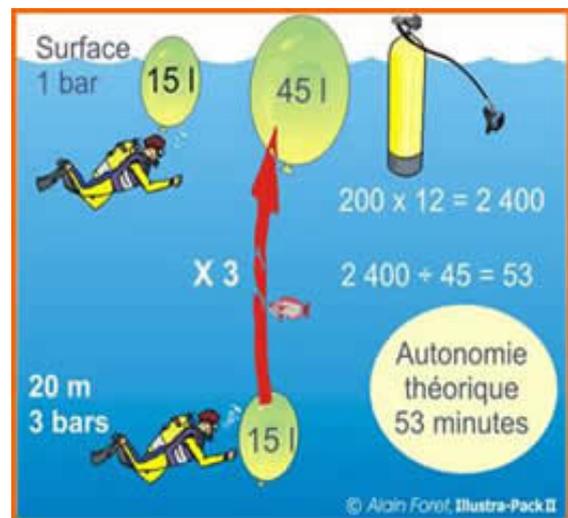


Figure 2

## 2. Cas d'un bloc de 15L et d'une profondeur de 40m, sans réserve.

- APPLICATION de la loi de MARIOTTE:

A la pression atmosphérique, un individu au repos consomme de l'ordre de 15L d'air par minute.

La quantité d'air d'un bloc de 15L gonflé à 200 bars, ramenée à la pression atmosphérique en surface, occupe un volume de:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \rightarrow V_2 = (P_1 \times V_1) \div P_2$$

$$200b \times 15L = 1b \times V_2 \rightarrow V_2 = (200 \times 15) \div 1 = 3000L,$$

soit une autonomie de:

$$3000L \div 15L/mn = 200mn, \text{ soit } 3H20mn$$

- En réalité, il faut tenir compte de la quantité d'air indisponible pour la réserve, par ex 50 bars, ce qui donne :

$$(P_1-50) \times V_1 = P_2V_2 \rightarrow V_2 = ((P_1-50) \times V_1) \div P_2 = 150 \times 15 \div 1$$

soit une autonomie de:

$$2250L \div 15L/mn = 150mn, \text{ soit } 2H30mn$$

- Cette consommation se conserve, en volume, si la pression augmente (le volume de nos poumons « ouverts » reste constant): ainsi, à 40 m, la pression absolue est égale à 5 bars, ce qui entraîne une consommation 5 fois plus forte, donc une autonomie 5 fois plus faible, égale à 40 mn au repos;

$$(P_1-50) \times V_1 = P_2V_2 \rightarrow V_2 = ((P_1-50) \times V_1) \div P_2$$

$$150b \times 15L = 5b \times V_2 \rightarrow V_2 = (150 \times 15) \div 5 = 450L,$$

soit une autonomie de:

$$450L \div 15L/mn = 30mn$$

TABLEAU DE CONSOMMATION D'AIR ASSOCIEE A LA PROFONDEUR, ET AU DEBIT RESPIRATOIRE

**RESERVE** 50 bars  
**PRESSION** 200 bars  
**VOLUME du BLOC** 15 L

PROFONDEUR	DEBIT RESPIRATOIRE L / mn			
	15	20	50	100
0 m	2H30	1H52	0H45	0H22
10 m	1H15	0H56	0H22	0H11
20 m	0H50	0H37	0H15	0H7
30 m	0H37	0H28	0H11	0H5
40 m	0H30	0H22	0H9	0H4
50 m	0H25	0H18	0H7	0H3
60 m	0H21	0H16	0H6	0H3

**PRESSION** 200 bars  
**VOLUME du BLOC** 12 L

PROFONDEUR	DEBIT RESPIRATOIRE L / mn			
	15	20	50	100
0 m	2H0	1H30	0H36	0H18
10 m	1H0	0H45	0H18	0H9
20 m	0H40	0H30	0H12	0H6
30 m	0H30	0H22	0H9	0H4
40 m	0H24	0H18	0H7	0H3
50 m	0H20	0H15	0H6	0H3
60 m	0H17	0H12	0H5	0H2

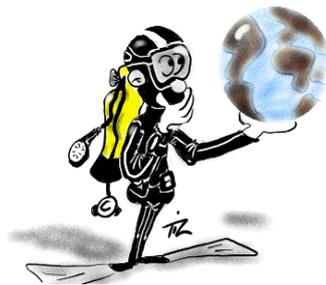
- SENSIBILITE de l'AUTONOMIE

- Le froid, la profondeur, un mauvais lestage, le stress augmentent la consommation d'un facteur 2 à 3, l'essoufflement pouvant facilement conduire à des consommations de l'ordre de 100 L/mn.
- Les femmes consomment, en général, moins que les hommes (question de poumons???...Non! Question de métabolisme et de masse musculaire).

Le tableau précédent montre l'**URGENCE** qu'il y a de remonter un plongeur essoufflé. Enfin, le plongeur doit non seulement gérer son autonomie, mais également lors de sa remontée, la désaturation de l'azote contenu dans son organisme : voir chapitre dédié page 46

## 6. ORIENTATION

- La plongée loisir est essentiellement une plongée d'exploration: à ce titre, il s'agit d'aller voir, observer, mais là où il y a quelque chose à voir.
- Mais il faut aussi, REVENIR au bateau, en toute sécurité (avec de l'air, sans fatigue, etc..), et y retrouver la sécurité éventuellement nécessaire: radio, oxygène, eau, chaleur...
- Il est donc nécessaire de maîtriser les techniques d'orientation, de façon à retrouver le mouillage du bateau, ou, à défaut, de faire surface à moins de 50 mètres du bateau, afin de limiter les efforts de palmage en fin de plongée, et d'être sous la couverture du pavillon de plongée qui signale l'activité aux autres bateaux, planches à voile, etc....



L'instinct n'existe pas dans le domaine de l'orientation: il faut donc commencer par prendre des repères sur le bateau, une fois celui-ci amarré, et stabilisé.

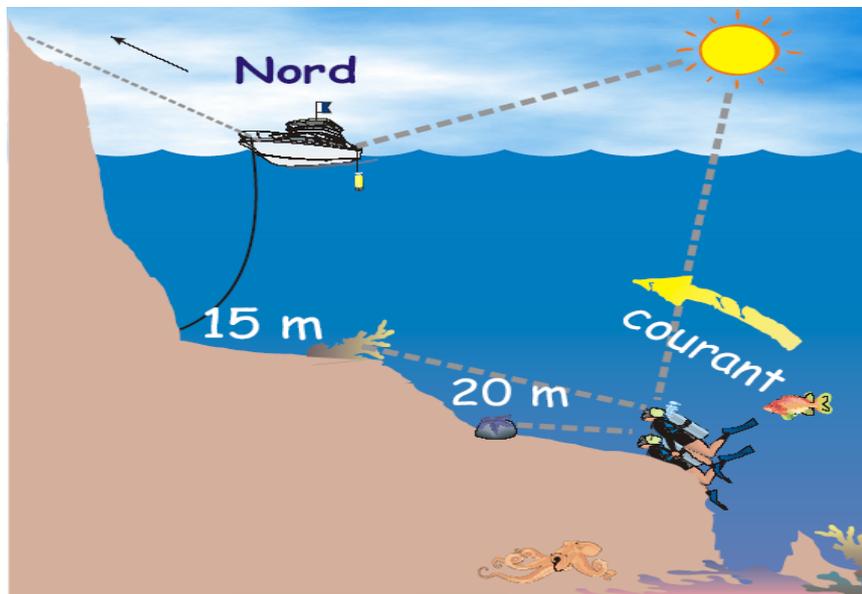
- Observez la configuration du site, où est le soleil, comment sera-t-il par rapport à vous en début de plongée (à droite, à gauche, dans le dos, devant?), et en fin de plongée, où est-il par rapport à la côte, au bateau...
- Comment est le courant?
- Quelle est l'orientation du bateau par rapport au Nord?
- Quel est votre cap de début de plongée?

**MAIS SURTOUT : ECOUTER LES CONSIGNES DU DIRECTEUR DE PLONGEE**, et ne pas hésiter à poser des questions.

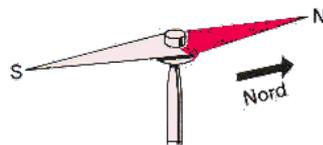
- **En surface** prenez le temps d'observer l'environnement et le fond, le sens des vagues, etc...
  - Aspect du fond, profondeur sous le bateau, rochers, tombant, banc de sable
  - Courant: orientation et force: cela est déterminant pour confirmer le sens de la plongée, et revenir sans effort au bateau (pas au-delà!!)
  - Dans le cas d'un site de plongée soumis à marée, si le départ se fait un peu avant l'étale, il faut partir avec le courant, de façon à revenir avec le courant de renverse, si l'étale n'est pas trop long.

- **Au fond:**

- Mémoriser les rochers caractéristiques, en particulier au mouillage
- Privilégier un déplacement sous forme d'aller / retour, ou en étoile, ou en carré
- Se retourner fréquemment; au retour on ne voit pas la même chose qu'à l'aller
- Vérifier la position du soleil
- Vérifier le sens du courant (déplacement, ondulation du sable...)
- Prendre des repères caractéristiques avec leur profondeur
- Etc...

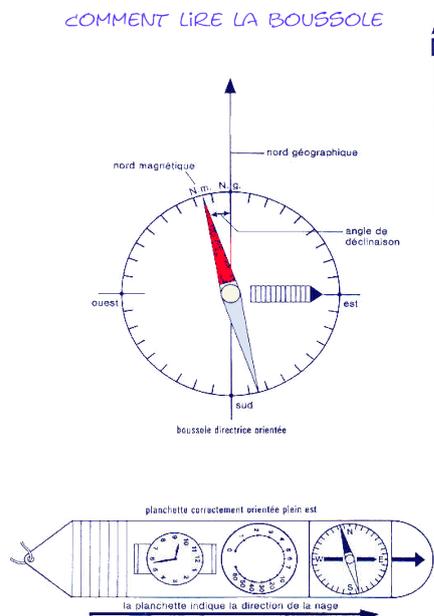


- Lorsque les points de repères sont inexistant (pleine eau), ou en cas de manque de visibilité, il faut utiliser un instrument bien connu: la boussole, ou un compas.

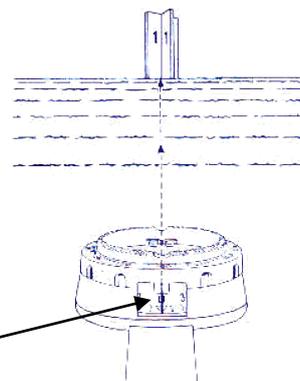


- Dans ce cas, il est nécessaire de respecter les conditions suivantes:
  - Connaître le cap à suivre
  - Respect du cap à suivre lors du palmage
  - Évaluation de la distance parcourue
  - Prise en compte du courant

- La **BOUSSOLE**: elle est composée :
  - D'une aiguille aimantée, mobile, qui indique le Nord Magnétique Terrestre
  - D'une couronne graduée de 0 à 359°, fixe:
    - **NORD** = 0°
    - **EST** = 90°
    - **SUD** = 180°
    - **OUEST** = 270°
  - D'une ligne de foi toujours fixe, et qui doit être alignée avec la direction à suivre



- Le **COMPAS**: c'est une boussole, avec une sphère graduée mobile, et une couronne crantée, graduée en sens inverse et décalée de 180°.
- La lecture se fait:

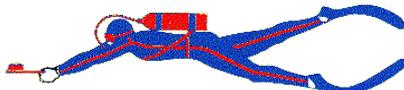


- Par la fenêtre sur la sphère mobile

- Par le dessus, sur la couronne crantée, après que le repère triangulaire ait été aligné avec le repère triangulaire de la sphère mobile, et indiquant le Nord.



- Il faut que la boussole, ou le compas, soit parfaitement horizontal, pour ne pas bloquer l'aiguille, ou la sphère mobile

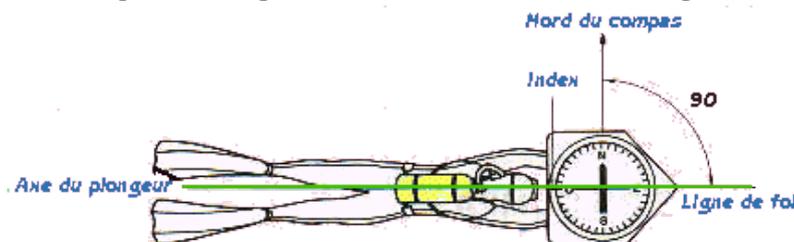


Plongeur avec une planchette d'orientation (Compas à fenêtre)



Plongeur avec une planchette d'orientation ( Boussole)

- Il faut que le corps et la boussole, ou le compas, soient parfaitement alignés



- Si vous devez vous retourner, poser vous si possible d'abord sur le fond, puis reprenez ensuite le cap désiré.
- S'il y a du courant, il faut segmenter la navigation, en procédant par bonds successifs, et en prenant à chaque fois des repères pas trop éloignés. On peut aussi corriger l'erreur de cap due au courant, mais là c'est une autre paire de manche....
- CHANGEMENT de CAP: la règle est simple: quand on tourne à droite le cap augmente:
  - Si vous suivez un cap Nord ( $0^\circ$ ), et que vous tournez de  $90^\circ$  à droite vers l'Est, le nouveau cap est:  $90^\circ$
  - Si vous suivez un cap Sud ( $180^\circ$ ), et que vous tournez de  $90^\circ$  à droite vers l'Ouest, le nouveau cap augmente de  $90^\circ$ , et devient  $180 + 90 = 270^\circ$
- MESURE de la DISTANCE: 2 méthodes possibles:

- Chronométrer le temps de palmage dans une direction donnée (cela nécessite d’avoir opéré un étalonnage préalable: je palme pendant 1mn, et je mesure la distance parcourue, en piscine par ex)
- Compter le nombre de coups de palmes: cela nécessite aussi d’avoir opéré un étalonnage préalable: combien de coups de palmes je donne pour parcourir une distance connue, en piscine par ex.

## 7. PARACHUTE DE PALIER

- Toute palanquée doit disposer au moins, d’un parachute de palier, voire deux (2 parachutes sortis côte à côte signifient qu’une assistance au bateau est demandée).
- Vous devrez l’utiliser dans les cas suivants:
  - Lorsque le bateau n’est pas ancré, et qu’il a prévu de récupérer les plongeurs à leur point de sortie: cas des plongées « dérivantes »
  - Lorsque vous sortez loin du mouillage: si de plus vous avez des paliers à effectuer, sortez le parachute dès le début des paliers: cela signalera votre présence aux bateaux environnants, en particulier celui de plongée
  - Si vous êtes sortis loin du bateau, gardez le parachute gonflé en surface jusqu’au bateau.
- UN PARACHUTE DOIT ÊTRE LE PLUS LONG POSSIBLE avec un marquage vous identifiant.



- Pour sortir un parachute, il faut:
  - Se stabiliser à la profondeur désirée (6 à 3mètres suivant les paliers), et s’écarter légèrement de ses coéquipiers

- Ensuite, sortir le parachute de sa pochette et le secouer pour le déplier. Laisser dérouler le bout (la cordelette) lesté de quelques grammes (200 à 300g), jusqu'au bout. Vérifier que la cordelette ne se prend pas dans une palme, autour d'un bras ou dans la sangle d'ausage. Vous risqueriez de faire une remontée incontrôlée, entraîné par le parachute ; ou utiliser un moulinet ou un dévidoir



- Gonfler légèrement le parachute à l'aide du détendeur de secours, de façon à ce qu'il se tienne droit dans l'eau sans remonter : attention à placer l'embout du détendeur sous la sangle du parachute
- S'assurer que tout est dégagé vers le haut, que doigts, gants, palmes et tout autre appendice ne vont pas se prendre dans le parachute ou la cordelette, et vérifier une nouvelle fois la profondeur
- insuffler encore un peu d'air à l'intérieur, expirer simultanément pour ne pas se laisser embarquer, ne lâcher la cordelette que lorsque la traction est suffisamment importante et laisser-le filer vers la surface. L'air qui se dilate va lui faire prendre de la vitesse. Tenir la cordelette à bout de bras, pour éviter les emmêlements, mais ne surtout pas s'y accrocher. Elle doit juste filer entre les doigts – attention, ça peut couper si vous ne portez pas de gants
- Tendre légèrement le bout, lorsque le parachute a percé la surface, pour éviter qu'il ne se couche et qu'il se vide de son air.
- Il ne vous reste plus qu'à attendre la fin de votre palier.
- En fin de palier 3 mètres, après être remonté lentement à la surface (6m/mn max, soit 30 secondes) en faisant un tour d'horizon, et si le bateau est un peu éloigné, attendre qu'il vienne vous chercher

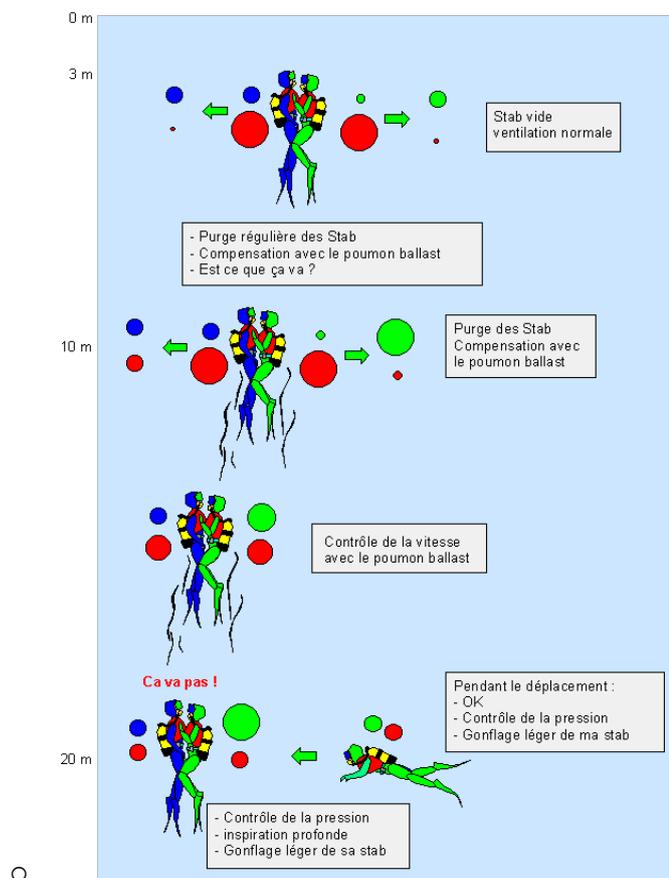


–

## 8. ASSISTANCE

- QUAND?:
  - après un signe:
    - Ça ne va pas
    - Je suis essoufflé
    - ....
  - ou sur l'observation d'un comportement anormal:
    - Essoufflement visible
    - Absence de réponse à une sollicitation
    - Réponse inadaptée
- COMMENT?:
  - rapidité, sans précipitation:
    - Saisir la personne en difficulté
    - La rassurer
    - Communiquer
    - Stabiliser la profondeur, sans effort (palmage léger acceptable, mais utiliser les deux stab)
  - efficacité:
    - Observer:
      - Comportement: comprendre la difficulté
      - Manomètre: y a-t-il de l'air? Si NON: passer son 2ième détendeur (octopus par ex) et veiller à la stabilisation de la personne assistée: purger lentement sa stab si nécessaire (remontée); l'inverse est impossible!!

- Contrôler son propre manomètre (ce serait dommage de subir une 2<sup>ème</sup> panne d'air...)
- S'assurer du comportement et de l'état du reste de la palanquée
- GERER:
  - Remonter à l'aide du ou des gilets
  - Éviter de palmer: les palmes ne sont là que pour éventuellement redonner une impulsion, ou contribuer simplement à l'équilibre
  - Contrôler la vitesse de remontée (éviter le sur-accident: surpression pulmonaire, surtout au cours d'un essoufflement, accident de décompression...)



- COMMENT?:
  - JUSQU'AU BATEAU:
    - En surface demander éventuellement de l'aide (signe de détresse), et accompagner la personne en difficulté jusqu'au bateau
  - INFORMER:
    - Le Directeur de Plongée

## II: PREVENTION DES RISQUES

### 1 CERTIFICAT MEDICAL:

23PREVENTION DES BAROTRAUMATISMES:

24PREVENTION DE L'ESSOUFFLEMENT:

35PREVENTION DES RISQUES DU MILIEU

37PREVENTION DU FROID

4.2 PREVENTION DE LA NOYADE

4.3 LES RISQUES BIOCHIMIQUES

4.4 LES ANIMAUX MARINS

4.5 LA MER et L'EAU

### 5 PRECAUTIONS EN APNEE:

43

# 1 CERTIFICAT MEDICAL

- Toute préparation de niveau, à partir du niveau 1, nécessite un certificat médical de non contre-indication à la plongée, de moins d'un an à la prise de licence, et délivré par tout médecin, dont:
  - Un médecin généraliste : dans ce cas, il vaut mieux que celui-ci soit averti des problèmes liés à la plongée.
  - Un médecin de médecine du sport : dans ce cas, il vaut mieux que celui-ci soit averti des problèmes liés à la plongée.
  - Un médecin fédéral
  - Un médecin hyperbare
- Ce certificat doit être en possession de tout plongeur, avant chaque plongée. Il faut donc l'avoir toujours sur soi, et/ou, de le faire noter sur le passeport de plongée.

## Certificat médical d'Absence de Contre-Indication à la pratique



**PLONGÉE (Air, Nitrox, Trimix élémentaire), toute activité scaphandre APNÉE ou PÊCHE au-delà de 6 mètres**

- CACI de moins de 1 an à la prise de licence.
- CACI de moins de 1 an au jour de la pratique, de la compétition, de l'encadrement ou du passage d'un brevet.

**DISPOSITIF 1 AN**

**PRATIQUANT DE MOINS DE 14 ANS**      **PRATIQUANT DE 14 ANS ET PLUS**

**CACI par tout médecin**      **CACI par tout médecin**

Certificat médical rédigé au regard du modèle téléchargeable : <http://medical.ffessm.fr>

Le médecin peut se référer aux fiches conseils de la Commission Médicale et de Prévention FFESSM : <http://medical.ffessm.fr>

**CAS PARTICULIERS**

- **Obligation de faire appel à un Médecin Fédéral, Spécialisé ou du Sport pour :**  
=> la pratique du TRIMIX Hypoxygène      => la COMPÉTITION en APNÉE eau libre.
- **Handisub® :** - Baptême (sans licence) < 2 mètres : Obligation d'un CACI par Tout médecin.  
- Toute autre pratique : Médecin Fédéral, Spécialisé ou du Sport.
- **Surclassement sportif :** Tout médecin (modèles de certificat médical définis par discipline, par catégorie d'âge et type).
- **Sportif sélectionné en Équipe de France** ou inscrit à titre individuel à une compétition internationale officielle CMAS : Médecin du Sport (liste d'examens imposés).

**NAGE avec PALMES, NAGE en EAU VIVE, HOCKEY, TIR sur CIBLE APNÉE en piscine ou jusqu'à 6 mètres**

- CACI de moins de 1 an à la prise de licence.
- Questionnaire de santé les 2 saisons suivantes.

**DISPOSITIF 3 ANS**

**TOUS PRATIQUANTS**

**CACI par tout médecin**

Le médecin peut se référer aux fiches conseils de la Commission Médicale et de Prévention FFESSM : <http://medical.ffessm.fr>

**CAS PARTICULIERS**

- **Surclassement sportif :** Tout médecin (modèles de certificat médical définis par discipline, par catégorie d'âge et type).
- **Sportif sélectionné en Équipe de France** ou inscrit à titre individuel à une compétition internationale officielle CMAS : Médecin du Sport (liste d'examens imposés).
- **Sportif inscrit sur les listes ministérielles de haut niveau ou en Pôle :** Médecin du Sport (liste d'examens imposés).

**Rappel**

**SANS LICENCE ni CACI :** Baptêmes, Pass rando, PE12, Pack découverte, 1<sup>ère</sup> étoile de mer, Pass apnéiste, Pass plongeur libre.

**LICENCE SANS CACI :** La délivrance d'une licence n'ouvrant pas droit à la pratique sportive (Ex. : dirigeant associatif, accompagnateur...) n'est pas subordonnée à la présentation d'un certificat médical.

**FFESSM**  
FÉDÉRATION FRANÇAISE D'ÉTUDES ET DE SPORTS SOUS-MARINS  
French Underwater Federation

Siège : 24, Quai de Rive-Neuve - 13284 Marseille Cedex 07  
Standard : 04 91 33 99 31 - Fax : 04 91 54 77 43

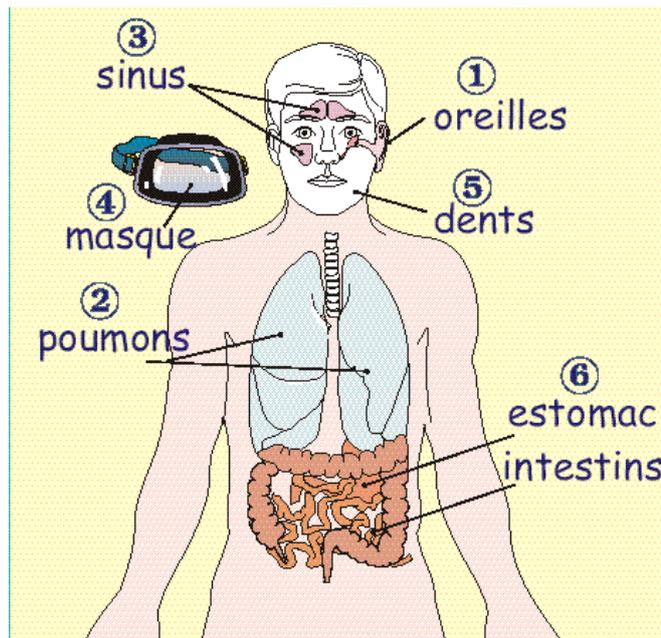
[www.ffessm.fr](http://www.ffessm.fr)      N° Indico 0 820 000 457

La reprise de la plongée, après un accident de désaturation, de surpression pulmonaire, un passage au caisson hyperbare ou un autre accident sévère nécessite l'avis d'un médecin fédéral et devra être visé par la Commission Médicale Régionale.

## 2 PREVENTION DES BAROTRAUMATISMES

- BAROS: mot grec équivalent à PRESSION
- TRAUMATISME: douleur, lésion
- BAROTRAUMATISME: lésion due aux effets de la pression.
- Tous les volumes susceptibles de se déformer sous l'effet d'un déséquilibre de pression ont un risque de lésion.
- **POUR L'EVITER il faut RETABLIR L'EQUILIBRE DES PRESSIONS**

Les zones de l'organisme soumises à ce risque sont toutes celles comportant un volume de gaz soumis aux variations de pression

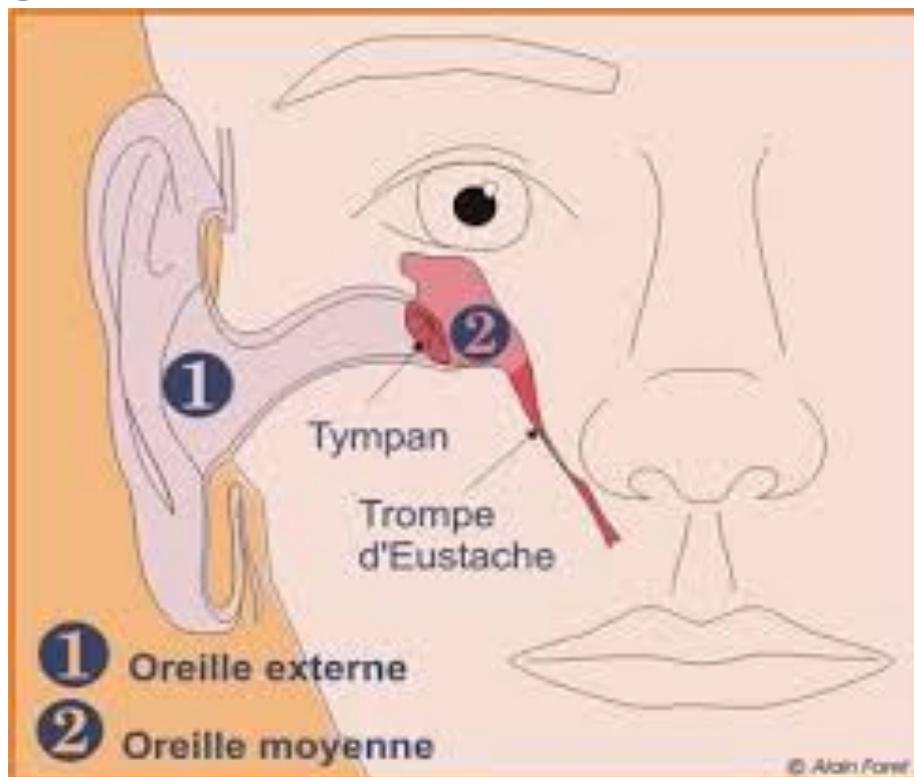


- 1) Les oreilles: elles constituent le cas le plus fréquent d'atteinte barotraumatique, car elles sont fortement sollicitées à la descente: en général ce n'est pas grave, la douleur étant un frein à la descente: en cas de doute, consulter un ORL
- 2) Les poumons: le **risque majeur est la surpression pulmonaire** à la remontée (risque des débutants)
- 3) Les sinus: ce sont des cavités osseuses, qui communiquent avec l'extérieur via de petits canaux. En cas de rhume ou de sinusite, ceux-ci sont bouchés, empêchant ainsi toute possibilité d'équilibrer les pressions à la descente, comme à la remontée. Dans ce cas survient une douleur frontale ou maxillaire, accompagnée aussi par un saignement de nez. En cas de doute, consulter un ORL.

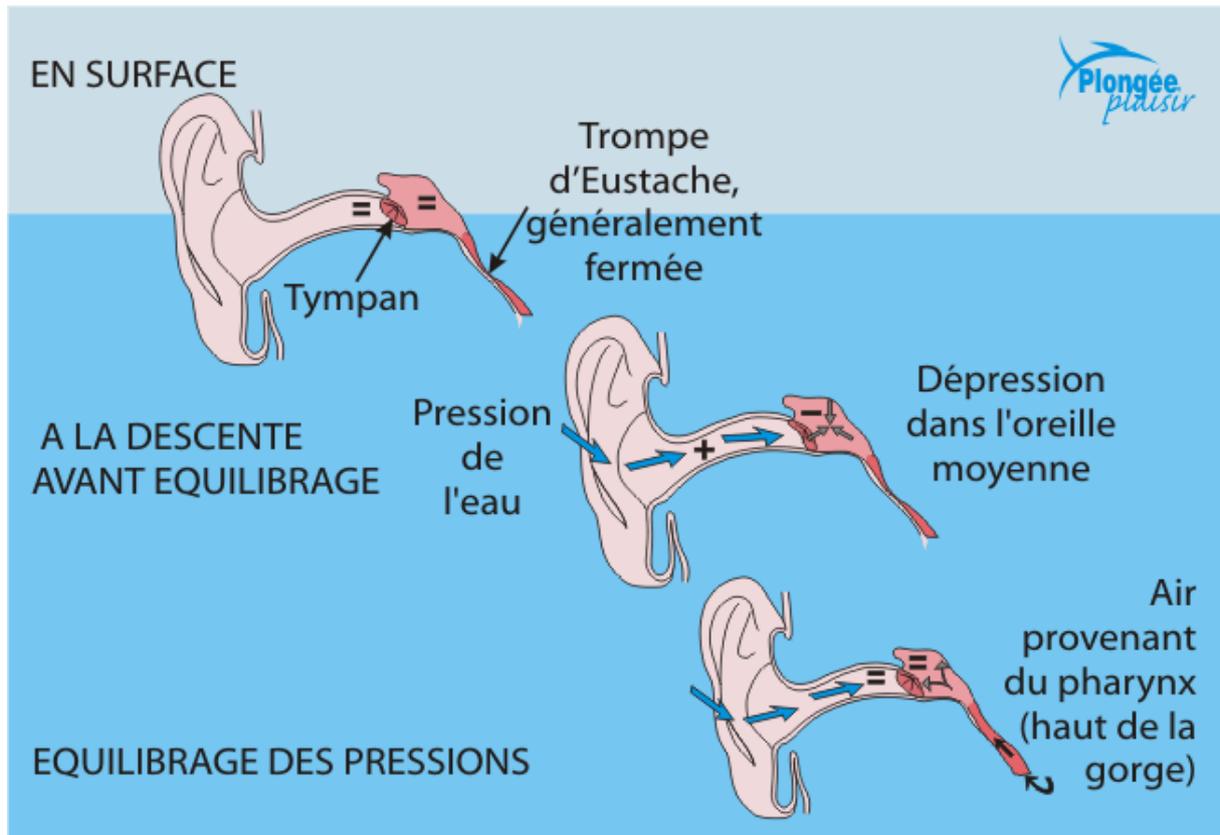
- 4) Le placage de masque: celui-ci survient à la descente si le plongeur n'équilibre pas son masque en insufflant de l'air sous pression ambiante par le nez. Dans ce cas un œdème de la face et/ou des yeux peut survenir
- 5) Les dents: toute cavité constitue un risque (carie mal soignée, plombage fuyard, couronne mal ajustée). De l'air peut être emprisonné et se comprimer à la descente, ou se dilater à la remontée, provoquant de TRES violentes douleurs, pouvant aller jusqu'à la syncope. Toujours consulter son dentiste avant chaque saison.
- 6) Estomac et Intestin: les boissons gazeuses, de l'air avalé entraînent un risque de dilatation au niveau de l'estomac. La fermentation des aliments (féculents en particulier) provoquent les mêmes effets au niveau de l'intestin. Ceci s'accompagnent de douleurs abdominales à la remontée, ce qui nécessite de l'interrompre et de la gérer de telle sorte qu ces douleurs disparaissent ou soient supportables. Veiller à son alimentation avant de plonger.

## 2.1 PREVENTION DES BAROTRAUMATISMES DE L'OREILLE

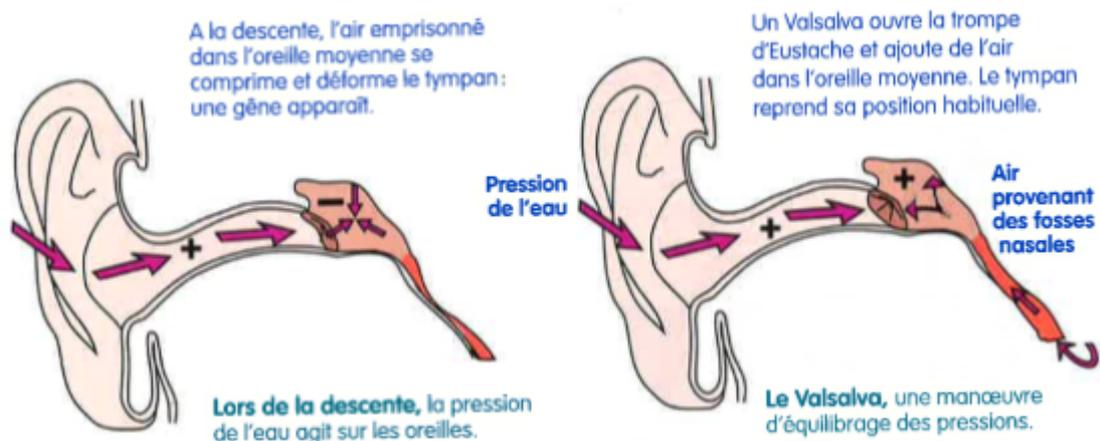
### 2.1.1 Schéma général de l'oreille



## 2.1.2 Mécanisme du barotraumatisme de l'oreille



## 2.1.3 TECHNIQUE POUR EQUILIBRER LES OREILLES A LA DESCENTE



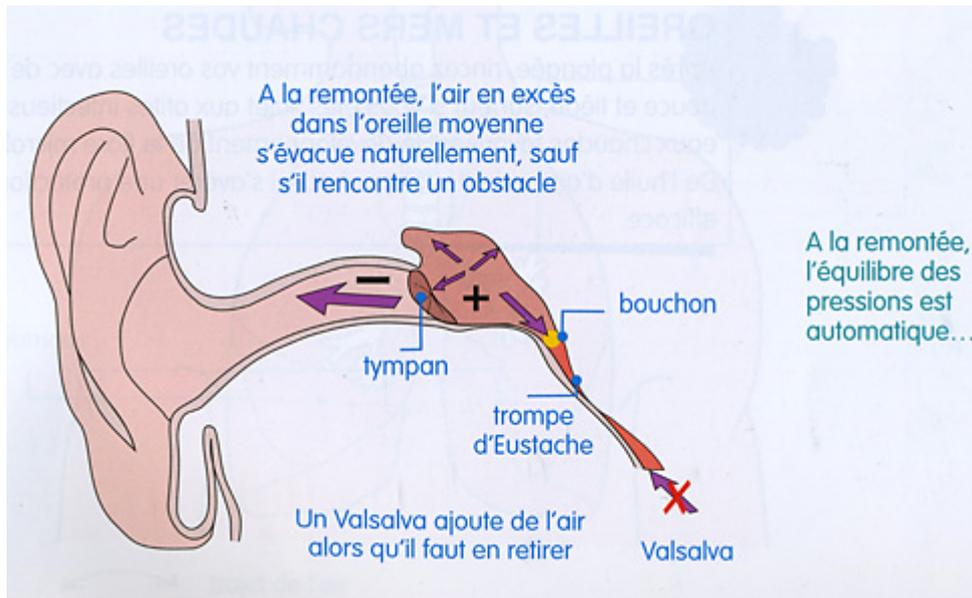
- VALSALVA: c'est la plus connue, mais pas forcément la meilleure: elle ne se pratique qu'à la descente: la technique consiste à se boucher le nez entre le pouce et l'index, et à souffler progressivement mais fermement de l'air, comme si on voulait se moucher, jusqu'à ce que les 2 tympons « claquent »



- DEGLUTITION: elle peut suffire pour certains plongeurs pour ouvrir les trompes d'Eustache (ils en ont de la chance!!!)
- FRENZEL: consiste à plaquer sa langue vers le haut et l'arrière du voile du palais en émettant le son « kee »: bravo pur ceux qui y arrivent...
- BTV: ou Béance Tubulaire Volontaire, qui consiste à mettre en œuvre des muscles qui sont sollicités lors d'un bâillement bouche fermée, ouvrant ainsi en permanence les trompes d'Eustache

Quelle que soient la technique employée, celle-ci doit être pratiquée avec douceur, si possible la tête en haut (ce qui décongestionne la paroi des trompes d'Eustache), et le plus tôt possible lors de l'immersion.

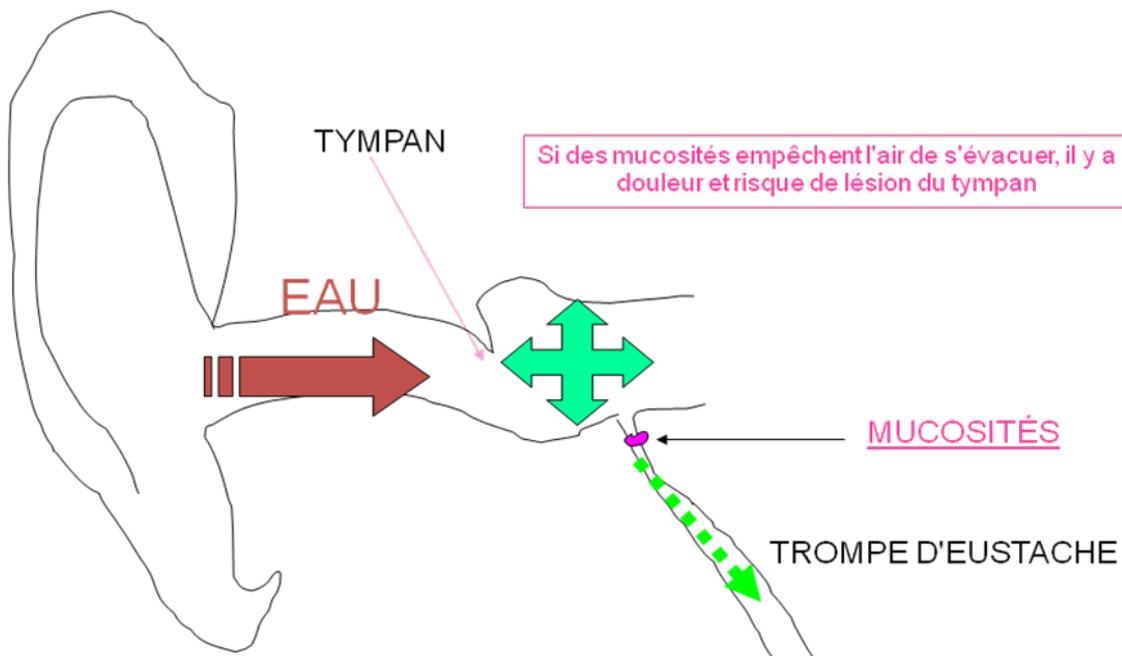
## 2.1.4 TECHNIQUE POUR EQUILIBRER LES OREILLES A LA REMONTEE



**A la remontée, on ne fait surtout pas de manœuvre de Valsalva** : l'air s'évacue naturellement de l'oreille moyenne, via la trompe d'Eustache, si celle-ci n'est pas obstruée.

- TOYNBEE : consiste à pincer le nez, bouche fermée et déglutir en aspirant par le nez qui reste fermé : c'est l'inverse de Valsalva.

A n'utiliser qu'à la remontée en cas de difficulté d'équilibre naturel.

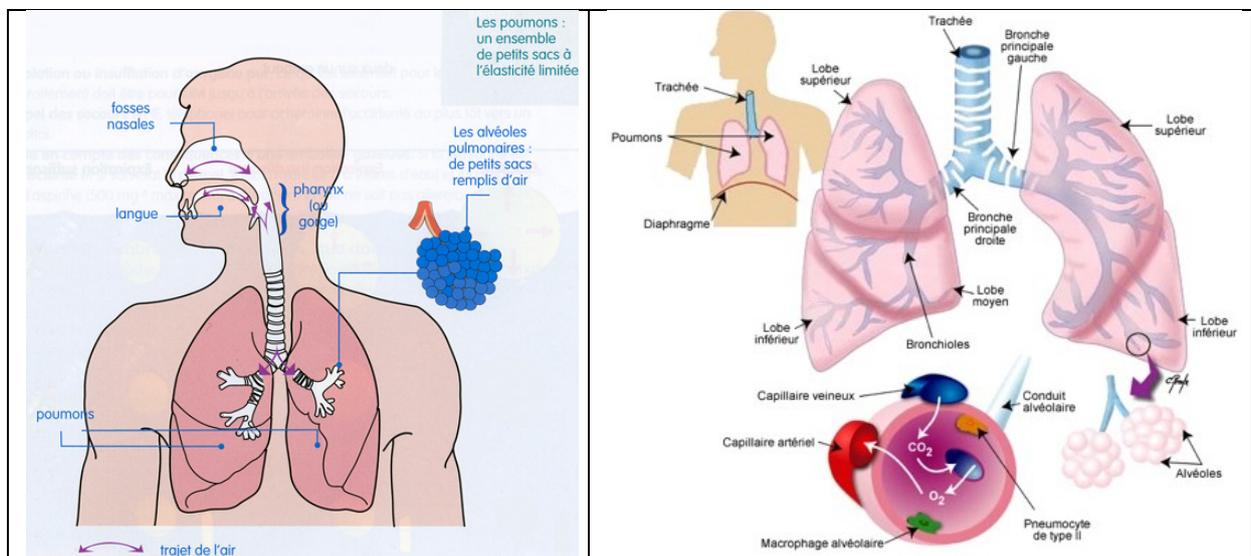


### CONSEILS :

- Ne plongez pas si vous êtes enrhumés
- N'utilisez pas de gouttes pour le nez ou les oreilles en prévention (efficacité temporelle inférieure à la durée de plongée)

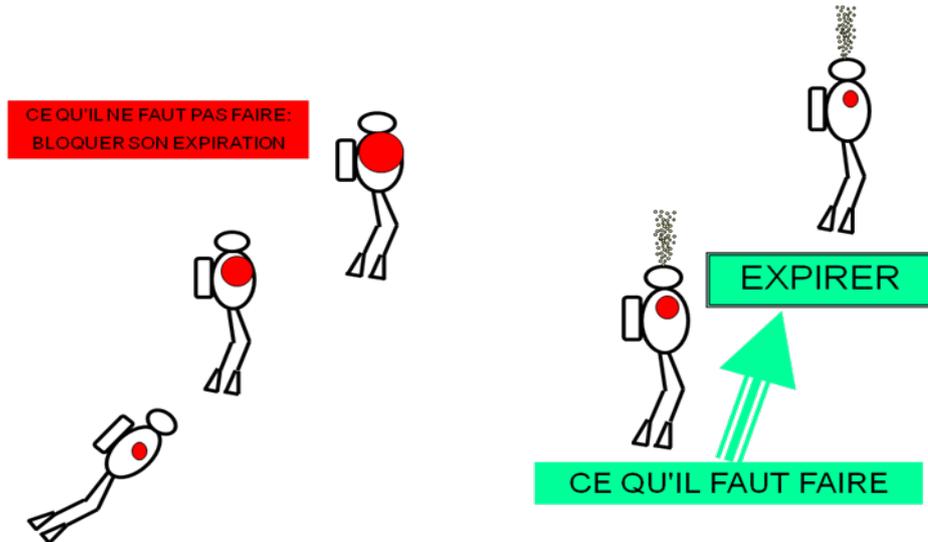
- Ne forcez pas: en cas de difficulté à la descente, remontez;
- A la remontée: STOP
- En cas de problème, assistez toujours votre coéquipier en difficulté
- En cas de douleurs, de bourdonnement ou de difficulté auditive, consultez immédiatement un ORL
- En mer chaude, rincez abondamment vos oreilles à l'eau douce après la plongée, ou avec de l'huile d'amande douce

## 2.2 PREVENTION DE LA SURPRESSION PULMONAIRE



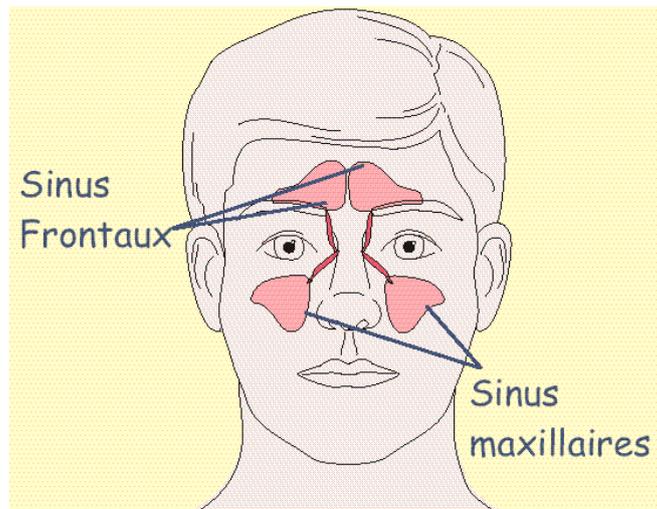
- Les poumons sont constitués de petits sacs appelés alvéoles pulmonaires qui se remplissent et se vident d'air à chaque inspiration / expirations.
- Trop gonflées par la pression, ces sacs atteignent leur limite élastiques et peuvent, soit être atteints de lésions irrémédiables, soient pour certains se rompre.
- Ces 2 formes de dégâts sont dues à la SURPRESSION PULMONAIRE.
- SYMPTOMES :
  - Ils apparaissent dès la sortie de l'eau
  - Toux sèche, gêne respiratoire, essoufflement à l'effort, gêne thoracique
  - Pouls rapide, troubles cardiaques, voix rauque
  - Teint violacé = cyanose due à la mauvaise oxygénation du sang
  - Emphysème sous cutané (gaz sous la peau et les muscles) au niveau du cou, gonflement anormal du cou

- Le sujet atteint a du mal à respirer, crache parfois du sang en cas de rupture.
- Symptômes neurologiques : paralysie, convulsion, troubles de la parole ou de la vision
- Cela peut aller jusqu'à la perte de connaissance, et parfois la mort.
- Ce type d'accident est **très facile à éviter: il faut EXPIRER** à la remontée. Monter lentement: 17m/min maximum mais de préférence 10 m/min Pas de vasalva à la remontée



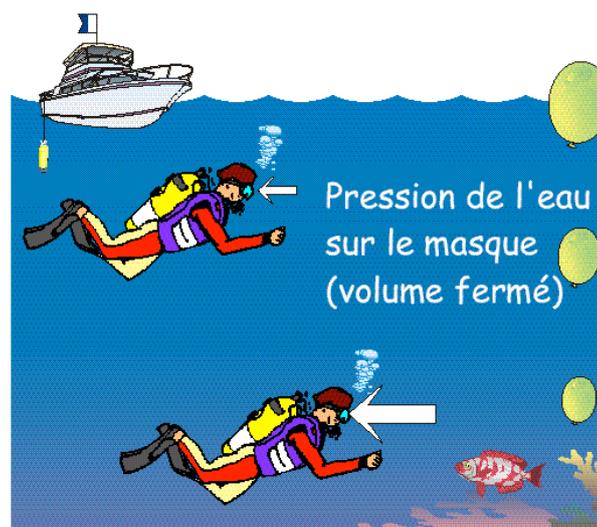
- Causes premières possibles :
  - Panne d'air ou matériel (révision annuelle), essayer son matériel en surface (octopus, direct système, purges, lestage), surveiller sa consommation
  - Essoufflement : garder une bonne condition physique mais sachez vous adapter aux autres membres de la palanquée, attention aux courants et lestage excessif
- Remontée Panique : éviter de plonger avec trop d'inconnues (nouveau matériel, site, plafond...), état angoissé ou stressé : planifier sa plongée
- Conduite à tenir en cas d'accident
  - Si un membre de la palanquée panique, essayer de le retenir,
  - contrôler la vitesse de remontée
  - assistance : pas de palier
  - Signe de détresse en surface
  - prévenir le DP qui se chargera de la conduite à tenir en surface

## 2.3 PREVENTION DU BAROTRAUMATISME DES SINUS



- Conditions : Déformation des canaux si vous plongez enrhumé (infection, allergie), risque de mucosités qui obstruent les canaux. Il peut se produire à la descente ou à la remontée
- Symptômes : Douleurs violentes sur la face, sensation de rage de dent, saignements par le nez
- Conduite à tenir : Arrêter la descente. A la remontée, stopper la montée, se stabiliser. Enlever le masque se rincer le nez, masser les sinus, Remonter très lentement. Arrêter le plongée, prévenir le DP, voir un ORL
- Prévention : Ne pas plonger enrhumé (rhinite, allergie) ou avec une sinusite, éviter les décongestifs locaux, éviter la climatisation

## 2.4 PREVENTION DU PLACAGE DE MASQUE



- Conditions : La Pression de l'eau sur le masque provoque une aspiration (à la descente).
- Symptômes : Gêne, douleur de la face, trouble de la vision, saignement de nez, sang dans le blanc des yeux, paupières gonflées
- Conduite à tenir : Stopper la plongée, prévenir le DP, collyre dans les yeux, voir un ophtalmo
- Prévention : Souffler par le nez à la descente, ne pas serrer trop fort la sangle du masque.

## **2.5 PREVENTION DU BAROTRAUMATISME DENTAIRE**

### **2.5.1 Causes :**

un amalgame peut présenter des trous :

### **2.5.2 Conséquences :**

- A la descente, il fait pression sur le nerf,
- à la remontée, l'air ne peut s'évacuer assez vite et fait pression sur le nerf
- Symptômes : douleur vive, syncope

### **2.5.3 Conduite à tenir:**

- Stopper la descente ou la remontée,
- remontée lente, arrêter la plongée,
- prévenir le DP,
- voir un dentiste

### **2.5.4 Prévention :**

Visite annuelle chez le dentiste

## **2.6 PREVENTION DU BAROTRAUMATISME DIGESTIF**

### **2.6.1 Intestin**

colique des scaphandriers, bénin

### ***2.6.1.1 Causes :***

dilatation des gaz intestinaux à la remontée (surtout pour les scaphandriers = plongée longue)

### ***2.6.1.2 Conséquences***

- douleur vive à l'abdomen,
- envie d'évacuer ses gaz,
- « ventre de bois »

### ***2.6.1.3 Conduite à tenir:***

- Stopper la remontée,
- remontée lente,
- prévenir le DP

### ***2.6.1.4 Prévention***

- Pas de repas copieux (éviter les féculents) et boissons gazeuses avant de plonger.
- Ne pas avaler de l'air en immersion.
- Pas de plongée en cas d'ulcère

## **2.6.2 Estomac**

Rare, mais grave.

### ***2.6.2.1 Causes :***

Excès d'air dans l'estomac et défaut d'évacuation

### ***2.6.2.2 Conséquences***

- douleurs abdominales diffuse,
- difficulté respiratoire,

### ***2.6.2.3 Conduite à tenir:***

- Stopper la remontée,
- remontée lente,

- prévenir le DP

#### ***2.6.2.4 Prévention***

- Ne pas avaler de l'air en immersion.
- Éviter les situations à panique qui peuvent engendrer :
  - de boire la tasse (avalant de l'eau et de l'air)
  - un essoufflement (profondeur, lestage, froid),
  - une panne d'air,
  - du stress
- Pas de plongée en cas d'ulcère

### 3 PREVENTION DE L'ESOUFFLEMENT

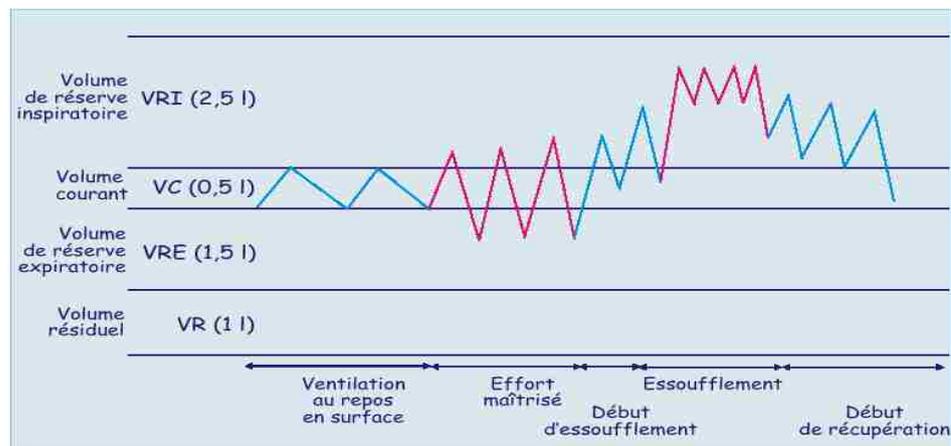
- Que signifie être essoufflé?
  - Sensation de manque d'air, d'asphyxie
  - Après un effort violent, ou prolongé

#### 3.1 POURQUOI L'ESOUFFLEMENT?

- Au cours d'un effort, notre organisme consomme de l'oxygène (O<sub>2</sub>) et produit du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) évacué lors de l'expiration
- Le corps humain a des capteurs qui « mesurent » la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'organisme. Au-delà d'un certain seuil de CO<sub>2</sub>, un réflexe inspiratoire apparaît: le CO<sub>2</sub> est le déclencheur de l'inspiration
- Si au cours d'un effort (courant, palmage, vagues en surface, mauvais lestage...), on ne prend pas soin d'expirer profondément pour évacuer le CO<sub>2</sub> dont la quantité augmente sans arrêt, le réflexe inspiratoire prend le dessus, et une respiration haletante prédomine, allant peu à peu vers l'impression d'asphyxie.

L'effort peut être dû aussi à la profondeur, qui accroît la viscosité de l'air respiré sous pression, augmentant ainsi l'effort ventilatoire

#### Pneumogramme simplifié



#### 3.2 CONSÉQUENCES EN PLONGÉE

- PANNE D'AIR: POUR UN PLONGEUR »CALME », RISQUE DE NOYADE OU D'ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION:
  - Ventilation haletante, avec des inspirations courtes et fréquentes, sans expiration: conduit à un sentiment d'asphyxie, une consommation d'air

excessive, qui peut conduire à la panne d'air, débouchant sur un risque de noyade ou d'accident de décompression du fait de l'impossibilité de faire les paliers éventuels, ou tout simplement du défaut d'expiration permettant d'éliminer l'excès d'azote dans les tissus.

- PANIQUE: RISQUE DE NOYADE OU DE SURPRESSION PULMONAIRE:
  - La panique entraîne des réactions inadaptées: ex: retirer son détendeur pour prendre une inspiration.....d'eau!!=> NOYADE
  - Remontée en panique, respiration bloquée: PAS D'EXPIRATION => SURPRESSION PULMONAIRE

### 3.3 CONDUITE A TENIR FACE A UN PLONGEUR ESSOUFFLÉ

- Rassurer et prévenir la panique
- Faire cesser tout effort
- Récupérer et veiller à ce qu'il expire en lui faisant le signe conventionnel



Remonter lentement à l'aide des gilets en évitant tout effort (palmage): on interrompt la plongée et on augmente la durée des paliers pour éviter tout accident de décompression (ADD)

- Éviter tout effort en surface, et améliorer le confort, en ôtant éventuellement la stab, et en allongeant la personne assistée dessus
- Enlever éventuellement les plombs
- Déséquiper dans l'eau, remonter sur le bateau, ouvrir la combinaison pour favoriser la respiration, réchauffer et donner à boire (prévention des crampes et de l'ADD)

### 3.4 Prévention de l'essoufflement

- Ne pas plonger en étant déjà essoufflé en surface
- Ne pas faire d'effort en surface: ne pas lutter contre le courant ou les vagues: se tenir à un bout, en se laissant porter par l'eau
- Éviter les efforts sous l'eau
  - Profiter de la géographie du site de plongée pour se mettre à l'abri du courant, derrière des rochers par exemple

- Demander aux membres de la palanquée de palmer moins vite
- Ne pas plonger en ayant froid, ou interrompre la plongée en cas de froid
- Adapter son lestage: être parfaitement équilibré, quelle que soit la profondeur
- Avoir un détendeur en bon état
- Après une période d'interruption, faire une ou plusieurs plongées de réadaptation en eau peu profonde
- VENTILER, en prenant soin d'EXPIRER: limiter la durée des apnées de contrôle: augmente le risque d'essoufflement et entraîne des céphalées
- Bien dormir
- Faire du sport et s'entraîner: une bonne condition physique est indispensable à la pratique de la plongée

## 4 PREVENTION DES RISQUES DU MILIEU

### 4.1 Prévention du froid

- L'homme est un animal à sang chaud, qui doit maintenir sa température interne à 37°, et a une température cutanée de 33 à 34°
- Pour qu'il n'y ait aucune perte de chaleur dans l'eau, il faut que celle-ci soit à 33-34°
- L'homme se refroidit 25 fois plus vite dans l'eau que dans l'air: notre chaleur se dissipe dans l'eau, même dans les mers chaudes (eau à 27-28°!)
- Il faut donc utiliser un moyen palliatif pour éviter les pertes caloriques: la combinaison de plongée!
- Quel que soit son type, elle ne fait que ralentir la perte de chaleur
- Respirer un gaz comprimé, détendu à la pression ambiante, donc froid, est une cause de refroidissement
- Signes annonciateurs du froid:
  - La consommation d'air augmente
  - Les extrémités se refroidissent (mécanisme de vasoconstriction: l'organisme préserve l'essentiel)
  - Une consommation d'énergie telle qu'il y a production intense de gaz carbonique qui peut conduire à un **essoufflement** et à un accident de décompression

- Un désintéressement du plongeur vis-à-vis de l'environnement et des autres
- Des crampes apparaissent
- Chair de poule
- Frissonnements
- RISQUES:
  - Hydrocution
  - Chute de la température interne
  - Perte de conscience
  - Mort...

**Comment se protéger :**

- AVANT DE PLONGER
  - Bien se nourrir: sucres lents
  - Plonger en forme
  - Se tenir au chaud: sur le bateau mettre des vêtements chauds, un bonnet...
- PENDANT LA PLONGÉE
  - Avoir du bon matériel, surtout une combinaison adaptée, ajustée au corps, mais pas serrée
  - Avoir une cagoule, éventuellement des gants (hors mers tropicales)
  - Limiter le temps de plongée
  - Éviter les efforts
  - Prévenir par le signe convenu dès les premiers symptômes et interrompre la plongée
  - Prolonger les paliers en cas de froid (facteur favorisant l'ADD)
- EN SURFACE
  - Se couvrir
  - Manger et boire chaud et sucré: pas d'alcool

## 4.2 Prévention de la noyade

### 4.2.1 Cause

- Elle peut être la conséquence:
  - d'une panne d'air
  - d'un matériel défectueux
  - d'un essoufflement
  - du froid
  - d'une narcose
  - d'une douleur violente (piqûre, morsure...)
  - d'une panique (en surface ou sous l'eau)

### 4.2.2 Conséquence

- NOYADE: Inondation des voies aériennes:➔
  - Asphyxie
  - État de choc
  - Arrêt respiratoire et/ou cardiaque

### 4.2.3 Conduite à tenir

#### RAPIDITE / EFFICACITE

- ASSURER LA VENTILATION
  - Maintenir le détendeur en bouche
- REMONTER L'ACCIDENTÉ
  - **Respecter** la vitesse de remontée
  - Dès l'arrivée en surface, maintenir les voies aériennes hors de l'eau (gonfler la stab), pour éviter une inhalation d'eau en cas de reprise de ventilation
  - Donner l'alerte, et demander de l'aide au bateau
- SUR LE BATEAU
  - Prise en charge par le DP et les moniteurs qui vont assurer les actes de secourisme et d'alerte

- Faire de la place
- Rapporter la suite des événements

#### **4.2.4 Prévention**

- Avoir une bonne forme physique
- Développer l'aquaticité
  - natation
  - apnée dynamique, sous contrôle d'un moniteur
- Garder le détendeur en bouche en surface lorsque la mer est agitée
- Respecter les consignes et ses prérogatives
- Assurer une surveillance mutuelle
- Ne pas s'éloigner

### **4.3 Prévention des risques biochimiques**

2 formes de risques, toutes deux dues à la pression

- la narcose
- l'intoxication hyperoxique

#### **4.3.1 La Narcose**

- CAUSE:
  - elle est due à la toxicité de l'azote à partir de 30 à 40 mètres, sur le système nerveux: les plongeurs N2 sont donc directement concernés.

- CONSEQUENCE
  - Elle entraîne des troubles du comportement, des troubles subjectifs (euphorie), un dialogue intérieur, une perte d'attention: **DANGER**.
- CONDUITE A TENIR
  - Si signe du plongeur narcosé explicite, ou si comportement anormal (absence de réponse cohérente aux signes) remonter aussitôt celui-ci vers l'espace médian pour le soustraire à la pression ; si persistance du comportement, fin de plongée immédiate, en suivant la procédure de désaturation.

### 4.3.2 L'INTOXICATION HYPEROXIQUE :

CAUSE:

- elle est due à la toxicité de l'oxygène à partir de 66 à 70 mètres, sur le système nerveux: les plongeurs N2 ne sont donc pas concernés.

## 4.4 Prévention des risques dus aux animaux marins

- Grand principe: on ne touche pas, on regarde
- RISQUES:
  - BRULURES: dues aux animaux urticants (méduses, corail de feux, anémones par ex): porter une combinaison même en mer chaude
  - MORSURES: elles sont rares: il ne faut pas provoquer les animaux, les énerver, ou les tenter avec de la nourriture...ou un doigt
  - PIQÛRES: dues aux oursins, aux rascasses, étoiles de mer; poisson pierre et cônes peuvent être mortels
- REMEDES:
  - BRULURES: laver la plaie à l'eau douce, et consulter un médecin
  - MORSURES: enlever les corps étrangers, laver, désinfecter, et consulter un médecin
  - PIQÛRES: retirer le dard, désinfecter la plaie, puis laver à l'eau très chaude pour dénaturer le venin (ou approcher une cigarette allumée), et consulter un médecin dans les cas sérieux: hospitalisation requise en cas de piqûre de cône ou poisson pierre.

## 4.5 Prévention des risques dus à la mer et à l'eau

### 4.5.1 Le courant

- Il doit être une aide, pas un handicap: au mouillage du bateau, il faut mettre une ligne de vie partant de l'avant jusqu'à l'arrière de façon à s'y accrocher dès la mise à l'eau. Elle doit être équipée d'une bouée à l'arrière pour que le bout reste en surface.
  - Il faut toujours partir à contre courant, en partant du mouillage: à la mise à l'eau il faut palmer pour rejoindre celui-ci, stab vide (moins de prise au courant), et s'immerger le plus vite possible (le courant ne peut être qu'en surface), le long du mouillage. On revient ainsi en fin de plongée avec le courant: diminution de l'effort.
  - Si vous devez remonter le courant, faites le avec un palmage constant, sans arrêt, mais en évitant de s'essouffler.
  - Dans le cas de plongée avec marée et départ avant l'étale, il faut partir dans le sens du courant, de façon à revenir avec le courant à la renverse.
  - Éviter de faire une plongée nécessitant un palier pour éviter de dériver. Dans le cas contraire, il faut sortir impérativement un parachute.
  - Si le courant vous a entraînés au-delà du bateau, inutile d'essayer d'y revenir, sauf si vous avez pu atteindre la ligne de vie; Gonflez légèrement la stab, utilisez votre sifflet pour vous faire repérer, signe OK, et si nécessaire, sortez un parachute (Recommandé).

### 4.5.2 Les vagues

- En règle générale, on évite de plonger lorsqu'il y a des vagues. Si cependant c'est le cas, il faut:
  - Sur le bateau:
    - Arrimer correctement le matériel
    - Se tenir le plus possible au centre du bateau, là où cela bouge le moins pour prévenir le mal de mer, et regarder un point fixe à l'horizon
    - Éviter les liquides (ils remontent...), en particulier les boissons acides
    - S'équiper, en se calant pour éviter les chutes, et mettre les palmes au dernier moment
    - À la mise à l'eau, faire attention aux vagues et au mouvement du bateau, pour éviter de passer dessous
  - En surface:

- Garder masque et détendeur, pour ne pas boire la tasse
- Y rester le moins longtemps possible, ce peut être pénible...
- Éviter de se tenir au mouillage, dont les à coups peuvent être violents et vous entraîner dans un mouvement d'allers et retours propice aux chocs et mal de mer

#### 4.5.3 Le manque de visibilité (turbidité...)

- la difficulté n'est pas de s'éloigner: c'est de revenir tous au mouillage... Pour cela:
  - Rester en palanquée resserrée
  - Se munir chacun d'un bon éclairage
  - Si possible, avoir au moins un feux à éclats dans la palanquée
  - En cas de perte, se dégager du fond, et chercher les bulles des autres, sans panique, en faisant lentement plusieurs tours sur soi même
  - Si cela ne marche pas, remonter lentement à la surface, en respectant la vitesse de remontée et les paliers éventuels. Attendre sa palanquée en surface: le DP vous demandera peut être d'annuler la plongée...
  - Enfin, éviter la profondeur, et faire une exploration dont la trajectoire est simple: aller / retour, carré, triangle (ne pas oublier sa boussole ou son compas, car ils sont dans ce cas vraiment très utiles...)
  - Faire en sorte de retrouver le mouillage à mi-pression: dans la négative, le reste de la plongée se passera à retrouver celui-ci.

## 5 Prévention des risques en apnée

- Les risques précédemment évoqués existent aussi en apnée: barotraumatismes, courants, animaux marins, filets dérivants, fils de pêche, bateaux, planches à voile etc...
- Deux risques majeurs (et fréquemment rencontrés) s'ajoutent:
  - La perte de connaissance (quelle que soit la profondeur), suivie par :
  - la noyade
- La perte de connaissance: elle est **IMPRÉVISIBLE** et est due au manque d'oxygène, sans pour autant que le plongeur ait ressenti un besoin préalable de respirer. Ce besoin de respirer est dû au taux de CO<sub>2</sub> dans le sang, en augmentation puisque l'oxygène consommé par l'organisme se transforme en CO<sub>2</sub>: ce dernier est donc une alerte nécessaire au plongeur, indépendante de la quantité d'oxygène présent dans

l'organisme, qui déclenche ensuite un réflexe inspiratoire.

Si celui-ci a pratiqué une hyperventilation avant l'apnée, il a diminué fortement le taux de CO<sub>2</sub>, sans pour autant augmenter la quantité d'oxygène qui va être consommé, jusqu'à ce que celui-ci soit en quantité insuffisante pour le cerveau, entraînant une syncope puis la noyade à la reprise du réflexe inspiratoire.

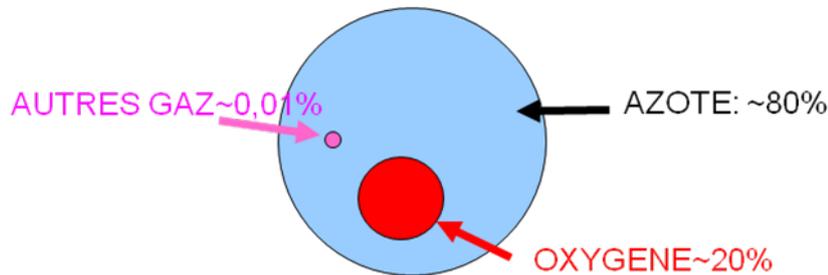
- Pour prévenir cela:
  - **Ne pas pratiquer l'hyperventilation**
  - **Limiter le temps d'apnée: ce n'est pas après un record que l'on court**
  - **Ne jamais plonger seul: il faut toujours une surveillance en surface**
  - **Limiter le nombre d'apnées**
  - **Ne pas faire d'apnée statique**
  - **Avoir un lestage tel que la flottabilité soit positive au dessus de 5 mètres**

## III: PROCÉDURES DE DÉSATURATION

<b>1</b>	<b>LES RISQUES DE LA DÉSATURATION:</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>LES PROCÉDURES DE DÉSATURATION:</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>UTILISATION DES TABLES MN90-FFESSM:</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>UTILISATION D'UN ORDINATEUR:</b>	<b>76</b>

# 1. LES RISQUES DE LA DESATURATION (DECOMPRESSION)

## 1.1. COMPOSITION DE L'AIR :



L'oxygène est consommé par l'organisme

L'AZOTE NE FAIT QUE PASSER: c'est un diluant de l'oxygène, qui, lorsqu'il est respiré pur pendant plusieurs heures, est toxique pour l'organisme: l'azote est dissout dans les tissus puis rejeté en totalité par l'expiration.

A la surface :

- le corps humain est habitué à la pression atmosphérique de la surface ( 1 bar au niveau de la mer ) et à respirer de l'air :
  - #20% O2 = comburant
  - #80% N2 = diluant
  - 0,03% CO2 = excitant
- chaque molécule d'O2 est fixée par l'hémoglobine (environ 1/4 de l'O2 est consommé lors d'un cycle respiratoire et rejeté en CO2, les 3/4 ne sont pas utilisés)
- les molécules d'azote restent libres et dissoutes dans le sang avec une concentration nommée Tension, proportionnelle à la pression ambiante. A saturation (c.a.d qu'on ne peut plus faire rentrer d'azote dans un tissu organique) on a :

**Tension = Pression partielle = %N2 x Pression ambiante (= 0,8 bar au niveau de la mer si on n'a pas plongé.)**

En profondeur :

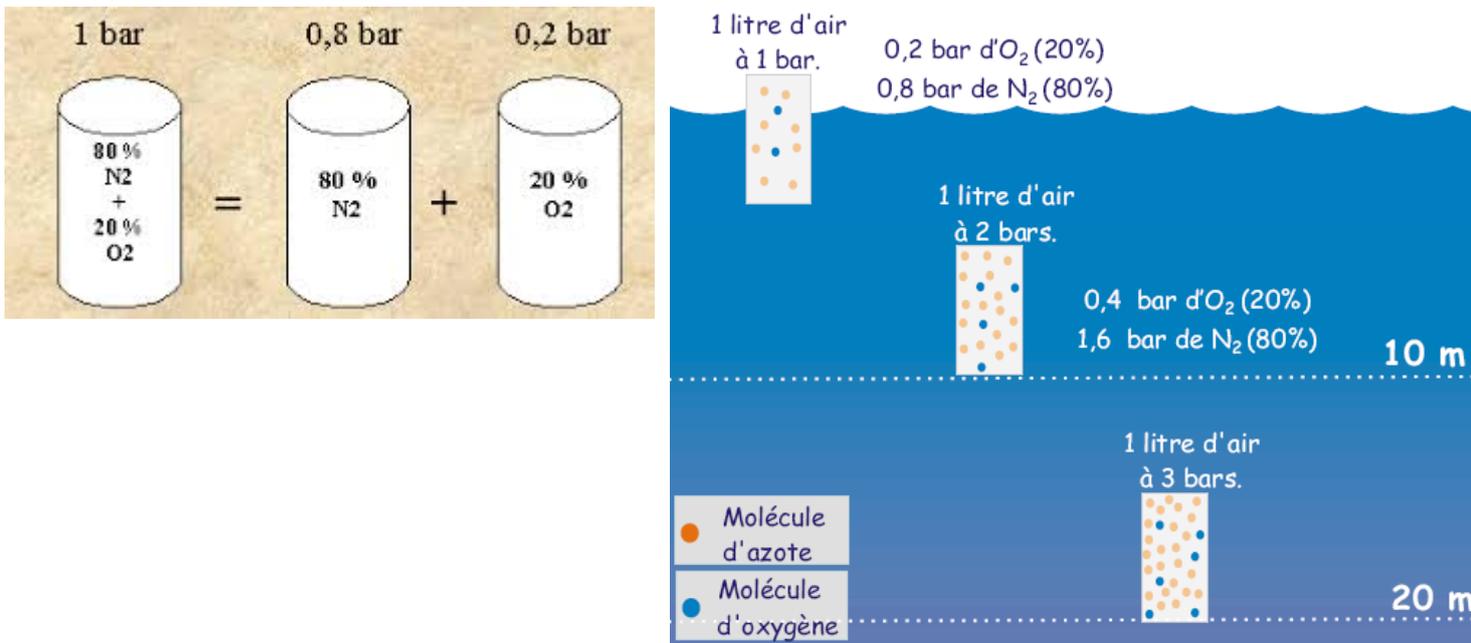
- à la pression atmosphérique de la surface vient s'ajouter la pression hydrostatique ( 1 bar tous les 10 mètres )

Pression absolue = Pression atmosphérique + Pression hydrostatique

- pour ne pas être comprimé par la pression absolue, on respire dans un détendeur conçu pour donner de l'air à la demande et à la même pression que la pression absolue environnante. Les poumons gardent le même volume qu'en surface et la pression de l'air dans les poumons = pression absolue.

- On respire donc de l'air avec les mêmes proportions qu'à la surface ( 20%O<sub>2</sub> + 80%N<sub>2</sub> ) mais comprimé.  
Pression absolue > 1 bar  
Seules les Pressions Partielles des gaz sont modifiées, et la relation de DALTON est toujours vérifiée

$$Pression\ absolue = \sum Pressions\ Partielles$$



## 1.1. Mécanisme de la saturation et de la désaturation :

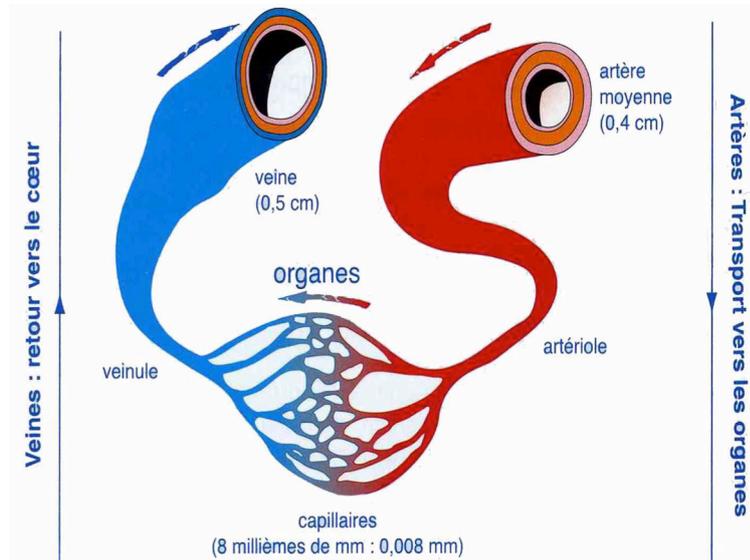
### 1.1.1. L'appareil circulatoire :

#### 1.1.1.1. Les vaisseaux

Les vaisseaux sanguins permettent de faire circuler le sang propulsé par le cœur. On distingue :

- Les artères**, dont la plus grosse est l'aorte qui part du cœur gauche : elles ont des parois lisses et permettent d'apporter le sang oxygéné aux différents organes. Les parois sont élastiques et contractiles qui permettent une régulation du débit sanguin. Leur diamètre, à l'origine est important, puis elles se ramifient pour se transformer en artérioles, de diamètre plus faible et à parois moins élastiques qui favorisent un écoulement plus lent, qui se transforment elles-mêmes en capillaires, dont la paroi extrêmement fine permet les échanges gazeux et nutritifs. Les capillaires ont une paroi perméable aux substances chimiques, aux gaz dissous et aux globules blancs.
- Les veines** ramènent le sang vers le cœur : elles sont plus nombreuses que les artères, et de dimensions plus importantes. Leurs parois sont flasques et minces qui ne leur permet pas de

se contracter, mais elles sont pourvues de valvules qui obligent le sang à circuler dans le même sens vers le cœur. Les veinules, sont le pendant des capillaires, elles augmentent progressivement en diamètre pour devenir des veines.



### 1.1.1.2. Le sang

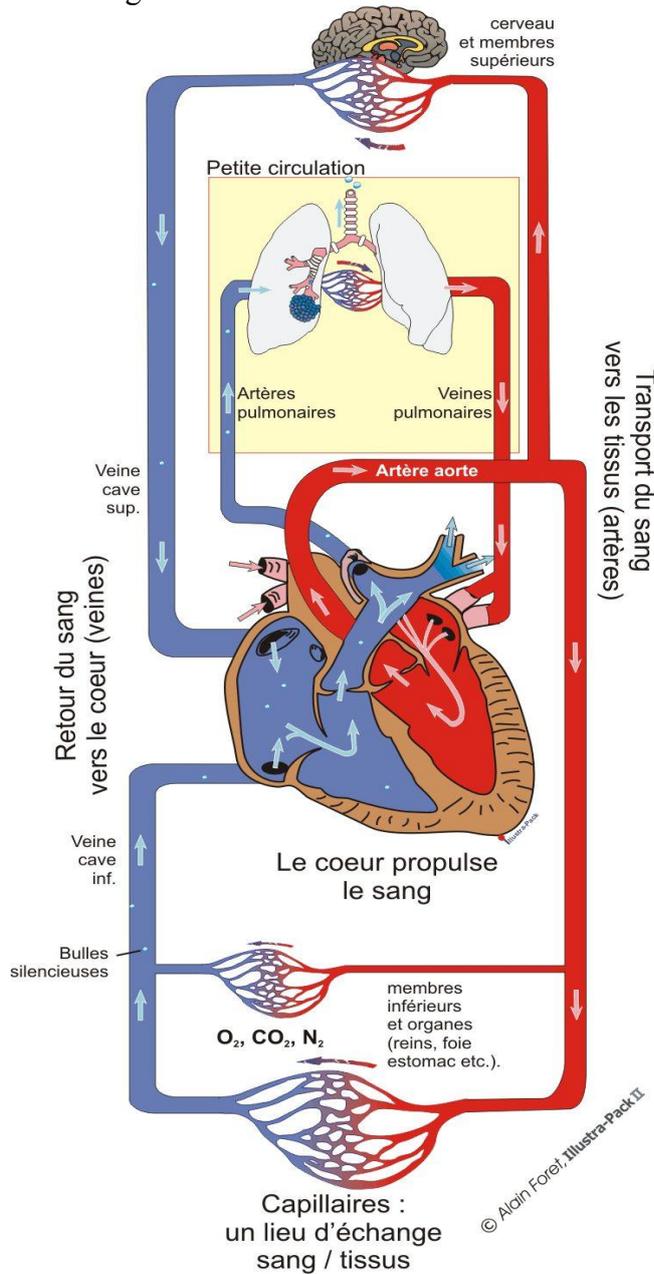
Le sang transporte entre autres, les éléments nutritifs à nos cellules, ainsi que les gaz. Il évacue les déchets en transportant les gaz dissous vers les poumons, et le reste vers les reins, la peau, ....

L'organisme humain contient 5 à 6 litre de sang, dont on distingue :

- a. Le sang veineux qui est rouge foncé (on parle de sang bleu), car chargé en gaz carbonique.
- b. Le sang artériel qui est rouge vif, car chargé en oxygène.

### 1.1.1.3. La circulation du sang

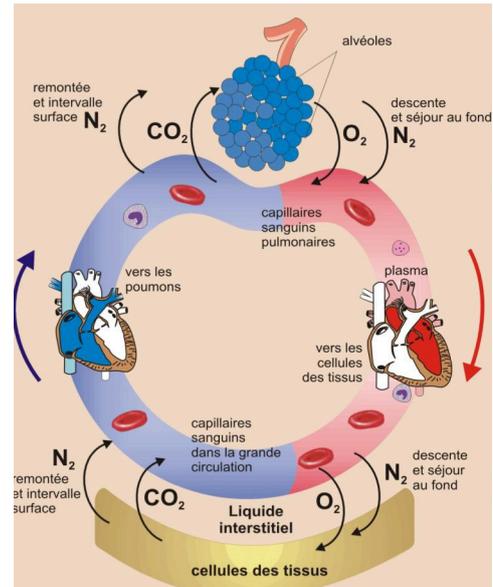
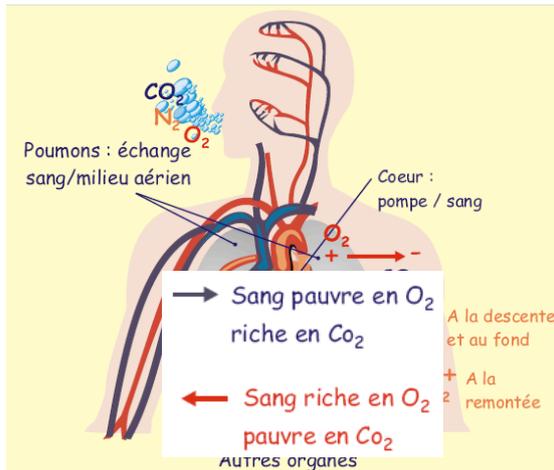
On distingue deux circulations : la Petite et la Grande Circulations



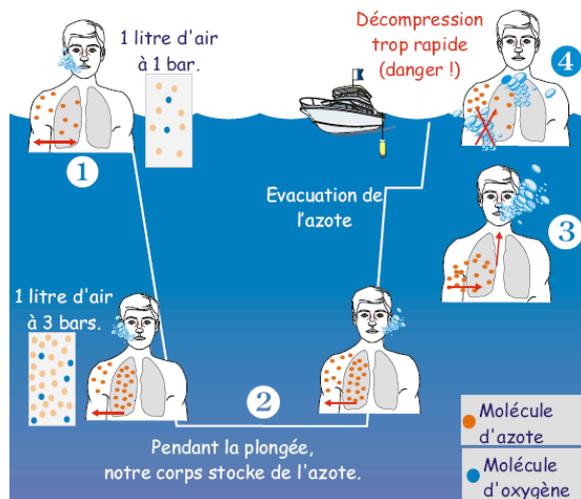
- La circulation pulmonaire, ou Petite Circulation**  
 Le sang veineux (bleu) arrive dans le cœur droit par les veines caves ; Il est alors propulsé dans les poumons par l'artère pulmonaire qui se divise en deux.  
 Les échanges gazeux se font au niveau des alvéoles pulmonaires : le gaz carbonique est évacué, et il y a apport d'oxygène.  
 Le sang riche en oxygène est envoyé vers le cœur gauche par les veines pulmonaires, puis est propulsé dans l'aorte pour se diffuser dans l'organisme.
- La circulation générale, ou Grande Circulation**  
 Le sang riche en oxygène est propulsé vers l'aorte et le reste de l'organisme via les artères carotides, coronaires, sous-clavières, aorte descendante.  
 Il faut environ 2 à 3mn à la masse sanguine pour faire le tour complet de l'organisme.

### 1.1.2. Les échanges gazeux :

- Le corps humain, au travers du système cœur / sang / poumons est un système d'échange de gaz qui vont toujours de la concentration la plus forte, vers la concentration la plus faible.
- Ainsi, en plongée, au cours de la descente, l'air respiré à la pression ambiante est plus concentré en azote que les tissus de l'organisme: celui-ci se charge donc en azote

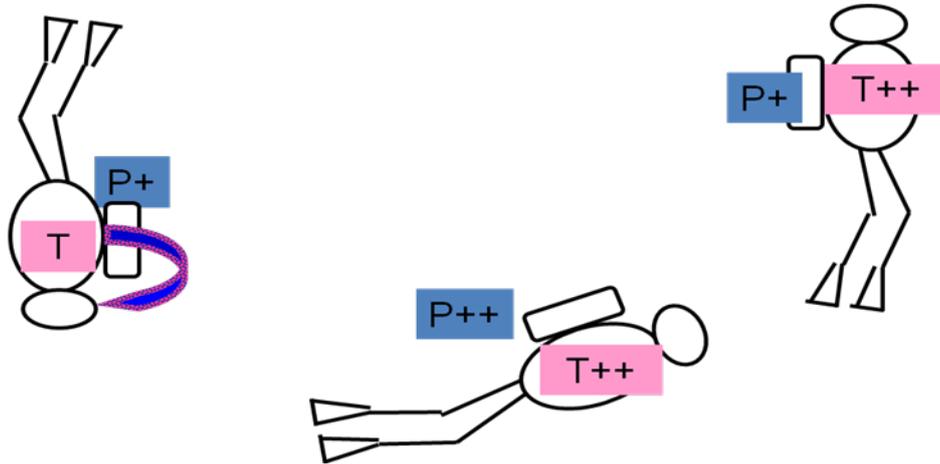


- 
- 
- 
- Au fond il continue de se charger en azote. Plus on descend, plus la pression augmente, et plus on reste longtemps, plus la concentration d'azote augmente.
- A la remontée, la pression diminuant, la concentration en azote de l'air respiré est plus faible que la concentration d'azote contenu dans le sang: le processus s'inverse, et l'azote passe donc dans les poumons d'où il est évacué par la respiration, comme le CO<sub>2</sub>.



## 1.2. Dissolution des gaz dans l'organisme : effet de la pression :

- La quantité de gaz dissoute dans l'organisme est directement proportionnelle à la pression qu'exerce ce gaz sur celui-ci.  
Plus la pression augmente (à la descente), plus le gaz se dissout dans les tissus!
- Si la pression diminue trop vite (à la remontée), le gaz dissout réapparaît sous forme de bulles dans les tissus.



## 1.3. ACCIDENT DE DESATURATION (DECOMPRESION):

### 1.3.1. Causes

C'est un dégazage anarchique de l'azote dans les tissus, dû à :

- Vitesse de remontée trop rapide,
- Ou des paliers non respectés,
- Cela génèrent des bulles d'azote trop grosses pour être acceptées par l'organisme: **très gros risques d'accident de décompression**



- L'ACCIDENT DE DÉSATURATION (DÉCOMPRESSION) ADD :  
Celui-ci peut se déclencher dans l'eau, ou bien à la surface dans les minutes ou les heures qui suivent la plongée, avec des conséquences multiples dont certaines sont très graves.

### 1.3.2.Conséquences

- DES CONSEQUENCES GRAVES  
Celles-ci sont dues à la présence de bulles d'azote dans les différentes parties de l'organisme, et les symptômes diffèrent suivant les types d'accident et les zones atteintes:
  - paralysie de certains membres, impossibilité d'uriner, troubles de la vision ou de la parole s'il s'agit d'un ADD du système nerveux ou de la moelle épinière
  - Troubles de l'équilibre et nausées si l'oreille interne est touchée.
  - Sachant que les cellules nerveuses ont une durée de vie sans oxygène très courtes, et qu'elles ne se reconstituent pas une fois détruites, les séquelles de ce type d'accident sont souvent **irréversibles**: d'où **l'urgence des secours**.
  - Dans certains cas, un ADD peut se manifester par un état de fatigue générale: il faut dans ce cas consulter un médecin connaissant les risques de la plongée au plus tôt.
- AUTRES TYPES PLUS RARES d'ADD
  - Puce et moutons: atteintes cutanées (des bulles d'azotes se trouvent « coincées » sous la peau): ce type d'accident est plutôt « réservé » à la plongée professionnelle ou à celle en vêtement étanches
  - BENDS: ce sont des accidents au niveau articulaire, ou dans les os ou muscles: ils se traduisent par de violentes douleurs localisées, sans pertes fonctionnelles: ils peuvent arriver en plongée loisir: (plongée profonde, de longue durée...)

### 1.3.3.CONDUITE A TENIR

- La rapidité d'intervention et des secours est primordiale dans les MINUTES qui suivent l'accident. Il faut donc:
  - **ASSURER LA SURVIE DES ORGANES VITAUX** (cellules nerveuses) en mettant la personne soupçonnée d'accident sous oxygène pur (**15L/mn**), jusqu'à ce que cette personne soit prise en charge par le SAMU ou les pompiers, **même si cette personne se sent mieux: les symptômes peuvent réapparaître plus tard, et les séquelles devenir irréversibles.**
  - IL est recommandée de mettre la palanquée sous O2 si elle a le même profil de remontée

- **PREVENIR** les secours par VHF (canal 16) ou tel portable (112)
- **FLUIDIFIER** le sang: s'il est conscient, faire boire l'accidenté 1 à 2 Litres d'eau plate, et lui donner de l'aspirine 500mg s'il n'est pas allergique.
- **PARAMETRES DE PLONGEE**: fournir ceux de l'ensemble de la palanquée au Directeur de Plongée, sans rien omettre, et surtout sans mentir. Laisser au DP les ordinateurs identifiés nominativement.
- **SURVEILLER** les autres membres de la palanquée, pour qu'ils soient éventuellement pris également en charge par les secours.
- L'accidenté est conduit par les secours au caisson hyperbare le plus proche.

#### **1.3.4.PREVENTION**

- Remontez toujours avec une réserve d'air suffisante (30 à 50 bars), et ne cherchez pas la profondeur:
  - **AVANT LA PLONGÉE**:
    - Ne pas plonger fatigué (après un voyage par exemple)
    - Ne pas plonger stressé ou contraint
    - En cas de traitement médical, demander son avis à son médecin
  - **PENDANT LA PLONGÉE**:
    - La plus grande profondeur doit être atteinte en début de plongée
    - La deuxième plongée doit être moins profonde que la première (pas de profil inversé)
    - Pas de profil « yoyo »
  - **EN FIN DE PLONGÉE**:
    - Respectez une vitesse de remontée lente et régulière, conforme aux tables ou à votre ordinateur (jamais plus vite que les petites bulles)
    - Respectez le temps et la profondeur des paliers, en expirant profondément
  - **APRÈS LA PLONGÉE**:
    - Respectez un délai de 24H avant de prendre l'avion

- Ne montez pas en altitude dans les heures qui suit la sortie de votre dernière plongée
- Ne faites pas d'effort violent ou soutenu après la plongée
- Ne faites pas d'apnée avant **au moins 6H après la sortie de votre dernière plongée**

### 1.3.5.SYNTHESE

Classification des accidents de désaturation :

NOM	CAUSES	POURQUOI	SYMPTOMES	CONDUITE A TENIR	PREVENTION
PUCE	Mauvaise vitesse de remontée mauvais calculs de paliers	Saturation des tissus courts liés à la Pression Abs	Démangeaison de la peau Fourmillements	O2 -1L d'eau – proposer aspirine (250mg) Consulter Médecin Hyperbare	Respecter les tables et la vitesse de remontée
MOUTON	Mauvaise vitesse de remontée mauvais calculs de paliers	Saturation des tissus courts liés à la Pression Abs	Boursoufflure, marbrures de la peau	O2 -1L d'eau – proposer aspirine (250mg) Consulter Médecin Hyperbare	Respecter les tables et la vitesse de remontée
BEND	Efforts intenses	Saturation des tissus longs liés à la Pression Abs	Douleurs articulaires, coude, hanche, épaule	O2 -1L d'eau – proposer aspirine (250mg) Consulter Médecin Hyperbare	Respecter les tables et la vitesse de remontée Eviter tout effort
DEGAZAGE INCONTROLE	Non respect des tables MN90 et la vitesse de remontée est sup à 15m/mn	Matériel défectueux, panique	Envie d'uriner et ne pas pouvoir, repli sur soi, la tension artérielle trouble de la vision, de la parole, épilepsie, paralysie, etc..	O2 -1L d'eau – proposer aspirine (250mg) Appel CROSS Evacuation immédiate caisson hyperbare	Respecter les tables et la vitesse de remontée, contrôler son matériel (détendeur)

## 2. PROCEDURE DE DESATURATION (DECOMPRESION):

### UN PEU D'HISTOIRE

Ce n'est qu'à partir du 19<sup>ième</sup> siècle, et grâce aux travaux de Paul BERT que l'on a compris que seule une décompression « suffisamment ralentie » peut prévenir l'ADD.

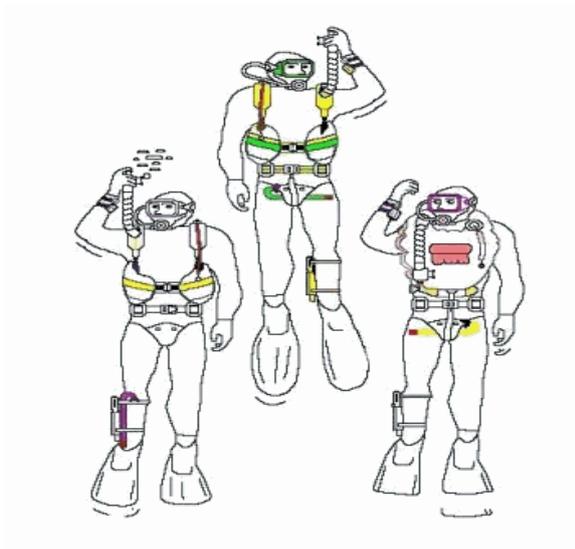
Après d'autres physiciens, J.-S. HALDANE propose les premières tables de plongée en 1908: elles étaient valables jusqu'à 61 m avec une vitesse de remontée de 10 M/mn.

La 2<sup>ième</sup> guerre mondiale a été un moteur du développement de la plongée, qui s'est fait dans de nombreux pays, ce qui a permis l'élaboration de nombreux modèles de tables:

- Aux USA: US NAVY, RDP-PADI, NAUI, SSI
- En Angleterre: BSAC

- En Suisse (au fond du lac...): BÜHLMAN, modèle largement utilisé dans les ordinateurs
  - En France: COMEX, MT92, **MN90** cette dernière étant retenue comme table de référence par la FFESSM
- **CONTRAINTE** : apprécier correctement la ou les vitesses de remontée préconisées par:
    - TABLES MN90:
      - Population de référence :
        - 1095 plongeurs de la Marine Nationale en 1988
        - 32,3 ans plus ou moins
        - 6,1 ans • 1,76 m plus ou moins 5,7 cm
        - 74 kg plus ou moins 8 kg
      - Vitesse de remontée : 15 à 17 m/mn, soit 5 m en 20 secondes (vitesse des **PETITES** bulles de diamètre 1 à 2 mm: pensez à changer régulièrement de bulles car elles grossissent et remontent de plus en plus vite)
      - 6 m/mn entre les paliers jusqu'à la surface, soit 30 secondes pour faire 3 mètres
      - Pas ou peu de courant
      - Profondeur max: 60 m
      - 2 plongées par jour max
      - Au bout de 12 plongées (6 jours consécutifs) , 1 jour de repos
    - ORDINATEURS:
      - En général 10 à 12 m/mn, une information exprimée en % de la vitesse max autorisée en fonction de la profondeur étant affichée, et une alarme sonore et / ou visuelle intervenant en cas de dépassement: gestion « facile »
      - De l'ordre de 6 m/mn entre paliers

- **PALIERS:** arrêts OBLIGATOIRES nécessaires pour laisser le temps à l'organisme d'éliminer l'azote en excès
  - Difficultés:
    - Tenue de la profondeur: variation max autorisée: 1 à 2 mètres vers le bas: éviter de remonter au dessus de la profondeur du palier
    - Durée: il faut impérativement la respecter: en l'absence d'ordinateur, utiliser une montre ou un timer indiquant les secondes
  - Ventilation: c'est elle qui permet l'évacuation de l'azote: celle-ci doit être donc ample, en insistant sur l'expiration: **NE PAS FAIRE d'APNÉE**, et éviter de rester strictement immobile

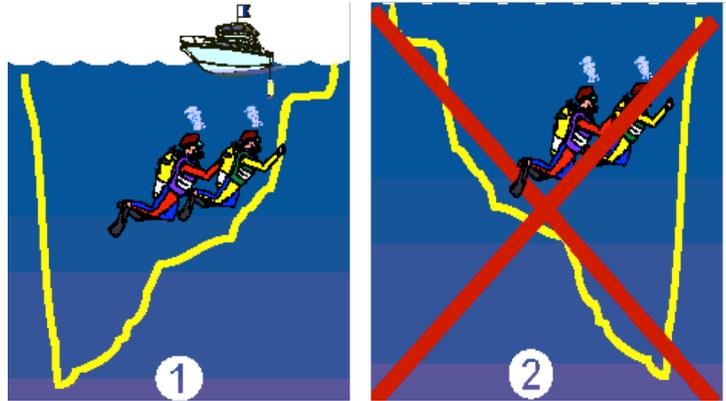


### 3. UTILISATION DE LA TABLE MN90

#### Recommandations préalables

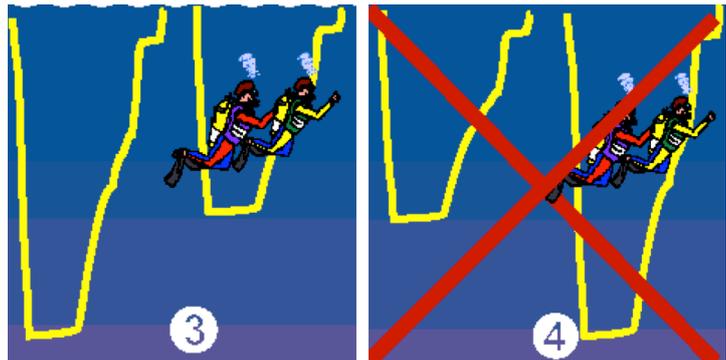
1 & 2:

- La profondeur maximum doit être atteinte en début de plongée
- On doit toujours remonter à la vitesse préconisée par les tables ou l'ordinateur
- Ne jamais changer de tables ou d'ordinateur entre deux plongées au cours d'une même journée
- Si on plonge avec un ordinateur, prévoir un jeu de tables en secours



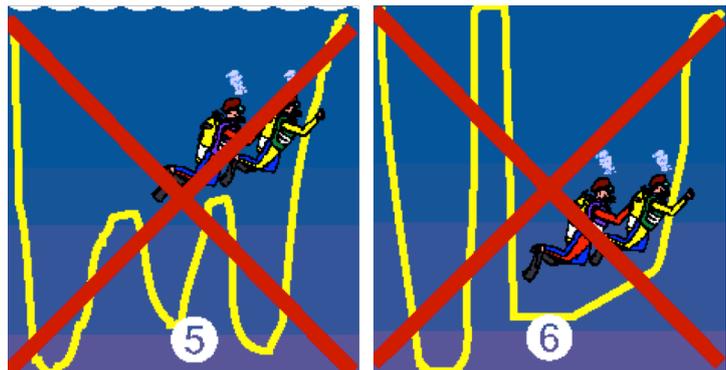
3 & 4:

- la profondeur maximum de la deuxième plongée doit être inférieure à celle de la première
- On doit se limiter à deux plongées par jour



5 & 6:

- Éviter les montées et les descentes de plusieurs mètres (« yo-yo »)
- Ne pas faire de remontée rapides



### 3.1. DEFINITION DE LA MN90

- Les tables de plongée “ Marine Nationale 90 ” (MN90) sont un outil de désaturation à utiliser dans la limite de 2 plongées loisir par jour, à l’air et au niveau de la mer, avec une vitesse de remontée de l’ordre de 15 à 17 m/mn jusqu’au 1er palier et ensuite de 6 m/mn pour passer d’un palier à l’autre jusqu’à la surface, pour une profondeur maximale de 60 mètres.
- Nous allons expliquer chacun des termes suivants :
  - plongée loisir
  - plongée à l’air
  - plongée au niveau de la mer
  - outil de désaturation

#### PLONGEE LOISIR

- La plongée loisir est une plongée où l’on ne fait pas d’effort, pas de travaux sous-marins. Sinon le flux sanguin et les cycles respiratoires augmentent et la quantité d’azote dissoute augmente. Si elles étaient indûment utilisées, les tables MN90 donneraient des paliers insuffisants.
- Le déplacement à la palme se fera à une vitesse de 0,5 nœud ~ 15 mètres / minute Si néanmoins on a dû faire des efforts (palmage contre le courant), alors il faut majorer le palier à 3 mètres (et pas les paliers à 9 ou 6 mètres )
- Après la plongée, il faut laisser l’azote désaturer :
  - à la vitesse prévue par la table.
  - Il ne faut ni accélérer, ni ralentir ce processus.
  - Il ne faut donc pas :
    - ✓ Faire un effort violent genre marathon en plein soleil
    - ✓ Monter en altitude
    - ✓ Faire de l’apnée (possible avant mais jamais après la plongée)

#### PLONGEE A L’AIR

- plongée à l’air implique que le mélange respiré dans la bouteille est composé de
  - #20% O<sub>2</sub> = comburant
  - #80% N<sub>2</sub> = diluant
  - #0,03% CO<sub>2</sub> = excitant

- Pour d'autres proportions (plongée aux mélanges Nitrox, Trimix, ...), les tables MN90 ne sont pas utilisables directement.
- Dans le cas du Nitrox nous verrons ultérieurement un artifice qui permet de les utiliser.

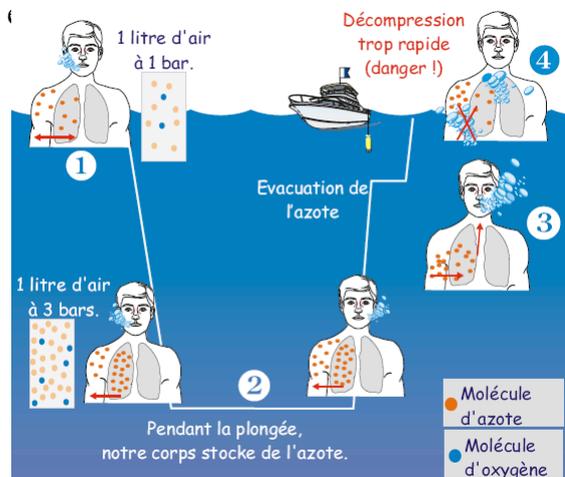
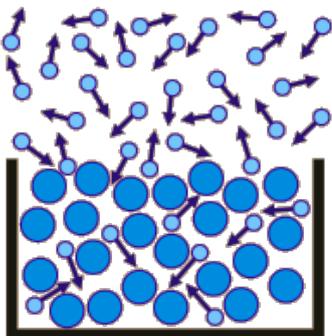
## PLONGEE AU NIVEAU DE LA MER

- La pression à la surface de la mer est 1 bar
- La pression atmosphérique diminue de 0,1 bar tous les 1000 mètres
- Pour un profil de plongée identique et après le retour à la surface, la différence (gradient) de pression entre la tension d'azote et la pression atmosphérique sera plus importante pour une plongée en altitude que pour une plongée au niveau de la mer. L'azote désaturera donc plus vite que prévu par la MN90
- Dans le cas de la plongée en altitude, **les tables MN90 ne sont pas utilisables directement**. Nous verrons en préparation N3 un artifice qui permet de les utiliser.

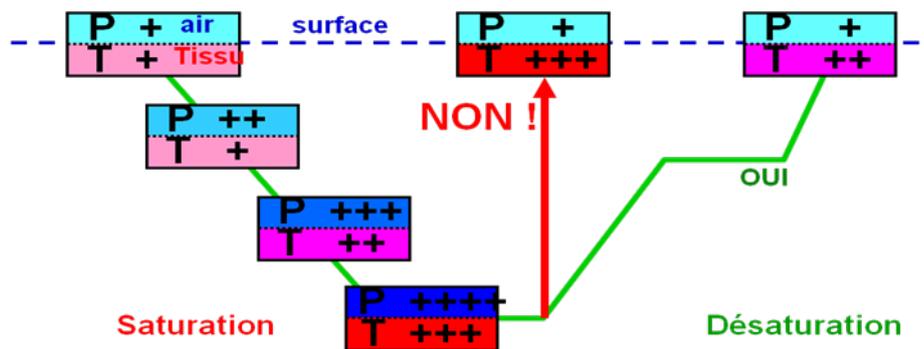
## OUTIL DE DESATURATION

- à la pression atmosphérique de la surface vient s'ajouter la pression hydrostatique ( 1 bar tous les 10 mètres )  

$$\text{Pression absolue} = \text{Pression atmosphérique} + \text{Pression hydrostatique}$$
- pour ne pas être comprimé par la pression absolue, on respire dans un détendeur conçu pour donner de l'air à la demande et à la même pression que la pression absolue environnante. Les poumons gardent le même volume qu'en surface et la pression de l'air dans les poumons est égale pression absolue.
- On respire donc de l'air avec les mêmes proportions qu'à la surface (20%O<sub>2</sub> + 80%N<sub>2</sub>) mais comprimé.  
**Pression absolue > 1 bar → Tension N<sub>2</sub> # Pression partielle = %N<sub>2</sub> x Pression abs > 0,8 bar**
- Plus la profondeur augmente, plus la pression de l'air respiré est élevée, plus la quantité d'azote dissoute dans les tissus est

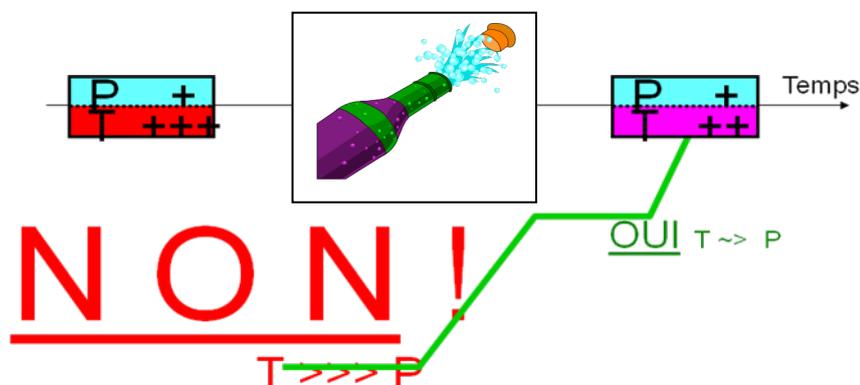


- Avec un mélange air, on ne peut éviter la saturation en azote. Il faut donc contrôler la désaturation.
- Retour à la surface à la pression atmosphérique de la surface, en partant d'une Pression absolue de la plongée supérieure à 1 bar ce qui induit:  
**Tension N2 = Pression partielle N2 = %N2 x Pression absolue plongée > 0,8 bar**  
 La tension N2 diminue au cours du temps (en 12 h au plus) et rejoint sa valeur habituelle de 0,8bar
- → Quand  $P = P_{pN_2}$  varie à l'extérieur d'un tissu,  $T = T_{N_2}$  varie dans le même sens à l'intérieur du tissu mais plus ou moins rapidement selon le tissu.



**RAPPEL: ACCIDENT DE DESATURATION : DEGAZAGE ANARCHIQUE de l'AZOTE dans les TISSUS**

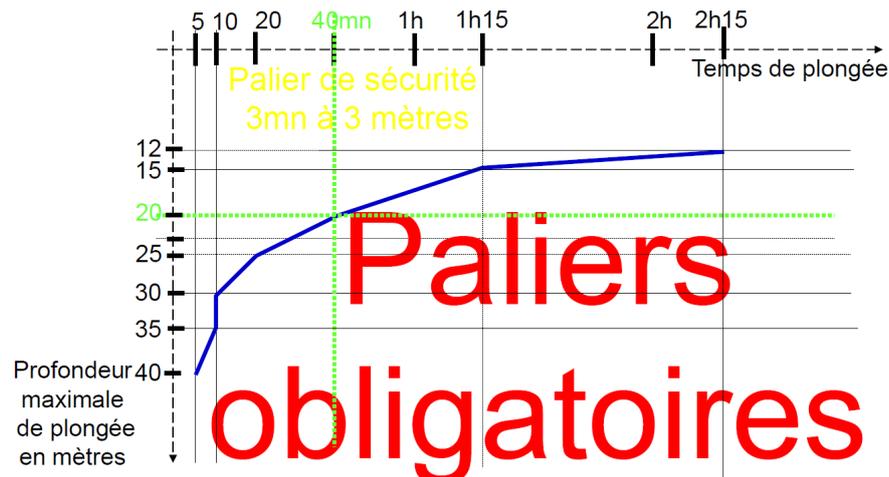
- Une vitesse de remontée trop rapide, ou des paliers non respectés, génèrent des bulles d'azote :
  - Petites bulles circulantes: **Maladie De la Décompression: MDD**
  - Grosses bulles fixées, trop grosses pour être acceptées par l'organisme: très gros risques d'**Accident De Désaturation: ADD**



### 3.2. COURBE DE SECURITE

- Elle n'est valable que pour une première plongée à l'air.
- Elle est issue de la table MN90
- Elle est à connaître par cœur

#### courbe de sécurité 1<sup>ière</sup> Plongée à l'air



Prof m	40	35	30	25	20	15	12	10
Temps de plongée mn	5	10	10	20	40	75	2h15	5h30

### 3.3. UTILISATION DE LA TABLE MN90

La table MN90 permet de comprendre le principe de calcul de la profondeur des paliers et des temps pour une ou deux plongées par jour. Ce même type de calcul est utilisé dans les ordinateurs, avec quelques variantes dues aux différents modèles de désaturation (Haldane, Bulhman, RGBM, etc), qui seront étudiés de manière plus approfondie dans le cadre de la préparation du Niveau 4.

La FFESSM impose l'utilisation des tables MN90 dans le cadre des épreuves théoriques des examens, de même que le Ministère de la Jeunesse et des Sports impose l'usage desdites tables dans les épreuves théoriques des spécifiques BEES1 ou BEES2. Plus précisément, il s'agit de l'utilisation des tables MN90 actualisées.

En ce qui concerne la pratique, rappelons qu'à l'origine l'usage des tables MN90 est réservé à la plongée autonome dans le cadre des missions de la marine nationale, pour des plongées ne nécessitant qu'un effort physique modéré. De ce fait, il va de soi que dans le cadre de la plongée sportive ou de loisir, l'usage des tables MN90 fédérales est déconseillé pour toute activité sortant de son domaine d'utilisation, en particulier lorsqu'il s'agit d'effort physique important en immersion.

Deux plongées au maximum par 24 heures.

- Les tables indiquent, en fonction de la profondeur atteinte et du temps passé sous l'eau, la profondeur et la durée des paliers à effectuer au cours de la remontée.
- Vitesse de remontée du fond au premier palier : entre 15 et 17 mètres par minute.
- Entre paliers, la vitesse est de 6 mètres par minutes, soit 30 secondes pour passer d'un palier à l'autre. Cela est encore valable depuis le dernier palier jusqu'à la surface.
- La durée de la plongée se compte en minutes entières (toute fraction de minute commencée est considérée comme une minute entière écoulée) depuis l'instant où le plongeur quitte la surface en direction du fond jusqu'à l'instant où il quitte le fond pour remonter vers la surface, à la vitesse préconisée de 15 à 17 mètres par minute.
- La profondeur de la plongée est la profondeur maximale atteinte au cours de la plongée.
- Si la valeur de la durée de plongée ou celle de la profondeur de plongée ne sont pas dans la table, prendre la valeur lue immédiatement supérieure.
- L'interpolation des temps ou des profondeurs est interdite.
- La plongée au-delà de 60 mètres est interdite.
- Les tables données pour les profondeurs de 62 et 65 mètres sont des tables de secours à n'employer qu'en cas de dépassement accidentel.
- Dans ce cas il est interdit d'effectuer une nouvelle plongée pendant une durée de 12 heures.
- Intervalle entre deux plongées : temps entre la fin de la première plongée et le début de la seconde plongée.

#### **Présentation de la table MN90 :**

- Elle se compose d'un tableau de détermination des paliers et de quatre tableaux annexes :
  - Le tableau I : détermination de l'azote résiduel par respiration d'air pur en surface,
  - Le tableau II : détermination de la majoration,
  - Le tableau III : détermination de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface,
  - Le tableau IV : durée de remontée, hors durée palier(s), plus temps inter palier(s).
- On peut lire sur le tableau principal :
  - **Prof:** c'est la profondeur maximale atteinte pendant la plongée
  - **Durée:** depuis l'immersion jusqu'au moment du début de la remontée à 15 ou 17 m/mn
  - **12, 9, 6, 3m:** profondeur des différents paliers: si la case est vide, c'est qu'il n'y a pas de palier: sinon, c'est la durée de palier qui est indiquée
  - **DTR:** Durée Totale de la Remontée, incluant le temps de remontée depuis le début à 15 ou 17 m/mn, puis la durée des paliers, et le temps de remontée inter-paliers à 6 m/mn jusqu'à la surface: permet de calculer l'heure de sortie théorique
  - **GPS:** Groupe de Plongée Successive : C'est la mémoire de la plongée. Il permet de rendre compte de la quantité de gaz dissout restant dans l'organisme à la suite d'une plongée, et qui peut prendre les valeurs de A à P

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
6m	15 min		1	A
	30 min		1	B
	45 min		1	C
	1h15		1	D
	1h45		1	E
	2h15		1	F
	3h00		1	G
	4h00		1	H
	5h15		1	I
	6h00		1	J
8m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	E
	1h30		1	F
	1h45		1	G
	2h15		1	H
	2h45		1	I
	3h15		1	J
	4h15		1	K
5h00		1	L	
6h00		1	M	
10m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	F
	1h15		1	G
	1h45		1	H
	2h00		1	I
	2h15		1	J
	2h45		1	K
	3h00		1	L
4h00		1	M	
4h15		1	N	
5h15		1	O	
5h30		1	P	
6h00	1	2	P	

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
12m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	B
	20 min		1	C
	25 min		1	C
	30 min		1	D
	35 min		1	D
	40 min		1	E
	45 min		1	E
	50 min		1	F
	55 min		1	F
	60 min		1	G
	1h05		1	G
	1h10		1	H
	1h15		1	H
	1h20		1	H
	1h25		1	I
	1h30		1	I
	1h35		1	J
	1h40		1	J
	1h45		1	J
	1h50		1	K
	1h55		1	K
	2h00		1	K
2h10		1	L	
2h15		1	L	
2h20	2	4	L	
2h30	4	6	M	
2h40	6	8	M	
2h50	7	9	N	
3h00	9	11	N	
3h10	11	13	N	
3h20	13	15	O	
3h30	14	16	O	
3h40	15	17	O	
3h50	16	18	O	
4h00	17	19	O	
4h10	18	20	P	
4h15	19	21	P	
4h30	22	24	P	

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
15m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	C
	20 min		1	C
	25 min		1	D
	30 min		1	E
	35 min		1	E
	40 min		1	F
	45 min		1	G
	50 min		1	G
	55 min		1	H
	60 min		1	H
	1h05		1	I
	1h10		1	I
	1h15		1	J
	1h20	2	4	J
	1h25	4	6	K
	1h30	6	8	K
1h35	8	10	L	
1h40	11	13	L	
1h45	13	15	L	
1h50	15	17	M	
1h55	17	19	M	
2h00	18	20	M	
18m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	C
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	F
	40 min		2	H
	45 min		2	H
	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1h05	8	10	J
	1h10	11	13	K
	1h15	14	16	K

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
18 m	1h20	17	19	L
	1h25	21	23	L
	1h30	23	25	M
	1h35	26	28	M
	1h40	28	30	M
	1h45	31	33	N
	1h50	34	36	N
	1h55	36	38	N
	2h00	38	40	O
	20m	5 min		2
10 min			2	B
15 min			2	D
20 min			2	D
25 min			2	E
30 min			2	F
35 min			2	G
40 min			2	H
45 min		1	3	I
50 min		4	6	I
55 min	9	11	J	
60 min	13	15	K	
1h05	16	18	K	
1h10	20	22	L	
1h15	24	26	L	
1h20	27	29	M	
1h25	30	32	M	
1h30	34	36	M	
22m	5 min		2	B
	10 min		2	C
	15 min		2	D
	20 min		2	E
	25 min		2	F
	30 min		2	G
	35 min		2	H
	40 min	2	4	I
	45 min	7	9	I
	50 min	12	14	J
55 min	16	18	K	

Prof	Durée	6m	3m	DTR	GPS
22 m	60 min		20	22	K
	1h05		25	27	L
	1h10		29	31	L
	1h15		33	35	M
	1h20		37	39	M
	1h25		41	43	N
	1h30		44	46	N
25m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min	1	3		F
	30 min	2	4		H
	35 min	5	7		I
	40 min	10	12		J
	45 min	16	18		J
	50 min	21	23		K
	55 min	27	29		L
	60 min	32	34		L
	1h05	37	39		M
	1h10	1	41	45	M
	1h15	4	43	50	N
	1h20	7	45	55	N
	1h25	9	48	60	O
1h30	11	50	64	O	
28m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min			2	E
	20 min	1	4		F
	25 min	2	5		G
	30 min	6	9		H
	35 min	12	15		I
	40 min	19	22		J
	45 min	25	28		K
	50 min	32	35		L
	55 min	2	36	41	M
	60 min	4	40	47	M
	1h05	8	43	54	N

Prof	Durée	6m	3m	DTR	GPS
28 m	1h10	11	46	60	N
	1h15	14	48	65	O
	1h20	17	50	70	O
	1h25	20	53	76	O
	1h30	23	56	82	P
	30m	5 min			2
10 min				2	D
15 min		1	4		E
20 min		2	5		F
25 min		4	7		H
30 min		9	12		I
35 min		17	20		J
40 min		24	27		K
45 min		1	31	35	L
50 min		3	36	42	M
55 min		6	39	48	M
60 min		10	43	56	N
1h05		14	46	63	N
1h10		17	48	68	O
32m	5 min			3	B
	10 min			3	D
	15 min	1	4		E
	20 min	3	6		G
	25 min	6	9		H
	30 min	14	17		I
	35 min	22	25		K
	40 min	1	29	33	K
	45 min	4	34	41	L
	50 min	7	39	49	M
	55 min	11	43	57	N
	60 min	15	46	64	N
	1h05	19	48	70	O
	1h10	23	50	76	O
35m	5 min			3	C
	10 min			3	D
	15 min	2	5		F
	20 min	5	8		H

Prof	Durée	9m	6m	3m	DTR	GPS
35m	25 min			11	14	I
	30 min		1	20	24	J
	35 min		2	27	32	K
	40 min		5	34	42	L
	45 min		9	39	51	M
	50 min		14	43	60	N
	55 min		18	47	68	N
	60 min	22	50	75	O	
38m	1h05	2	26	52	84	*
	1h10	4	28	57	93	*
	5 min				3	C
	10 min			1	4	E
	15 min			4	7	F
	20 min			8	11	H
	25 min	1	16	21		J
	30 min	3	24	31		K
	35 min	5	33	42		L
	40 min	10	38	52		M
	45 min	15	43	62		N
	50 min	20	47	71		N
	55 min	2	23	50	79	O
	60 min	5	27	53	89	P
40m	1h05	8	29	58	99	*
	1h10	11	31	62	108	*
	5 min				3	C
	10 min			2	5	E
	15 min			4	7	G
	20 min	1	9	14		H
	25 min	2	19	25		J
	30 min	4	28	36		K
	35 min	8	35	47		L
	40 min	13	40	57		M
	45 min	1	18	45	68	N
	50 min	2	23	48	77	O
	55 min	5	26	52	87	O
	60 min	8	29	57	98	P
1h05	12	31	61	108	*	
1h10	15	33	66	118	*	

Prof	Durée	12m	9m	6m	3m	DTR	GPS
42m	5 min					3	C
	10 min				2	6	E
	15 min				5	9	G
	20 min			1	12	17	I
	25 min			3	22	29	J
	30 min			6	31	41	L
	35 min			11	37	52	M
	40 min		1	16	43	64	N
	45 min		3	21	47	75	*
	50 min		6	24	50	84	*
	55 min		8	29	55	96	*
	60 min		13	30	60	107	*
45m	5 min					3	C
	10 min				3	7	F
	15 min			1	6	11	H
	20 min			3	15	22	I
	25 min			5	25	34	K
	30 min			9	35	48	L
	35 min		1	15	40	60	M
	40 min		3	20	46	73	N
	45 min		6	24	50	84	*
	50 min		10	28	54	96	*
	55 min		14	30	60	108	*
	60 min	1	18	32	65	121	*
48m	5 min					4	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	7	13	H
	20 min			4	19	27	J
	25 min			7	30	41	K
	30 min		1	12	37	55	M
	35 min		3	18	44	70	N
	40 min		6	23	48	82	O
	45 min		10	27	53	95	*
	50 min	1	14	30	59	109	*
	55 min	2	18	32	64	121	*
	60 min	5	19	36	70	135	*

Prof	Durée	12m	9m	6m	3m	DTR	GPS
50m	5 min				1	5	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	9	15	H
	20 min			4	22	30	J
	25 min		1	8	32	46	L
	30 min		2	14	39	60	M
	35 min		5	20	45	75	N
	40 min		9	24	50	88	O
	45 min	1	12	29	55	102	*
	50 min	2	17	30	62	116	*
	55 min	5	19	34	67	130	*
	52m	5 min				1	5
10 min				1	4	10	F
15 min				3	10	18	I
20 min			1	5	23	34	K
25 min			2	9	34	50	L
30 min			4	15	41	65	M
35 min			6	22	47	80	O
40 min		1	10	26	52	94	O
45 min		2	15	29	59	110	*
50 min		5	17	32	64	123	*
55 min		8	19	36	71	139	*
55m		5 min				1	5
	10 min			1	5	11	G
	15 min			4	13	22	I
	20 min		1	6	27	39	K
	25 min		3	11	37	56	M
	30 min		6	18	44	73	N
	35 min	1	9	23	50	88	O
	40 min	3	12	29	55	104	P
	45 min	5	17	31	62	120	*
	50 min	8	19	35	69	136	*
	55 min	12	22	37	76	152	*

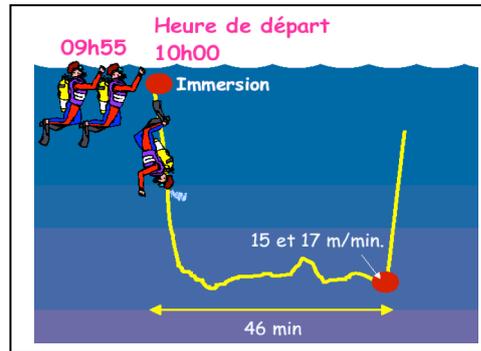
Prof	Durée	15m	12m	9m	6m	3m	DTR	GPS
58m	5 min					2	7	D
	10 min				2	5	12	G
	15 min			1	4	16	26	J
	20 min			2	7	30	44	K
	25 min			4	13	40	62	M
	30 min		1	7	21	46	81	N
	35 min		2	11	26	52	97	O
	40 min		5	15	30	59	115	P
	45 min		8	18	33	66	131	*
	50 min	1	11	21	37	74	150	*
	55 min	3	14	23	39	83	168	*
	60m	5 min					2	7
10 min					2	6	13	G
15 min				1	4	19	29	J
20 min				3	8	32	48	L
25 min				5	15	41	66	M
30 min			1	8	22	48	85	O
35 min			4	11	28	54	103	P
40 min			6	17	30	62	121	P
45 min		1	9	19	35	69	139	*
50 min		2	13	22	37	78	158	*
55 min		5	15	24	40	88	178	*
62m		5 min					2	7
	10 min				2	7	14	*
	15 min			1	5	21	33	*
65m	5 min					3	8	*
	10 min				3	8	16	*
	15 min			2	5	24	37	*

DÉPASSÉMENT ACCIDENTEL

PLONGÉE SUCCESSIVE INTERDITE

### 3.3.1. PLONGÉE SIMPLE

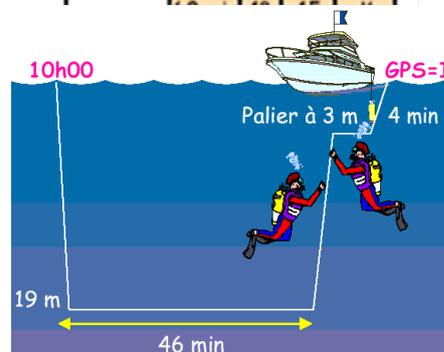
- **PLONGÉE SIMPLE:**  
c'est la première plongée de la journée: dans notre cas, l'immersion se fait à 10H, la profondeur maximale atteinte est de 19m, le temps de plongée est de 46mn. On dit que ce type de plongée a un profil « carré ».



- **Prof max:** 19m: n'existe pas dans la table: on prend le majorant, c.a.d 20m
- **Temps de plongée:** 46mn: n'existe pas dans la table: on prend le majorant, c.a.d 50mn
- A l'intersection Prof / Temps, on trouve qu'il faut faire un palier à 3m pendant 4mn, que la Durée Totale de Remontée (DTR) est de 6mn, aux vitesses préconisées, et que le Groupe de Plongée Successive (GPS) est I. On verra plus loin dans le cours son utilité.

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
18 m	1h20	17	19	L
	1h25	21	23	L
	1h30	23	25	M
	1h35	26	28	M
	1h40	28	30	M
	1h45	31	33	N
	1h50	34	36	N
	1h55	36	38	N
20m	2h00	38	40	O
	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	D
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
50 min	4	6	I	
55 min	9	11	J	

- **PLONGÉE SIMPLE:**  
le profil de la plongée est représenté ci-contre.
- L'Heure de Sortie (HS) est:  
 $10H + 46mn + 6mn = 10H52$



Si le plongeur plonge après plus de 12heures d'intervalle, le taux d'azote résiduel est ramené à sa valeur normale de 0.8 b. Le plongeur peut alors utiliser la table de plongée simple et se considérer dans le cas d'une première plongée. S'il plonge après moins de 12heures d'intervalle, alors il s'agit de plongées particulières :

- ⇒ Plongées consécutives
- ⇒ Plongées successives

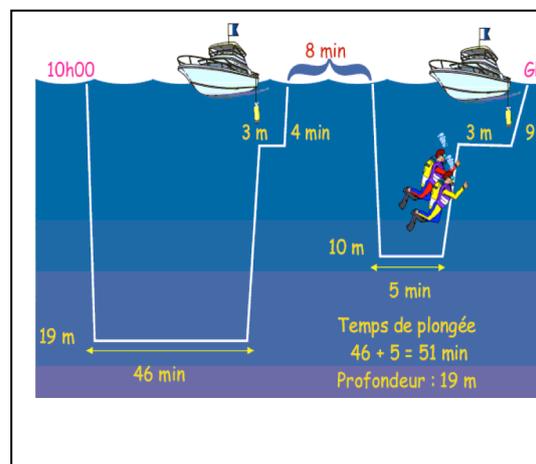
Que nous abordons ci-après.

### 3.3.2. PLONGEES CONSECUTIVES ou ADDITIVES

Plongées en mode consécutif: deux plongées dont l'intervalle est strictement inférieur à 15 minutes.

- ⇒ Si l'intervalle passé entre deux plongées est strictement inférieur à 15 minutes, on considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée.
- ⇒ Pour la deuxième plongée, on entre dans la table avec comme durée de plongée la somme des durées des deux plongées, et comme profondeur la profondeur maximale atteinte au cours des deux plongées.

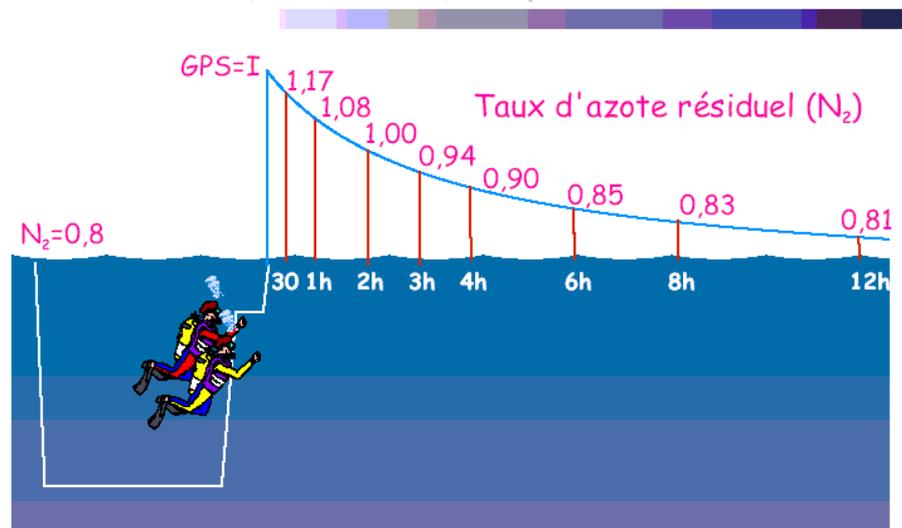
18m	35 min	2	F	
	40 min	2	G	
	45 min	2	H	
	50 min	2	H	
	55 min	1	3	I
20m	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K



- ⇒ Attention : Calculer l'heure de sortie en recherchant dans la table la durée de remontée depuis la profondeur de la seconde plongée.
- ⇒ **Ce type de plongées doit être exceptionnel.**

### 3.3.3. PLONGEES SUCCESSIVES

- ⇒ Plongées successives : 2 plongées dont l'intervalle est compris entre 15 min et 12 heures.
- ⇒ Le groupe auquel appartient la plongée effectuée est caractérisé par une lettre. Ce groupe permet de programmer les plongées successives et de calculer leur décompression.
- ⇒ Majoration : temps qu'il faudrait passer à la profondeur de la 2e plongée pour avoir la même quantité d'azote dissous que celui déterminé à l'heure de la deuxième plongée.
- ⇒ Si la durée exacte de l'intervalle ne se trouve pas dans le tableau I, prendre la valeur immédiatement inférieure.



**TABLEAU 1: EVOLUTION DE L'AZOTE RÉSIDUEL ENTRE DEUX PLONGÉES**

**INTERVALLES DE SURFACE**

Groupe de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h	6h30	7h	7h30	8h	8h30	9h	9h30	10h	10h30	11h	
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81

- Désaturation de la première plongée: l'azote stocké dans les tissus de l'organisme n'a été que partiellement évacué lors de la remontée et les paliers.
- En surface il va s'évacuer progressivement, une désaturation totale prenant 12 heures environ (cf planche précédente).
- Si nous nous immergeons pour aller à une profondeur P (inférieure à la profondeur atteinte lors de la première plongée) pendant cette période, il va falloir tenir compte de la quantité d'azote en excès au moment de l'immersion.
- Cette quantité d'azote correspond à celle que nous aurions accumulée en restant pendant un temps T appelé MAJORATION, à cette profondeur P.

- Les tableaux 1 et 2 suivants sont nécessaires pour effectuer deux plongées par jour
- L'utilisation du tableau 3 « Diminution de l'azote résiduel par respiration d'oxygène pur en surface » dépasse le cadre de la formation Niveau 2
- Le tableau 4 n'est qu'une aide permettant de connaître les temps de remontée (hors paliers) à une vitesse de 15 m/mn puis 6 m/mn entre paliers

TABLEAU 1: EVOLUTION DE L'AZOTE RÉSIDUEL ENTRE DEUX PLONGÉES																											
INTERVALLES DE SURFACE																											
Groupe de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h	6h30	7h	7h30	8h	8h30	9h	9h30	10h	10h30	11h	11h30	12h	
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81													
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81							
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81							
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81

TABLEAU 2: DETERMINATION DE LA MAJORATION EN MINUTES.																					
PROFONDEUR DE LA DEUXIEME PLONGEE.																					
Azote résiduel	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m	
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4	
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7	
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9	
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10	
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12	
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13	
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15	
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17	
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19	
1,33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20	
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22	
1,42	180	126	97	85	75	64	56	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24	
1,45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25	

TABLEAU 4: DUREE DE REMONTEE JUSQU' AU PREMIER PALIER PLUS TEMPS INTERPALIERS, EN MINUTES.													
PROFONDEUR DE REMONTEE.													
Profondeur du premier palier	6m	8m	10m	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m
sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
3m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
6m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
9m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
12m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
15m					3	3	3	3	4	4	4	4	4

TABLEAU 4: DUREE DE REMONTEE JUSQU' AU PREMIER PALIER PLUS PROFONDEUR DE REMONTEE.													
Profondeur du premier palier	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m	62m	65m
sans palier	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3m	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6m	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
9m	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
12m	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15m	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6

- ⇒ Si la valeur de la tension d'azote résiduel ne se trouve pas dans la première colonne du tableau II, prendre la valeur immédiatement supérieure.
- ⇒ Si la profondeur de la deuxième plongée ne se trouve pas dans le tableau II, prendre la profondeur immédiatement supérieure, car ce sera celle qui sera prise en compte pour la décompression.
- ⇒ Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est supérieure à celle qui a été retenue pour le calcul de la majoration, le plongeur conserve la majoration calculée; le calcul est effectué avec la durée fictive et la profondeur réellement atteinte.
- ⇒ Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est inférieure à celle qui a été retenue pour le calcul de la majoration, le plongeur conserve la majoration calculée ; le calcul est effectué avec la durée fictive et la profondeur utilisée pour le calcul.

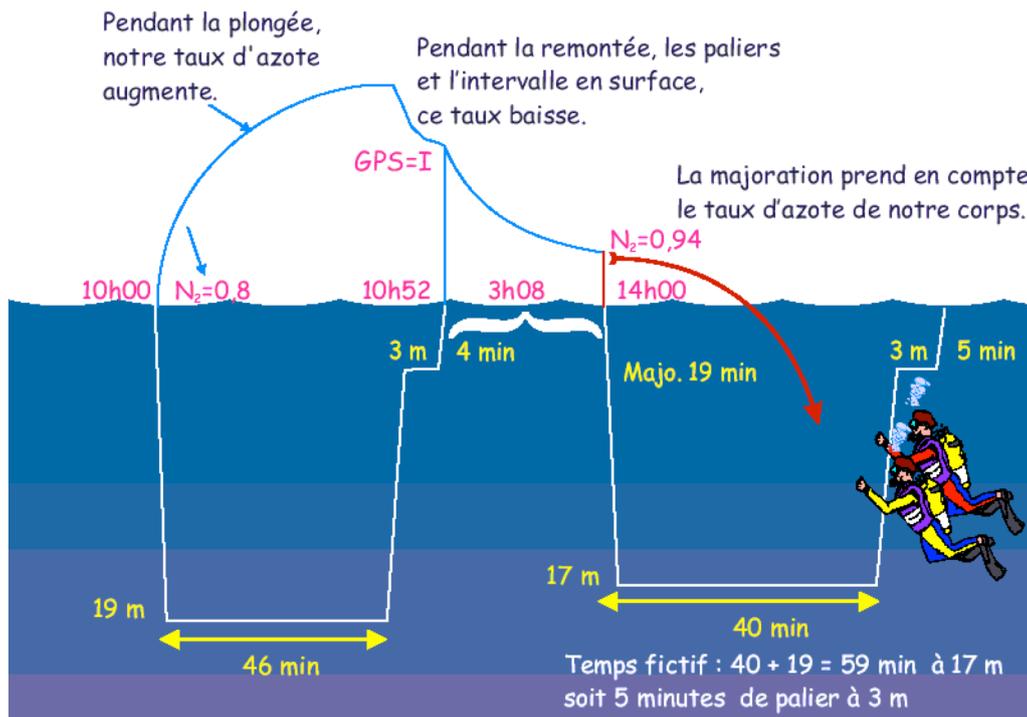
### Paramètres d'entrée dans la table

- exemple sur la base du cas précédent:
  - immersion a 14h, soit un intervalle de surface =  
14h -10h52 = 3h08mn
  - profondeur max: 17m
  - durée de la plongée prévue: 40mn
- le groupe de plongée successive (GPS) identifie la « quantité » d'azote, c'est à dire la tension de ce gaz dans le tissu directeur du modèle de Haldane, à la sortie de l'eau lors de la plongée précédente.
- dans notre cas, GPS = I:
  - le tableau 1: « détermination de l'azote résiduel » permet de constater que plus l'intervalle de surface est grand, plus la tension d'azote résiduel est faible: normal, c'est le phénomène de désaturation
  - l'intervalle de surface 3h08 ne figurant pas dans le tableau, on va dans le sens de la sécurité en retenant un intervalle de surface immédiatement inférieur figurant dans le tableau 1, soit = 3h, donnant ainsi une désaturation moindre.

Groupe de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93

Azote résiduel	12m	15m	18m	20m
0,82	4	3	2	2
0,84	7	6	5	4
0,86	11	9	7	7
0,89	17	13	11	10
0,92	23	18	15	13
0,95	29	23	19	17
0,99	38	30	24	22

- la tension d'azote résiduel est égale a: 0,94 pour un intervalle de surface de 3h
- le tableau 2 indique le temps fictif, ou majoration, qui donnerait la même tension d'azote a la profondeur désirée, soit 17m. la tension 0,94 n'existant pas dans le tableau, on retient la valeur immédiatement supérieure, soit 0,95.  
la profondeur de 17m n'existant pas dans le tableau, et pour ne pas cumuler les contraintes, on retient la valeur immédiatement supérieure, soit 18m
- l'intersection d'une tension = 0,95 avec la profondeur de 18m indique une majoration de 19mn.



### 3.3.4. Remontée rapide (plus de 15 à 17m/mn)

**Définition:** remontée à une vitesse supérieure à 15 à 17 mètres par min. Les paliers ont été exécutés ou non.

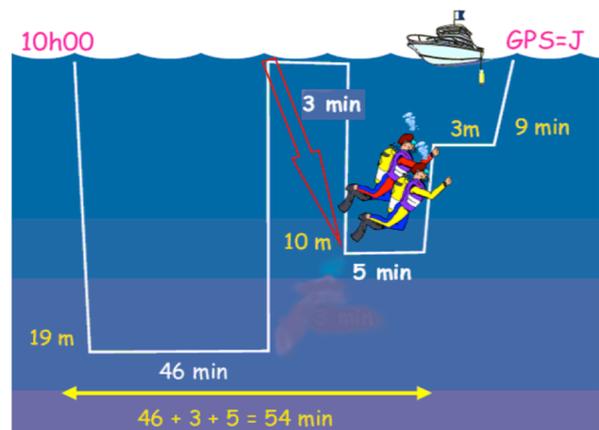
Toute remontée rapide augmente le risque d'accident de décompression: il ne peut s'agir donc que de situations exceptionnelles, nécessitant qui plus est l'interruption des plongées pendant 24H.

Cependant, si le cas se présente, il y a lieu d'appliquer les procédures suivantes:

- Ce qu'il faut faire (seulement dans le cas où la ré-immersion est possible, *par convention dans les exercices de tables* en moins de 3 min) :
  - replonger **le plus vite possible** à la demi-profondeur (moitié de la profondeur prise en compte pour rentrer dans la table) ;
  - palier de 5 min à la demi-profondeur ;
  - durée de la plongée : du début de la plongée initiale à la fin du palier à la demi-profondeur;
  - au minimum un palier de 2 min à 3 mètres.
- Attention, dans le cas d'une ré-immersion après une plongée successive ou consécutive à l'air, la durée de plongée à considérer pour le calcul des paliers est la somme :

- pour les plongées consécutives, de la durée de la première plongée et de la durée écoulée entre le début de la deuxième plongée et la fin du palier à la demi-profondeur ;
  - pour les plongées successives, de la majoration issue de la première plongée et de la durée écoulée entre le début de la deuxième plongée et la fin du palier de 5 min à la demi-profondeur.
- • Dans le cas d'une plongée en mélange suroxygéné et d'une remontée rapide, le palier de demi-profondeur est effectué à la moitié de la profondeur réelle maximale atteinte.
  - • La vitesse entre le palier de demi-profondeur et le premier palier de décompression est de 15 à 17m/mn.
  - **Si ré-immersion impossible:** procédure d'accident de décompression: oxygène, eau aspirine, secours

18m	35 min		2	F
	40 min		2	G
	45 min		2	H
	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
20m	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K

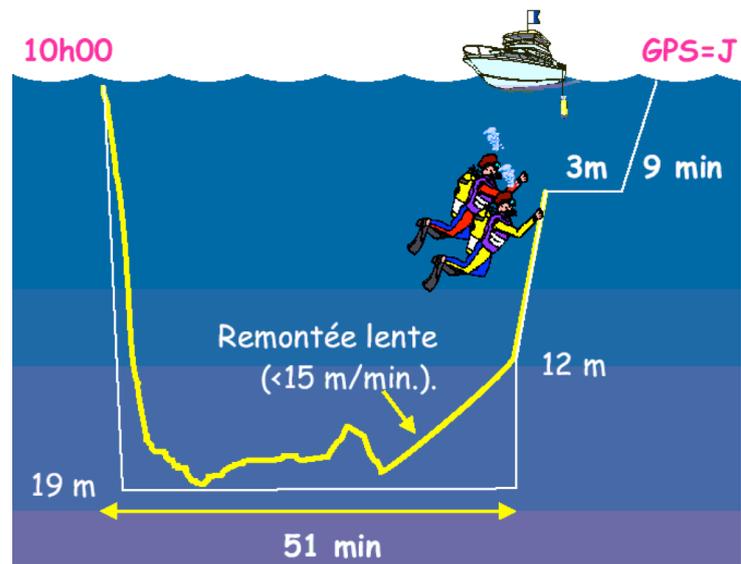


Nota : si on sait l'identifier, le délai de 3mn court après le début de l'incident, mais il est plus réaliste de dire qu'arrivés en surface, il faut redescendre le plus vite possible, si cela peut se faire sans danger : s'assurer en particulier qu'il n'y a pas de conséquences physiologiques à la remontée rapide (surpression pulmonaire en particulier) avant de redescendre, sinon appliquer la procédure d'accident.

### 3.3.5. Remontée lente jusqu'au premier palier

- Définition : vitesse de remontée jusqu'à l'éventuel premier palier strictement inférieure à 15 à 17 mètres par min.
- Une remontée à une vitesse inférieure à 15m/mn (remontée le long d'un tombant par ex) doit être considérée comme lente, et doit faire partie intégrante de la plongée
- • Ce qu'il faut faire : majorer la durée de plongée de la durée de remontée jusqu'au premier palier

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
18 m	1h20	17	19	L
	1h25	21	23	L
	1h30	23	25	M
	1h35	26	28	M
	1h40	28	30	M
	1h45	31	33	N
	1h50	34	36	N
	1h55	36	38	N
	2h00	38	40	O
20m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	D
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J



- Dans notre ex, il y a 5mn de remontée lente: le Temps de plongée est donc de 51mn, arrondi à 55mn (temps se trouvant dans la table), à une profondeur de 20m: on doit donc faire un palier à 3m pendant 9mn, et la DTR est de 11mn, le GPS est J.

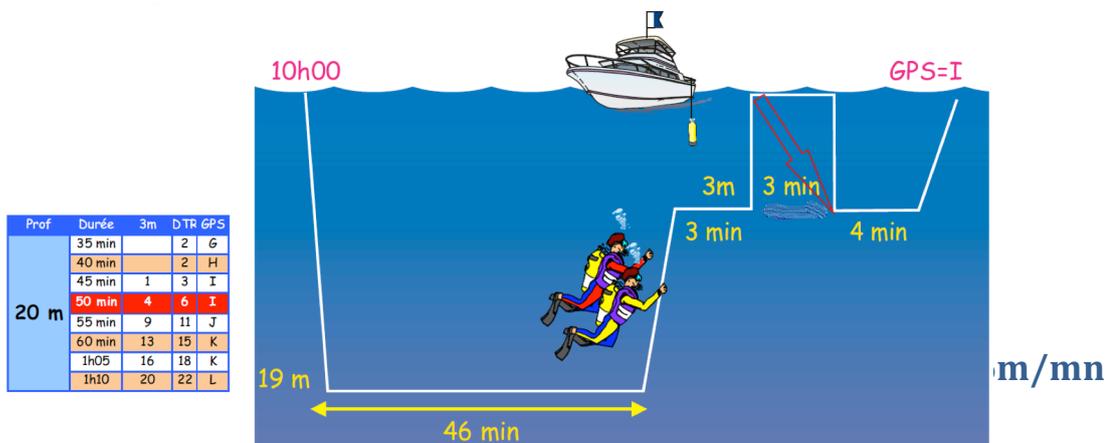
### 3.3.6. Palier interrompu

- Définition : non-exécution ou mauvaise exécution d'un palier : par ex, cas d'une panne d'air au palier

Une mauvaise exécution des paliers augmente le risque d'accident de décompression: il ne peut s'agir donc que de situations exceptionnelles, nécessitant qui plus est l'interruption des plongées pendant 24H.

Cependant, si le cas se présente, il y a lieu d'appliquer les procédures suivantes:

- Ce qu'il faut faire (seulement dans le cas où la ré-immersion est possible en moins de 3 min) : replonger au palier interrompu et le refaire entièrement (d'où l'intérêt d'avoir des bouteilles de secours aux paliers).



### 3.4. UTILISATION DES ORDINATEURS DE PLONGEE

Les différents modèles d'ordinateurs ont tous au moins un but commun: gérer la procédure de décompression

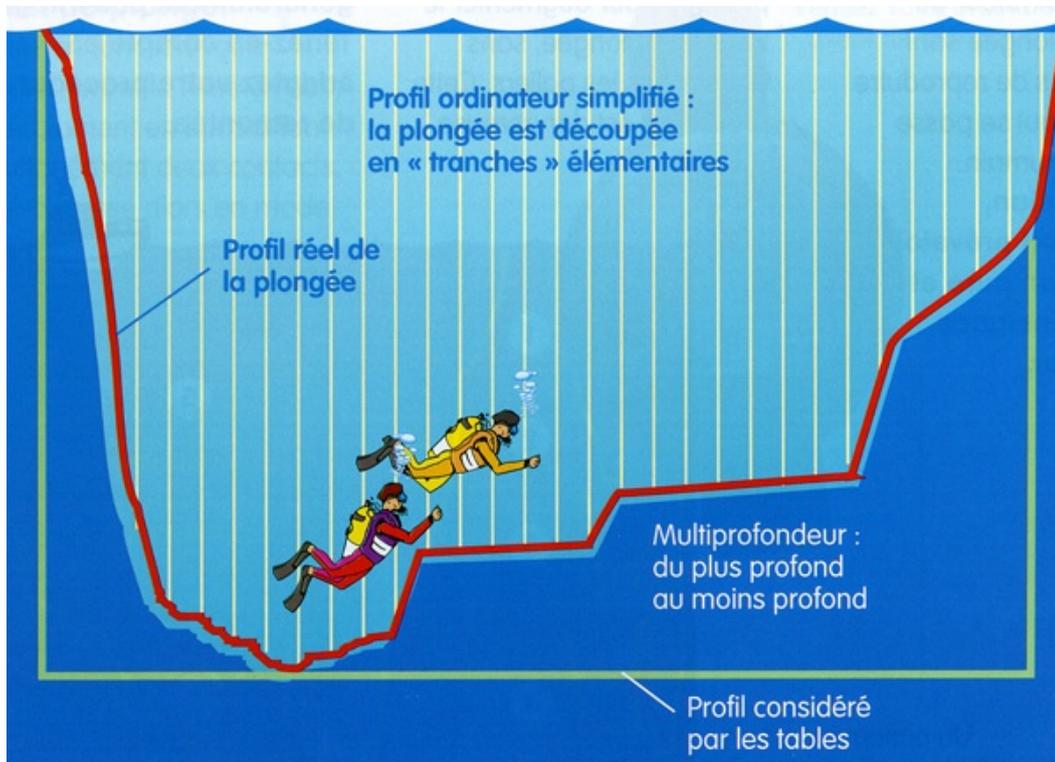
Cependant, ils ne fonctionnent pas tous suivant le même modèle: il est alors normal de trouver des différences de procédure pour des profils de plongée strictement identiques, pour des ordinateurs de marques différentes, voire même de modèles différents pour la même marque:

- Vitesses de remontée différentes, certaines dépendant également de la profondeur
- Modèles de saturation / désaturation différents
- Prise en compte ou non des « microbulles »
- Capacité de durcissement ou non des modèles de décompression
- Plongées aux mélanges
- Etc....



### 3.4.1. Avantages

- Tous les ordinateurs « échantillonnent » plus ou moins finement le profil de plongée en fonction du temps: contrairement aux tables dont le modèle considère une plongée carrée à la profondeur maximale atteinte, ils tiennent compte du profil réel de plongée, et préviennent du moment où le profil suivi nécessite d'effectuer un ou des paliers à la remontée



- Ce qu'il ne faut pas faire: « piloter » son profil de plongée de façon à être en permanence à la limite entre plongée sans palier et avec palier: augmentation du risque d'ADD: un ordinateur n'est qu'un modèle qu'il ne faut jamais pousser aux limites
- La vitesse de remontée est contrôlée de façon rigoureuse (alarmes)
- L'utilisation est plus facile que les tables et limite les erreurs
- Ils tiennent compte des variations de pression auxquelles le plongeur est soumis (altitude, pression), et évitent des calculs spécifiques comme pour les tables
- Ils prennent en compte l'ensemble des tissus de leur modèle, et non pas un seul comme avec les tables, dans le calcul des plongées successives.

### 3.4.2. Inconvénients

- La plupart ne tiennent pas compte de certains facteurs de risques ou de certains profils de plongée (remontée rapide, yo-yo, profils inversés):



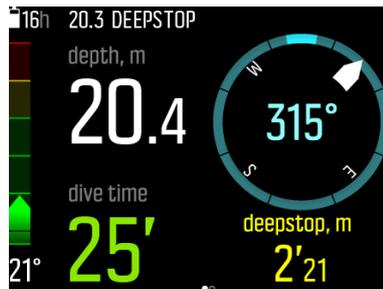
- Certains s'arrêtent en cas d'erreurs, ou lorsque certaines limites sont dépassées. Ceci est totalement inacceptable: le moins que l'on puisse exiger, est qu'ils continuent d'indiquer au moins la profondeur max atteinte, la profondeur actuelle et le temps de plongée, afin de prendre les mesures de sécurité qui s'imposent (utilisation des tables, palier à mi profondeur).
- Les utilisateurs non avertis font une confiance aveugle à leur ordinateur, et les poussent aux limites, source d'accidents de plongée.
- Leur souplesse tend à diminuer la cohésion des palanquées si on n'y prend garde, et marginalise les plongeurs utilisant des tables, qui sont plus pénalisantes en général, et plus difficile d'utilisation
- C'est un matériel strictement individuel: il n'est pas question de prêter son ordinateur pour une plongée de l'après midi. De même, il ne faut surtout pas le perdre ou l'oublier en cours de stage par ex, sinon les plongées à venir sont ingérables.

### 3.4.3. Règles à suivre

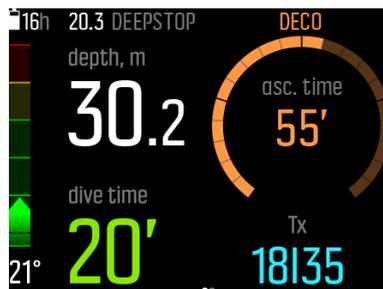
- La règle à suivre dans une palanquée dont les membres ont des profils pas tout à fait identiques, et des moyens de décompression différents, est de suivre la procédure la plus pénalisante (augmentation de la sécurité)
- Si une palanquée utilise les tables et les ordinateurs, il y a lieu de se mettre d'accord avant la plongée sur le moyen à utiliser
- Au cours d'une même journée, on doit éviter de changer de palanquée
- Une palanquée doit rester solidaire

### 3.4.4. Ce qui existe

- Les ordinateurs disponibles sur le marché offrent plus ou moins de fonctions
- Définir vos besoins essentiels:
  - Plongées en apnée, à l'air, Nitrox, Trimix, recycleur ou évolutif?
  - Ecran couleur LCD, OLED ou monochrome?
  - Compas intégré ?



- Gestion de la pression de bouteille ?
- Durée totale de la remontée



- Paliers profond ?



- Affichage du profil ?
- La lisibilité → Le format : Petite taille (Montre) grand écran, très grand écran, console, poignet ?
- Transfert des données vers un carnet de plongée électronique ?
- Etc.....

- Choisir votre gamme de prix
  - La gamme de prix est large et même le moins cher des ordinateurs répond au besoin essentiel qui consiste à assurer un moyen de mesure profondeur et durée de plongée avec un calcul d'une décompression

### 3.4.5. Critères de choix

- Alimentation
- Batterie Rechargeable ou pile ?
- Autonomie en veille et en plongée ?
- Remplaçable par l'utilisateur ?
- Algorithme de décompression
- Il est important mais les modèles actuels sont équivalents
- RGBM, Spencer DSAT, Bulhmann ZH-L16+GF ou ZH-L16, VPM
- Palier à profondeur fixe, choix de la profondeur du dernier palier.
- Vitesse de remontée fixe ou 2/3 vitesses selon la profondeur.
- La continuité du calcul en cas de profil « anormal »: remontée rapide,
- Personnalisation:
- Réglage Altitude : Manuel ou automatique?
- Conservatisme
- Personnalisation des écrans : Avantage ou risque de perturbation?
- Calibration
- Mer, eau douce, au choix
- Les carnets propriétaires des fabricants.
  - Vous changez de marque, vous changez de carnet et vous perdez votre passé
  - Souvent mal fichus, certains sont câblés « body diving », impossible d'être plus de 2 dans une palanquée
- Vérifiez que votre carnet électronique est compatible avec votre nouvel ordinateur
  - Importation depuis le carnet propriétaire du fabricant, OK mais duplication du travail.

- Vérifiez si vous pouvez exporter depuis le carnet propriétaire au format standardisé UDCF ou DL7 Importation USB ou Bluetooth ou les 2 ?
- Utilise-t'il la librairie universelle <http://www.libdivecomputer.org/> pour le téléchargement des données?

➤ Quelques carnets

- Divelog DT (MAC OS) et Dive Log (IOS, Android)
- Téléchargement direct depuis Suunto, Uwatec, Liquid Vision, Atomic, Mares, Shearwater,
- Importation : Dive Log, DL7, UDCF, Jtrack, Liquidvision, MacDive, JDiveLog, Shearwater, Suunto

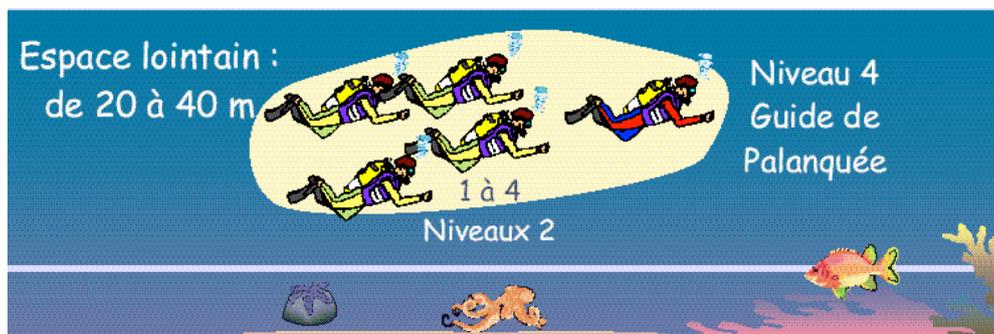
# IV: L'ESPACE LOINTAIN

<b>1</b>	<b>CONDITIONS à REMPLIR:</b>	<b>83</b>
<b>2</b>	<b>LA NARCOSE:</b>	<b>83</b>
<b>3</b>	<b>CONSEILS:</b>	<b>85</b>

## 1. CONDITIONS A REMPLIR

L'espace lointain est accessible aux plongeurs N2 à condition d'être accompagnés par un guide de palanquée N4 minimum devant respecter les conditions suivantes:

- palanquée limitée à 4 N2 et 1 ou 2 N4
- N4 équipé de 2 détendeurs indépendants
- profil de plongée en accord avec les directives du Directeur de Plongée, et adapté aux circonstances et aux compétences des plongeurs N2, par ex:
  - parcours tel que le courant soit gérable par toute la palanquée
  - profil tel que la visibilité reste bonne
  - durée limitée en cas d'eau froide



- instruments pour la décompression et la navigation, éclairage
- SSG
- surveillance mutuelle
- gestion de l'air

## 2. LA NARCOSE

### 2.1. CAUSES

- La Narcose, ou "Ivresse des profondeurs" est due à une intoxication du système nerveux par l'azote dont la pression partielle est trop élevée. Pour une Pp N2 supérieure à 5 bars environ, c'est à dire 50 mètres pour une plongée à l'air, la narcose est certaine, et difficilement gérable au delà de 60 mètres.
- Certains individus, plus sensibles, peuvent être narcosés dès 30 mètres. Les facteurs de sensibilité pouvant être retenus sont les suivants:
  - Facteurs individuels:
    - prédispositions individuelles

- manque d'accoutumance et d'entraînement
- fatigue, sommeil, stress, certains médicaments (lire les notices)
- Facteurs d'environnement
  - descentes trop rapides
  - descente tête en bas au delà de 30 mètres
  - eaux troubles, eaux froides
  - durée de plongée

## **2.2. CONSEQUENCES**

- Engourdissement physique et psychique: difficulté pour se concentrer, consultation fréquente des instruments, sans intégration de leur indication.
- Comportement soit de délire, soit amorphe (identique à l'ivresse due à l'alcool).
- Désorientation spatiale => descente incontrôlée.
- Dialogue intérieur.
- Vision double.

## **2.3. CONDUITE A TENIR**

- Faire remonter le plongeur narcosé (si nécessaire énergiquement), jusqu'à l'espace médian pour le soustraire aux effets de la pression partielle d'azote
- Le surveiller
- poursuivre éventuellement la plongée, mais sans redescendre, mais il est recommandé de mettre fin à la plongée.

## **2.4. PREVENTION**

- Avoir une bonne condition physique.
- S'adapter à la profondeur de façon progressive (sur plusieurs plongées).
- Ne pas descendre vite.
- Éviter de descendre la tête en bas au-delà de 30 à 40m
- Ne pas se retourner brutalement.
- La plongée dans l'espace lointain et au-delà ne s'improvise pas, elle se prépare tant au point de vu logistique que personnel : entraînement, psychologie, ...

## **3. CONSEILS**

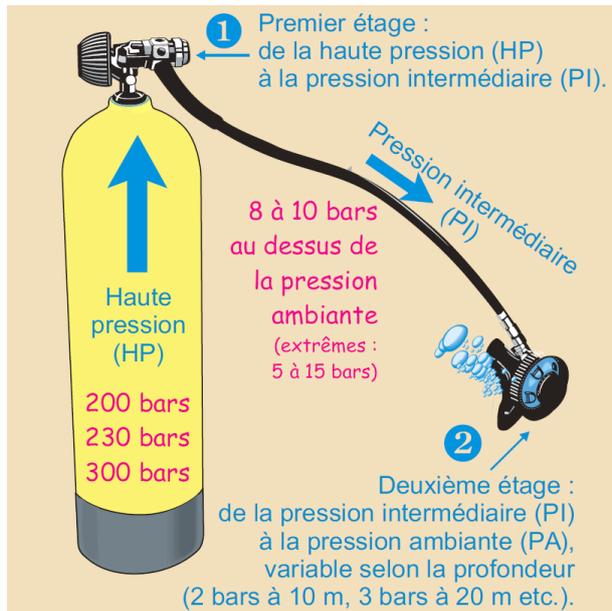
La plongée profonde se prépare:

- autonomie: à 40m l'autonomie est de l'ordre de 60% de celle à 20m: penser à prendre un bloc de volume (15L) et de pression appropriés: prévenir son guide de palanquée si on est un consommateur forcé...
- réserve: augmenter celle-ci (par ex 80 bar) si le profil nécessite des paliers, ou si la consommation est importante
- ventilation: elle doit être bonne, d'autant que l'essoufflement arrive plus vite en profondeur (viscosité de l'air, fonctionnement du détendeur, froid...)
- immersion: ne pas s'immerger immédiatement après un effort (palmage par ex)
- éclairage: souvent impératif à cette profondeur

# V: LE MATERIEL

<b>1</b>	<b>LE BLOC ÉQUIPÉ:</b>	<b>87</b>
<b>2</b>	<b>LES BOUTEILLES:</b>	<b>87</b>
<b>3</b>	<b>LES DÉTENDEURS: PRINCIPES DE BASE:</b>	<b>90</b>
<b>4</b>	<b>LES DÉTENDEURS PREMIER ÉTAGE:</b>	<b>91</b>
<b>5</b>	<b>LES DÉTENDEURS 2ième ÉTAGE :</b>	<b>94</b>
<b>6</b>	<b>PRINCIPALES PANNES et PRÉVENTION:</b>	<b>95</b>
<b>7</b>	<b>PHARES - ECLAIRAGE</b>	<b>96</b>

## 1. LE BLOC EQUIPE



Le bloc équipé se compose de :

- Le bloc lui-même, en acier ou aluminium, de 6,10,12,15,18 Litres, gonflé à 200, 230 ou 300 bars
- La robinetterie, simple ou double sur un monobloc
- Le 1<sup>er</sup> étage du détendeur, compatible en terme de pression max du bloc, équipé soit d'un étrier, soit d'un raccord DIN
- Le 2<sup>ème</sup> étage, qui permet de ramener la pression de sortie du 1<sup>er</sup> étage de 8 à 10 bars au dessus de la pression ambiante, à la pression absolue locale
- Un capteur de pression interne au bloc, soit sous forme de manomètre classique, soit sous forme de capteur électronique relié à l'ordinateur de plongée.

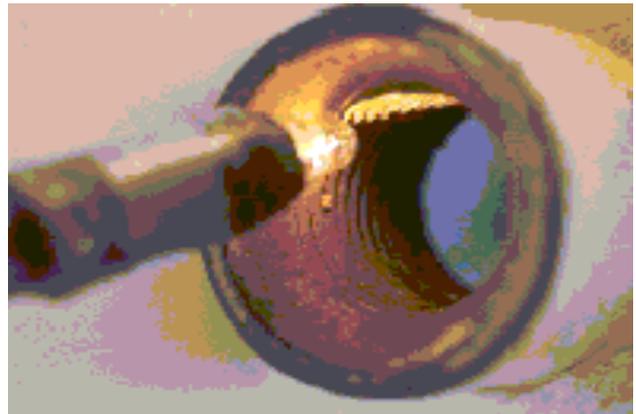
## 2. LES BOUTEILLES

- Les bouteilles de plongée contiennent du gaz sous pression très énergétique, qui entraîne des risques d'éclatement: c'est la raison pour laquelle elles sont soumises à une réglementation stricte:
  - De marquage: arrêtés de mars 86 et avril 98
  - De contrôle: arrêtés de nov 86 et Déc 97
- Le propriétaire est responsable du bon état de fonctionnement: en cas de doute, il est tenu de demander une inspection, même en dehors des périodes de contrôle obligatoire.
- Le marquage: les bouteilles recevant des gaz sous pression doivent recevoir un certain nombre d'informations concernant leur identité, leur service, leur homologation:
- Identité: on doit trouver:
  - Nom du constructeur
  - N° de série
  - Date de 1<sup>ère</sup> épreuve
  - Pression d'épreuve
- Service: il s'agit:
  - Nature du gaz sous pression

- Pression de service
- Dates de ré-épreuve
- Homologation: en France, les bouteilles ne peuvent être gonflées que si elles sont « francisées » par l'apposition du poinçon des Mines (tête de cheval) , opération réalisée par la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement), ou un organisme habilité (ex: APAVE), ou sont de type CEE (lettre e), si elles ont été fabriquées après le 06/04/98.

L'inspection périodique:

**tous les ans:** Elle consiste, après nettoyage, en un examen très soigné de l'extérieur, de l'intérieur à l'aide d'un endoscope, d'un contrôle du filetage (tampon), d'un contrôle d'épaisseur, de l'état de la corrosion. Elle doit être effectuée par une personne qualifiée



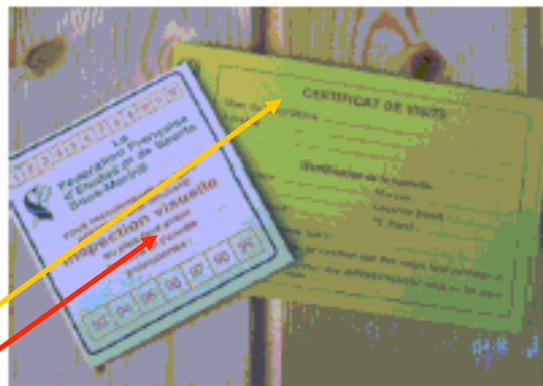
La requalification périodique:

**tous les 2 ans:** Elle consiste en une visite, puis une épreuve à 1,5 fois la pression de service: ex 300 bars si la  $P_s = 200$  bars. On remplit la bouteille d'eau (qui est incompressible) que l'on met sous pression, ce qui évite les projections de métal en cas de fuite.



Par dérogation, les bouteilles de plongée en acier ou aluminium peuvent ne subir une **ré-épreuve que tous les 6 ans**, à conditions

- que ces bouteilles appartiennent à des clubs ou des écoles de plongée affiliés à l'une des organisations ou fédérations membres du Comité Consultatif
- Qu'elles soient inspectées tous les 12 mois par un Technicien en Inspection Visuelle (TIV). Cette inspection est consignée dans un registre, peut faire l'objet d'un certificat de visite, peut être matérialisée sur la bouteille par un autocollant, **et surtout est consignée sur le site de la FFESSM.**
- Il faut savoir que certains pays comme la Catalogne en Espagne du Nord, ne reconnaissent pas le TIV. Il faut donc avoir des blocs ré-évalués depuis moins de 2 ans.
- Que les bouteilles soient en acier ou en aluminium, les obligations sont les mêmes.



Nom propriétaire :	
Nom et N° Club / SCA :	
N° de série :	Capacité :
Fabricant :	
Marque et N° robinet :	
Date dernière requalification :	
Date de la dernière iV :	
Nom, prénom du TIV :	
Résultat de l'iV :	
Commentaires :	

### 3. LES DETENDEURS : PRINCIPE DE BASE

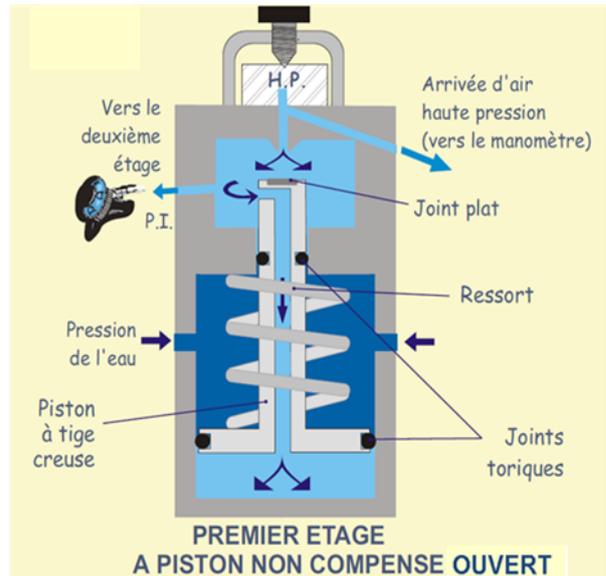
#### 3.1. Exemple d'un détendeur 1er étage

Un détendeur est essentiellement constitué d'un boîtier dans lequel se trouvent les éléments suivants (voir figure ci-contre).

- Un clapet.
- Un siège.
- Un ou plusieurs ressorts.
- Une membrane ou un piston.

A ceci nous devons ajouter les chambres suivantes.

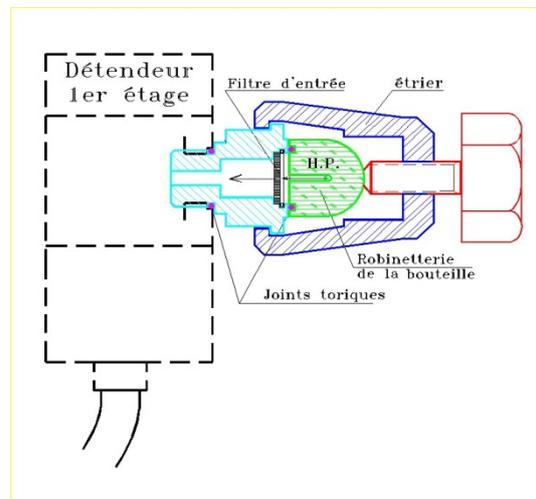
- Une chambre humide à la pression ambiante.
- Une chambre sèche à la pression d'inspiration.
- Une chambre haute ou moyenne pression.



#### 3.2. Fixation des détendeurs

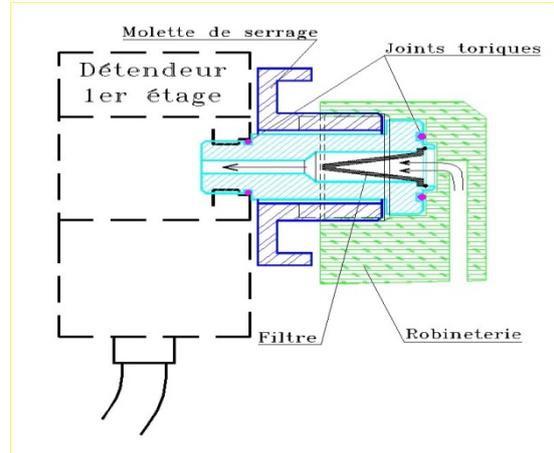
**Système à étrier:**

- Il en existe deux modèles : le plus récent est plus large et plus solide il se monte sur toutes les bouteilles. Le plus ancien, plus étroit, ne se monte que sur les anciens modèles de bouteilles. On constate parfois des incompatibilités entre détendeurs d'une marque et bouteilles d'une autre, par exemple vis de fixation trop courte.
- Associés à ces étriers il existe deux types de sièges ou "opercule" : L'un de type "I" comme International, de 17,8 mm diamètre ; l'autre de type "F" comme Français, de 18,5 mm de diamètre.
- Il y a donc lieu, avant de monter un détendeur sur une robinetterie de s'assurer que non seulement les opercules mais aussi les sièges sont compatibles (Sur certaines bouteilles ceux-ci sont interchangeables).



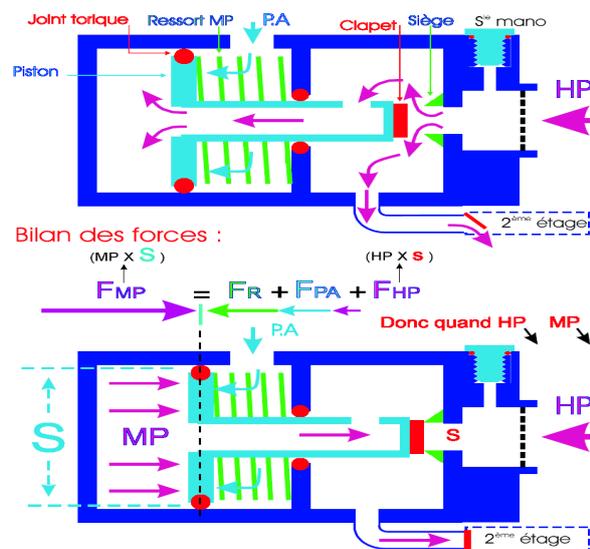
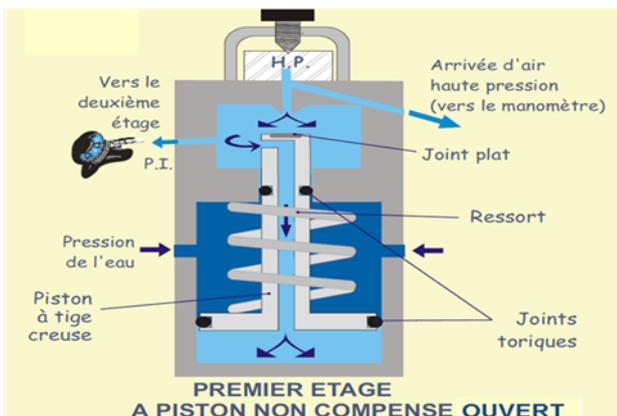
## Systeme DIN:

- C'est une norme Allemande courante dans ce pays. Il se distingue par le fait qu'il se visse directement dans le corps de la robinetterie. Il semble avoir une meilleure étanchéité et une meilleure tenue aux chocs. Il existe en deux versions avec détrompage l'une en 200, l'autre en 300 bars.
- Sur les détendeurs les plus récents, il est possible de monter l'un ou l'autre des systèmes (**Quel qu'il soit il devrait porter visiblement l'indication de la pression maximum admissible**).
- **Normalisation** : Elle a pour objet de faciliter l'interchangeabilité des équipements. Comme nous l'avons vu ci-dessus elle n'est pas parfaite et le plus grave est qu'elle ne va pas dans le sens de la sécurité. **En effet il est possible de monter des détendeurs de 170 bars sur des bouteilles de 200 bars, de gonfler à 300 bars des bouteilles prévues pour 200 et même pour 176 bars. Il est même possible de les gonfler avec de l'O<sup>2</sup> et vice versa, mais ceci est en cours de correction.**



## 4. LES DETENDEURS 1er ETAGE

### 4.1. Les détendeurs 1er étage à piston non compensés



Les 1<sup>er</sup> étages à piston non compensé ont comme caractéristique :

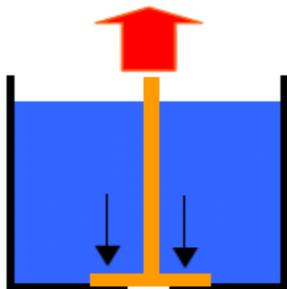
- Leur simplicité et robustesse
- Mais avec l'inconvénient de fournir une moyenne pression qui diminue quand la haute pression diminue avec la consommation : ils « durcissent » avec la profondeur et le temps de plongée.

## 4.2. Les détendeurs 1er étage à piston compensés

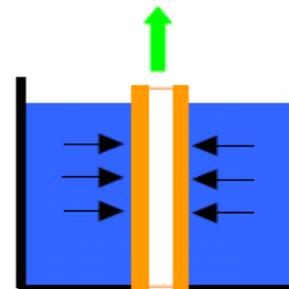
### 3.4.6.Principe de la compensation

La différence entre **non compensé** et **compensé** est illustrée dans le schéma ci-dessous. Nous avons deux cuvettes remplies d'eau avec deux systèmes de fermeture différents. Pour vider les cuvettes :

- o A gauche nous devons faire un effort pour vaincre la force de l'eau qui appuie sur la surface du bouchon (**non compensé**),
- o A droite il n'y a aucune force à vaincre puisque la pression s'exerce sur les parois du tube (**compensé**).

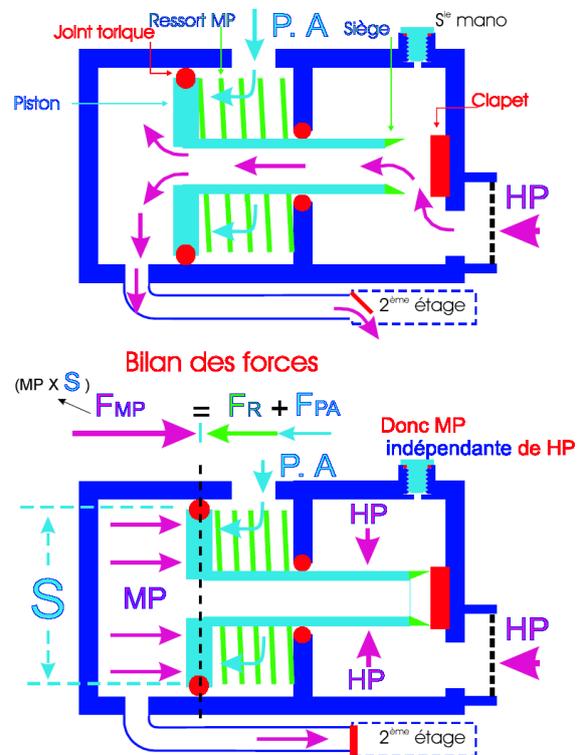
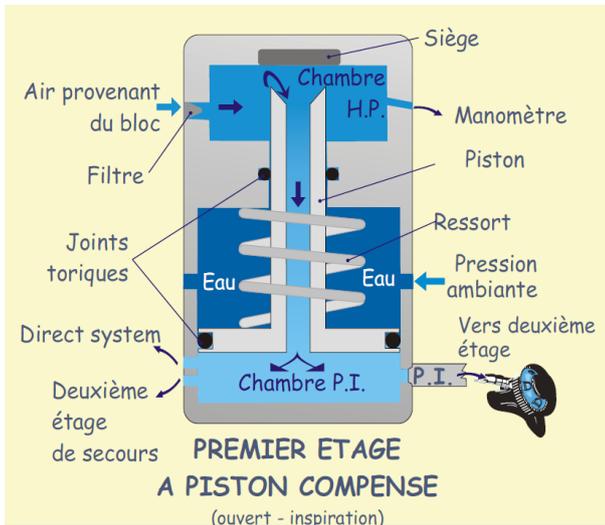


Force plus dure à exercer



Force moindre à exercer

### 3.4.7. Application à un détendeur 1er étage

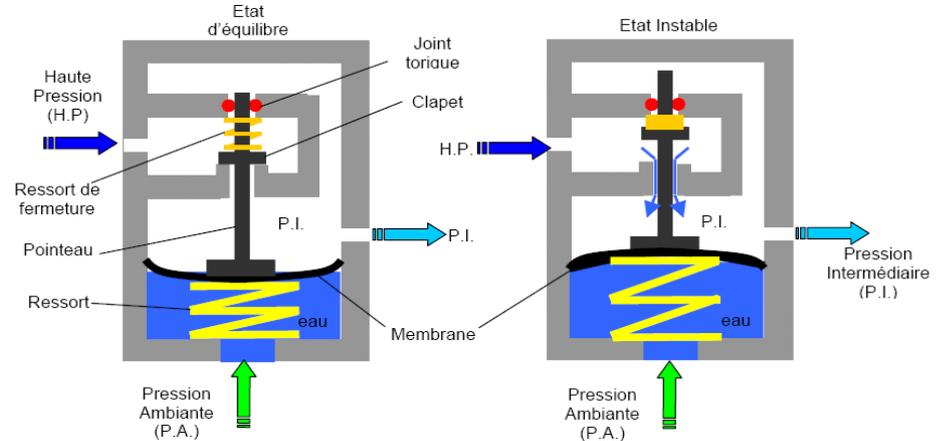


Les 1<sup>er</sup> étages à piston compensé ont comme caractéristique :

- Leur simplicité et robustesse
- Mais avec l'avantage de fournir une moyenne pression constante, indépendante de la haute pression: ils ne « durcissent » pas avec la profondeur et le temps de plongée.

### 4.3. Les détendeurs 1er étage à membrane

- A l'ouverture de la bouteille le clapet est maintenu sur le siège par le ressort de fermeture et par la H.P. C'est l'état d'équilibre ou l'état à l'expiration du plongeur.
- Lors d'une inspiration du plongeur, une dépression apparaît dans la deuxième chambre ce qui va incurver la membrane, pousser le pointeau ce qui déclenchera l'ouverture du clapet et l'arrivée de la H.P.
- Le ressort de rappel taré entre 8 et 10 bars sera en extension.
- L'air pénétrera dans la deuxième chambre et se détendra. A l'équilibre le ressort rappel la membrane qui tire le pointeau et ferme le clapet



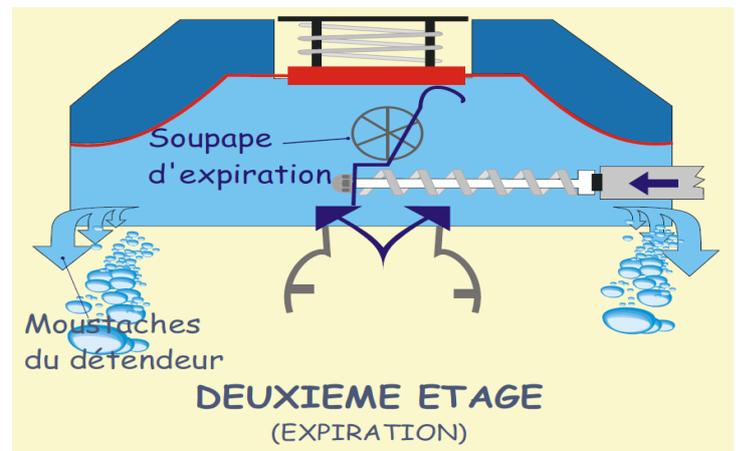
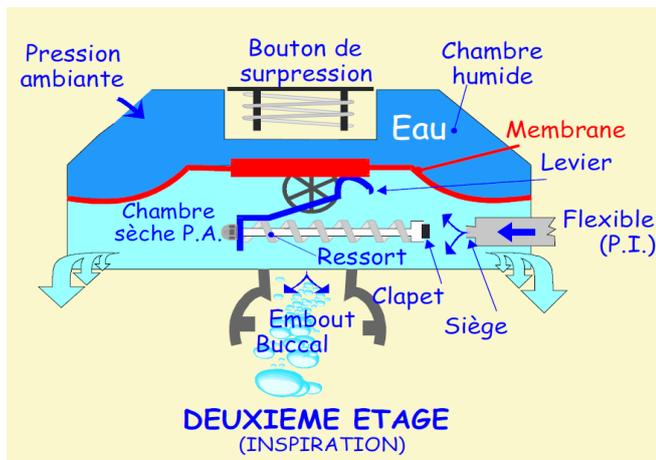
Comme pour les détendeurs à piston, il existe deux types de détendeurs 1<sup>er</sup> étage à membrane : non compensé et compensé.

### 5. LES DETENDEURS 2ième ETAGE

Le deuxième étage (compensé ou non) a pour but de transformer la Pression Intermédiaire en pression ambiante (air respirable confortablement pour le plongeur).

Ce détendeur possède deux chambres :

- o Une chambre humide,
- o Une chambre sèche séparée par une membrane.

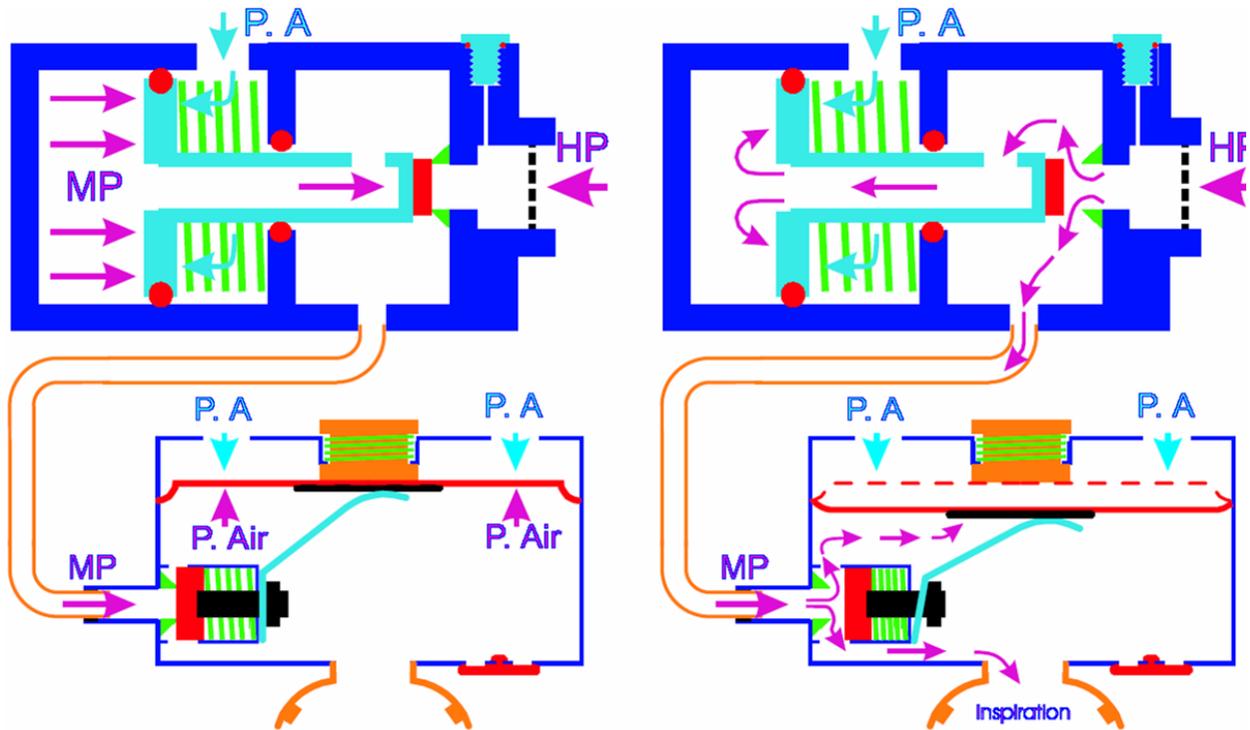


Dans la phase d'inspiration du plongeur, une dépression se crée à l'intérieur du 2ième étage : La membrane se baisse, actionnant ainsi le levier qui va tirer le piston et ouvrir le clapet. L'air à la pression intermédiaire va se détendre dans la chambre sèche et permettre au plongeur d'aspirer un air à pression ambiante.

Dès qu'il y a équilibre des pressions dans le 2<sup>ème</sup> étage, la membrane n'appuie plus sur le levier et le clapet se ferme.

Dans la phase d'expiration, l'air rejeté dans la chambre sèche s'évacue par la soupape de surpression. C'est une soupape souple qui interdit l'entrée de l'eau dans la chambre sèche et qui autorise l'échappement de l'air en surpression dans cette chambre.

Un poussoir manuel commande également l'ouverture du clapet pour faire fusser le détendeur et chasser éventuellement l'eau de la chambre basse pression.



## 6. PRINCIPALES PANNES ET PREVENTION

### 6.1. Principales pannes

- Fuites d'air: elles concernent principalement le joint au niveau de la fixation du 1<sup>er</sup> étage: les joints doivent être propres, entretenus à l'huile silicone, en bon état: pas de fente ou de coupure
- Usure des joints:
  - un joint plat usé, entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> étage peut entraîner une fuite au niveau du 2<sup>ème</sup> étage
  - un joint torique usé au niveau du piston du 1<sup>er</sup> étage entraîne une fuite, visible par l'émission de petites bulles au niveau de la chambre humide du 1<sup>er</sup> étage
- Fuites d'eau:

- soupape d'expiration du 2ième étage: elle peut être encrassée ou abîmée, ce qui entraîne une fuite d'eau dans la chambre sèche du 2ième étage
- boîtier de 2ième étage fêlé

## 6.2. Prévention

- Rincer les détendeurs à l'eau douce après chaque plongée, en prenant soin de fermer le bouchon de protection au préalable; Celui-ci peut être ensuite ouvert pour le séchage à l'ombre
- Ne pas exposer un détendeur ou une robinetterie au sable qui est abrasif et détériore les mécanismes et les joints
- Éviter les chocs
- Transporter également les détendeurs à l'abri des chocs dans les sacs de plongée : sacoche protectrice
- Faire faire une révision annuelle par un spécialiste agréé ou par le constructeur
- Stocker les détendeurs proprement, joints graissés, à l'abri de la chaleur, poussière et lumière.

## 7. PHARES ET ECLAIRAGE

Ça y est vous êtes décidé, vous allez acheter de l'éclairage pour enfin avoir des photos ou des vidéos aux couleurs éclatantes. Maintenant vous vous posez peut être encore quelques questions quant à l'utilisation de votre nouveau matériel, et nous allons tâcher d'y répondre du mieux que nous pouvons.

### 7.1 LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCLAIRAGE POUR LA PLONGÉE

#### 7.1.1. LAMPE DE PLONGÉE



Ce type d'éclairage est plutôt considéré comme une lampe d'appoint, c'est à dire qu'il convient plutôt lors de plongées avec une bonne visibilité car ce sont des lampes qui ne sont pas très puissantes : elles peuvent éclairer jusqu'à 2 mètres. Certaines sont dotées d'un système flash pour pouvoir être repérable sous l'eau. Généralement, ce sont des éclairages à pile, ce qui peut être un avantage s'il s'agit d'une utilisation occasionnelle car ils se déchargeront moins vite qu'un éclairage à batterie. De plus, une lampe est souvent de petite taille, ce qui facilite son transport en bagage ou lors de votre plongée car elle peut se ranger dans votre gilet stabilisateur.

### 7.1.2. PHARE DE PLONGÉE



Contrairement à une lampe, le phare de plongée dispose d'un plus grand faisceau, généralement de 20° à 40° ; Il est doté d'une puissance lumineuse beaucoup plus importante (de 800 lumens ou plus). Ce type d'accessoire permet donc d'éclairer plus de choses et il est généralement plus adapté pour certains types de plongée comme la plongée de nuit par exemple. En revanche, les phares de plongée sont à batterie et il est important de bien vérifier l'autonomie de celle-ci avant toute immersion car certains modèles peuvent être très puissants mais leur batterie ne tiendra pas et vice-versa.

Certains phares ont un faisceau et / ou une puissance réglable.

## 7.2 LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE L'ÉCLAIRAGE DE PLONGÉE

Le marché des lampes ou phares de plongée se décompose en deux familles : l'une pour les éclairages photo/vidéo et l'autre pour les éclairages d'appoint. Ce sont deux produits différents avec des caractéristiques techniques spécifiques à chaque besoin. En effet, nous allons retrouver des variances au niveau de la puissance, de l'angle d'éclairage et aussi de la température des couleurs.

Passons en détails ces différents critères.



### 7.2.1 La température de couleur de l'éclairage

Plus la température de couleur de l'éclairage utilisée se rapprochera de la lumière du jour, entre 5000 et 6000 degré Kelvin, plus votre phare sera en mesure de vous restituer les « vraies » couleurs des coraux ou des poissons observés. D'autre part, il ne faut pas oublier que contrairement à ce que l'on pense, le bleu est plus chaud que le rouge (une flamme bleue a une température plus élevée qu'une flamme jaune) ce qui influe sur les températures

d'éclairage qui sont à prendre en compte lors d'une acquisition d'un phare. Une ampoule HID ou LED procure un rendu presque deux fois plus naturel qu'une ampoule halogène.

Les LED sont aujourd'hui la meilleure technologie pour l'éclairage sous-marin. Quant à la puissance, il faut là aussi faire la différence entre Watt (W) et Lumen (lm).

Le Lumen indique le rendement lumineux, c'est-à-dire la clarté que vous allez pouvoir obtenir, tandis que les Watt indiquent la puissance énergétique consommée. Si certains phares n'indiquent pas le nombre de Lumens, vous pouvez le calculer en multipliant par 10 la puissance en Watt. Vous obtiendrez la valeur **approximative** en lm.

La vidéo demande beaucoup de lumière : pour être efficace, un phare vidéo par ex doit délivrer **au minimum 6000 Lumens**.

Plus on a de puissance d'éclairage mieux c'est, mais il faut que cette puissance soit modulable (variable) pour les plans rapprochés. En effet, si on projette 4000 lumens ou plus sur un poisson, un mollusque ou même un crustacé à 30 cm de distance, il y a de fortes chances pour qu'il détaile sur le champ ou que l'image soit cramée pour tout autre sujet.

### 7.2.2 L'autonomie de la batterie

Suite à cela, un autre élément à prendre en compte est l'autonomie de batterie dont dispose l'éclairage. Un modèle avec une batterie déportée (tête d'éclairage et batterie séparées) n'aura pas forcément une autonomie plus importante qu'un modèle simple tout-en-un. Donc, ce qui est important à regarder est l'ampoule utilisée pour l'éclairage: une ampoule halogène consomme plus qu'une ampoule LED par exemple. Pour comparer deux ampoules différentes, nous devons parler en "lumens" et plus l'éclairage propose de lumens, plus le phare sera puissant.

### 7.2.3 Les angles d'éclairage

Le choix de l'angle d'éclairage est également un critère important pour déterminer le type de lampe que vous souhaitez. Un faisceau étroit est très bien adapté pour avoir une longue portée et pour éclairer dans les failles ou les trous; Un faisceau large est plus adapté pour l'éclairage « d'ambiance » : grotte, tombant, etc...

Un angle d'éclairage important ne sera pas forcément intéressant si vous souhaitez un éclairage d'appoint uniquement pour communiquer mais il peut être avantageux pour faire de la photographie sous-marine.

## 7.3 DERNIERS CRITÈRES POUR CHOISIR VOTRE ÉCLAIRAGE DE PLONGÉE

Quelques autres critères doivent être pris en compte dans le choix d'un éclairage de plongée. Le poids ne doit pas être négligé car au-delà de l'adaptation du lestage que cela implique,

porter un phare d'un certain poids peut s'avérer fatiguant durant la plongée. De même, l'encombrement est un critère à prendre en compte. Certains plongeurs, aiment les phares déportés car l'encombrement se retrouve limité à la tête d'ampoule du phare mais par conséquent, implique de devoir installer sa batterie sur son gilet ou sur le bloc.

#### 7.4 PHARE DE PLONGEE ET ECLAIRAGE VIDEO

Il faut tout de suite faire la différence entre un **phare de plongée** et un **éclairage vidéo**. Avec le premier on obtient, la plupart du temps un faisceau lumineux étroit avec un point chaud au centre et la puissance d'éclairage est souvent insuffisante.

Un éclairage vidéo doit être homogène et avoir un angle qui couvre tout le champ de la caméra. L'idéal c'est d'avoir deux phares, un de chaque côté. D'autres part il doit impérativement délivrer une température de couleur équivalente à la lumière du jour : entre 5000 et 6000 degré Kelvin

#### 7.5 LES PHARES COMPACTS ET LES TÊTES DÉPORTÉES



Il existe deux principaux types de phares pour la vidéo : Les compacts et les têtes déportées. Pour les têtes déportées ce sont les modules qui contiennent les Leds (ou autres), les têtes donc, qui sont séparées du bloc batterie et relié à celui-ci par un cordon.



Sur les compacts, comme leur nom l'indique, tout est rassemblé en un seul bloc et ils ressemblent, la plupart du temps, aux phares de plongée classiques. L'unique différence c'est qu'avec les déportés ont peut embarquer plus de puissance avec plus de confort en tournage.

#### 7.6 TECHNIQUES

##### **Distance d'éclairage :**

Quelle que soit la puissance des phares, leur efficacité aura des limites qu'il faut connaître. Pour cela il faudra faire des tests bien sûr, mais sachez qu'avec des moyens amateurs (moins de 4000 lumens) **au-delà de 1 mètres environ** vous n'éclairez plus grand chose.

Et même avec un éclairage très puissant (10.000Lm et plus) l'effet lumineux ne sera plus visible au-delà de 2,50 m environ (suivant les conditions)

Il faut préciser que cette distance va aussi dépendre de la luminosité ambiante. Pour une plongée de nuit vous aurez besoin de beaucoup moins de puissance qu'en plein jour évidemment...

Par contre, dans des eaux claires, peu profondes et par temps ensoleillé, votre éclairage ne vous servira pas à grand chose car il va entrer en compétition avec la lumière du soleil.

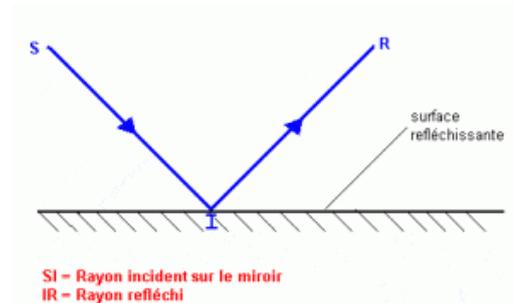
### Attention aux particules :

C'est la bête noire des vidéastes et des photographes sous-marin ; les particules en suspensions gâchent complètement un plan, une séquence. Alors comment faire pour faire en sorte qu'on les voit le moins possible ?

Les particules paraissent plus présentes, plus brillantes dès l'éclairage est allumé parce que la **source d'éclairage est mal orientée** ou mal positionnée.

Un peu de théorie :

Pour comprendre il faut faire appel à la loi de réflexion de la lumière. Les particules en suspension **se comportent comme des petits miroirs** et vont renvoyer le rayon lumineux suivant l'angle avec lequel elles le reçoivent:



Si le rayon incident (SI) était perpendiculaire au miroir, le rayon réfléchi (IR) le serait aussi. Autrement dit si la source d'éclairage se trouve près de l'objectif et orientée face au sujet, vous aurez un mur de particules devant l'objectif de votre appareil photo ou votre caméra.

Pour éviter cela il faut donc positionner le ou les phares sur les cotés et les orienter comme sur le dessin à 45 ° environ. Plus ils seront écartés mieux ce sera. **C'est ici qu'on va apprécier d'avoir des têtes déportés, plus légères puisqu'elles sont séparées des accus.**

## 7.7 L'ENTRETIEN

Comme pour n'importe quel équipement de plongée, un bon rinçage à l'eau douce après chaque plongée et éventuellement les laisser tremper pendant une heure. Inutile de graisser le joint torique après chaque plongée, la graisse n'est pas un facteur d'étanchéité, c'est un lubrifiant et un surplus de graisse peut être la cause d'une entrée d'eau...

- Ne pas laisser les phares allumés hors de l'eau (ça chauffe)
- Les protéger des chocs et du soleil
- Pour une période d'hivernage conserver les accus à mi-charge et les recharger

# VI: LA RÉGLEMENTATION

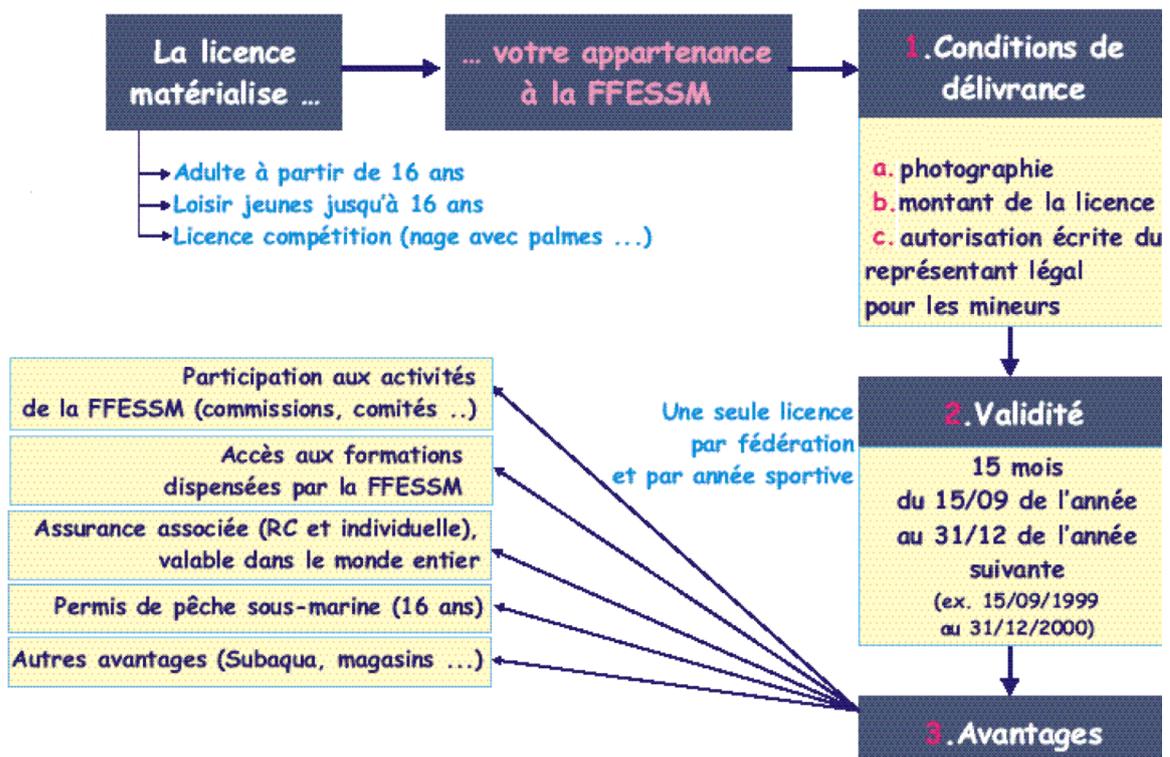
<b>1</b>	<b>CERTIFICAT MÉDICAL:</b>	<b>102</b>
<b>2</b>	<b>LICENCE:</b>	<b>102</b>
<b>3</b>	<b>LA CARTE DE NIVEAU DOUBLE FACE</b>	<b>103</b>
<b>4</b>	<b>LA CARTE D'APTITUDE</b>	<b>103</b>
<b>5</b>	<b>ASSURANCE et RESPONSABILITÉS:</b>	<b>104</b>
<b>6</b>	<b>ORGANISATION de la PLONGÉE en FRANCE:</b>	<b>105</b>

## 1. CERTIFICAT MEDICAL

Il est obligatoire pour la pratique de la plongée bouteilles.  
Voir Chapitre I, §1 PREVENTION DES RISQUES

## 2. LICENCE

- Délivrée par un club fédéral, elle atteste de votre rattachement à la F.F.E.S.S.M. (Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins).
- Depuis 2003, outre le fait de se présenter sous la forme d'une carte plastifiée, elle comporte votre numéro de licencié désormais conservé d'une année sur l'autre (avec toutefois une limite de 5 années en cas de non renouvellement).
- Disponible dès le 15 septembre de l'année n, sa validité annuelle l'amène au 31 décembre de l'année n+1.
- Elle vous couvre en assurance Responsabilité Civile aux tiers et en Défense et recours.
- Elle vous permet de vous présenter au passage de niveaux FFESSM / CMAS.
- Elle vaut permis de chasse sous-marine si vous êtes âgé de plus de 16 ans.
- Vous assure un tarif préférentiel sur l'abonnement à la revue fédérale bimensuelle SUBAQUA.

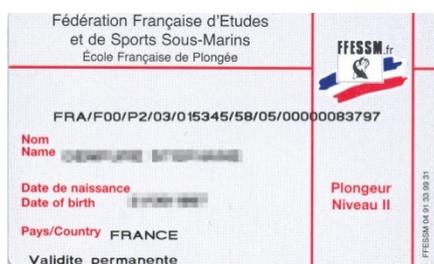


### 3. LA CARTE DE NIVEAU DOUBLE FACE

La C.M.A.S. (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques fondée en 1959 à l'initiative de la fédération représentée par le Commandant Cousteau) regroupe toutes les fédérations ou organisations nationales qui gèrent la plongée dans leur pays. Elle délivre des brevets internationaux par équivalence.

La F.F.E.S.S.M. étant affiliée à la C.M.A.S., pour chaque diplôme délivré par une entité Fédérale, le licencié reçoit une carte double face présentant d'un coté son niveau FFESSM et de l'autre l'équivalence CMAS (diver\*\*/plongeur\*\* = niveau 2).

La carte de niveau double face remplace le Passeport de Plongée qui permettait de valider les différentes étapes de la formation des plongeurs.



L'équivalence entre les brevets Fédéraux et C.M.A.S. assure que ce niveau sera reconnu partout dans le monde par l'ensemble des Fédérations de Plongée Sportive et ouvre le cas échéant les passerelles vers les diplômes des organisations commerciales (PADI,...)

### 4. LA CARTE d'APTITUDE

Une aptitude est une compétence reconnue par la FFESSM qui permet au plongeur de plonger dans un domaine d'évolution défini par le Code du Sport : cf§6.1 ci-dessous.



NIVEAU	APTITUDES	Prérogatives en exploration
Débutants		Encadré de 0 à 6 m – Guide : P4
	PE1	Encadré de 0 à 12 m (PE1) – Guide : P4
Niveau 1 – P1 – CMAS 1*	PE2	Encadré de 0 à 20 m (PE2) – Guide : P4
Niveau 1 + autonomie	PE2 + PA1	Encadré de 0 à 20 m (PE2) – Guide : P4 Autonome de 0 à 12 m (PA1)
Niveau 2 – P2 – CMAS 2*	PE3 + PA2	Autonome de 0 à 20 m (PA2) Encadré de 0 à 40 m (PE3) – Guide : P4
	PA3	Autonome de 0 à 40 m (PA3)
Niveau 3 – P3 – CMAS 3*	PE4 + PA4	Encadré de 0 à 60 m (PE4) – Guide : E4 Autonome de 0 à 60 m (PA4)

A ce titre, un plongeur doit justifier ses aptitudes auprès du Directeur de Plongée. La définition de l'aptitude est donc primordiale.

### **L'aptitude peut se définir comme une compétence reconnue.**

Cela signifie qu'au-delà des brevets, qui fournissent évidemment une indication sérieuse, le Directeur de Plongée doit être capable d'évaluer les aptitudes du moment. La connaissance des plongeurs et la lecture de leur carnet de plongée (prise en compte de l'expérience acquise) prennent une grande importance :

- à quand remonte la dernière plongée ?
- combien de plongées ce plongeur a-t'il à son actif ?
- a-t'il déjà plongé dans des conditions similaires ?
- etc

Si nécessaire, le DP pourra décider de procéder à une ou plusieurs plongées d'évaluation.

## **5. ASSURANCES ET RESPONSABILITE**

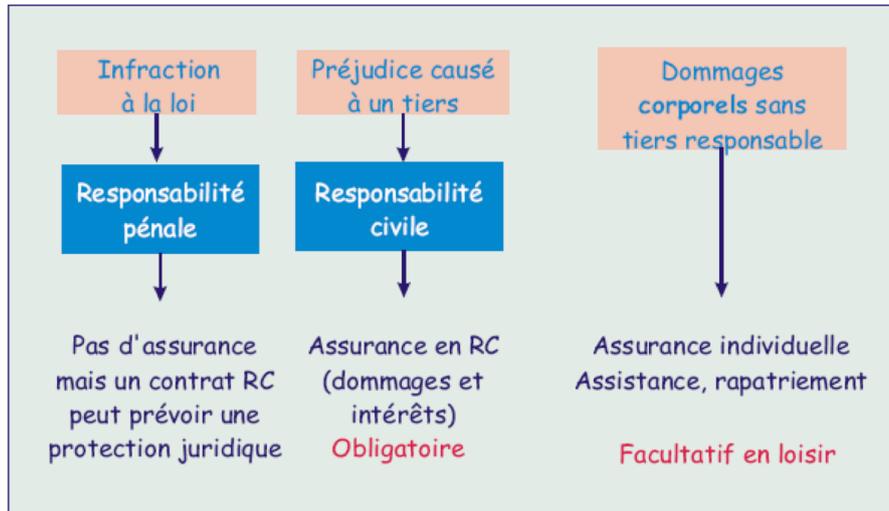
- Grâce à votre affiliation à la F.F.E.S.S.M. (licence), vous êtes assuré en Responsabilité Civile par l'intermédiaire du cabinet Jean LAFOND.
- Lors de votre demande d'inscription à la section plongée, vous pouvez être assuré par l'assurance du CHAN (la MAIF), pour les activités proposées par le Club, mais vous pouvez contracter une assurance complémentaire, via le Cabinet Lafond, (catégorie Bronze, Argent ou Or), couvrant, les activités hors CHAN, mais également une partie des frais de justice en cas de procédure pénale si celle-ci devait être engagée.

### **5.1. Notion de responsabilité civile**

- Le petit Larousse dit « Obligation de réparer le dommage causé à autrui par soi-même ou par un objet, animal ou enfant placé sous sa garde. »
- Autrement dit, cette assurance sert au dédommagement d'un tiers ayant subi un dommage corporel, matériel ou moral de votre fait.

## 5.2. Notion de responsabilité pénale

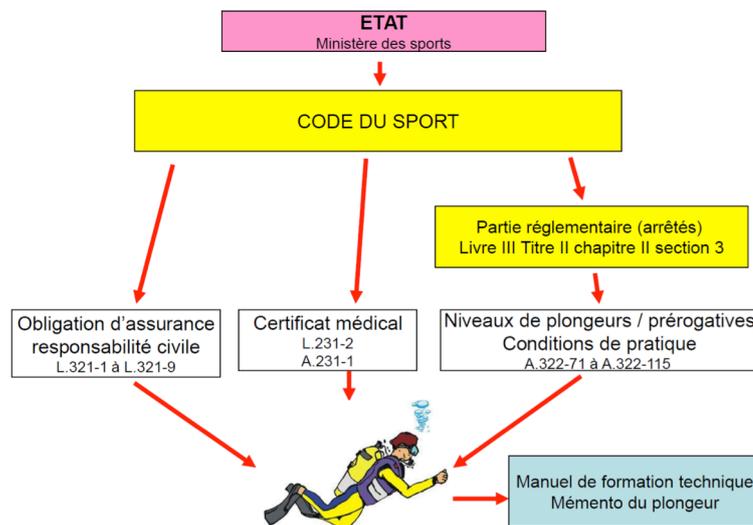
- Le petit Larousse dit « Obligation de réparer le dommage causé à autrui par soi même ou par un objet, animal ou enfant placé sous sa garde. »
- Autrement dit, cette assurance sert au dédommagement d'un tiers ayant subi un dommage corporel, matériel ou moral de votre fait.



## 6. ORGANISATION DE LA PLONGEE EN FRANCE

### 6.1. La loi

En France, l'organisation de la plongée à l'air, en structure, est régie par le Code du Sport, modifié par l'arrêté du 6 Avril 2012, Livre III Pratique Sportive, Titre II Obligations liées aux activités sportives, Section 3 Etablissements organisant la pratique de la plongée subaquatique.



**Le Directeur de Plongée : Art. A. 322-72.** - Sur le site de l'activité subaquatique, la pratique de la plongée est placée sous la responsabilité d'un directeur de plongée présent sur le lieu de mise à l'eau ou d'immersion de la palanquée.

- Il est responsable techniquement de l'organisation, des dispositions à prendre pour assurer la sécurité des plongeurs et du déclenchement des secours.
- Il s'assure de l'application des règles et procédures en vigueur.
- Il fixe les caractéristiques de la plongée et établit une fiche de sécurité comprenant notamment les noms, les prénoms, les aptitudes des plongeurs et leur fonction dans la palanquée ainsi que les différents paramètres prévus et réalisés relatifs à la plongée. Cette fiche est conservée une année par tout moyen par l'établissement.
- Le directeur de plongée est titulaire d'une qualification mentionnée à l'annexe III-15a.
- Lors d'une plongée aux mélanges, le directeur de plongée justifie également des aptitudes PN-C ou PTH-120 correspondant aux mélanges utilisés conformément aux annexes III-17a et III-18a.

**Palanquée : Art. A. 322-73.** –

- Plusieurs plongeurs qui effectuent ensemble une plongée présentant les mêmes caractéristiques de durée, de profondeur et de trajet, y compris s'ils respirent des mélanges différents, constituent une palanquée.
- Lorsque la palanquée est composée de plongeurs justifiant d'aptitudes différentes ou respirant des mélanges différents, elle ne doit pas dépasser les conditions maximales d'évolution accessibles au plongeur justifiant des aptitudes les plus restrictives ou du mélange le plus contraignant.
- Les plongeurs mineurs ne sont pas autorisés à évoluer en autonomie.

**Espaces d'évolution : Art. A. 322-76.** – En fonction des gaz utilisés, du niveau de qualification de l'encadrement et des aptitudes des plongeurs, les espaces d'évolution sont définis comme suit :

- Espace de 0 à 6 mètres ;
- Espace de 0 à 12 mètres ;
- Espace de 0 à 20 mètres ;
- Espace de 0 à 40 mètres ;
- Espace de 0 à 60 mètres ;
- Espace de 0 à 70 mètres ;
- Espace de 0 à 80 mètres ;
- Espace au-delà de 80 mètres.
- La plongée subaquatique à l'air est limitée à 60 mètres.
- La teneur en oxygène du nitrox détermine l'espace d'évolution.
- L'encadrement de la plongée subaquatique aux mélanges trimix ou héliox est limité à 80 mètres.
- La pratique de la plongée subaquatique en autonomie aux mélanges trimix ou héliox est limitée à 120 mètres.

**Aptitudes : Art. A. 322-77.** - Le plongeur justifie, auprès du directeur de plongée, des aptitudes mentionnées aux annexes III-14a, III-17a ou III-18a, notamment par la présentation d'un brevet ou diplôme et, le cas échéant, d'un carnet de plongée permettant d'évaluer son expérience.

En l'absence de cette justification, le directeur de plongée organise l'évaluation des aptitudes de l'intéressé à l'issue d'une ou plusieurs plongées.

Le plongeur titulaire d'un brevet mentionné à l'annexe III-14b justifie des aptitudes correspondantes.

Au sens de la présente section, les aptitudes sont définies comme suit :

- les aptitudes à plonger encadré à l'air : PE ;
- les aptitudes à plonger en autonomie à l'air : PA ;
- les aptitudes à plonger en utilisant un mélange au nitrox : PN ;
- les aptitudes à plonger en utilisant un mélange au trimix ou à l'héliox : PTH.

Dans l'espace de 0 à 40 mètres, pour justifier des aptitudes PE-12 à PE-40 et des aptitudes à plonger au nitrox, les personnes en situation de handicap peuvent bénéficier d'une assistance adaptée en encadrement ou en matériel pour évoluer en palanquée encadrée.

### **Matériel d'assistance et de secours :**

**Art. A. 322-78-1** Les pratiquants ont à leur disposition sur le lieu de mise à l'eau ou d'immersion un plan de secours ainsi que le matériel de secours suivant :

- un moyen de communication permettant de prévenir les secours. Une VHF est nécessaire lorsque la plongée se déroule en mer au départ d'une embarcation support de plongée ;
- de l'eau douce potable ;
- un ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU) avec sac de réserve d'oxygène et trois masques (grand, moyen, petit) ;
- un masque à haute concentration ;
- un ensemble d'oxygénothérapie médicale normobare d'une capacité suffisante pour permettre, en cas d'accident, une prise en charge adaptée à la situation jusqu'à l'arrivée des secours médicaux, avec manodétendeur, débit-litre et tuyau de raccordement au ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU) ou au masque à haute concentration ;
- une couverture isothermique ;
- des fiches d'évacuation selon un modèle type en annexe III-19.

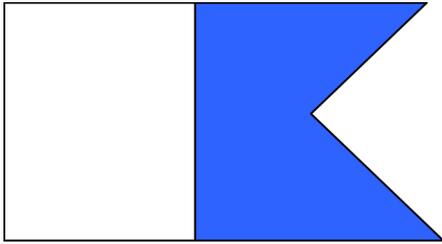
Le plan de secours est un document écrit, adapté au lieu et à la plongée pratiquée, régulièrement mis à jour et porté à la connaissance du directeur de plongée, des personnes encadrant les palanquées et des plongeurs autonomes. Il précise notamment les modalités d'alerte en cas d'accident, les coordonnées des services de secours et les procédures d'urgence à appliquer en surface à la victime.

**Art. A. 322-78-2** - Ils ont en outre le matériel d'assistance suivant :

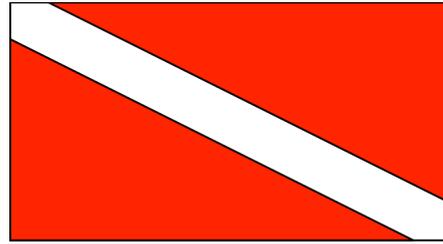
- une bouteille d'air de secours équipée de son détendeur et, en cas de plongée effectuée avec un mélange respiratoire autre que l'air, une ou plusieurs bouteilles de secours équipées de détendeurs, dont le contenu prévu par le plan de secours est adapté à la plongée organisée ;
- un moyen de rappeler un plongeur en immersion depuis la surface, lorsque la plongée se déroule en milieu naturel, au départ d'une embarcation ;
- une tablette de notation immergeable ;
- en milieu naturel, au-delà de la profondeur de 6 mètres, un jeu de tables de décompression.

**Art. A. 322-78-3** – Le matériel de secours est régulièrement vérifié et correctement entretenu.

**Art. A. 322-79.** - L'activité de plongée est matérialisée selon la réglementation en vigueur.



Pavillon ALPHA



Pavillon international

### **Equipement des plongeurs**

**Art. A. 322-80.** - Chaque bouteille ou ensemble de bouteilles d'un même gaz respirables est muni d'un manomètre ou d'un système équivalent permettant d'indiquer la pression au cours de la plongée.

- En milieu naturel, chaque plongeur équipé d'un appareil à circuit ouvert est muni d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir.
- En milieu naturel, chaque plongeur encadré au-delà de 20 mètres et chaque plongeur en autonomie est muni :
  - d'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout ;
  - d'équipements permettant de contrôler les caractéristiques personnelles de sa plongée et de sa remontée.
- En milieu naturel, la personne encadrant la palanquée est muni :
  - d'un équipement de plongée avec deux sorties indépendantes et deux détendeurs complets.
  - d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir,
  - d'équipements permettant de contrôler les caractéristiques de la plongée et de la remontée de sa palanquée.
- En milieu naturel, chaque palanquée dispose d'un parachute de palier.

**Art. A. 322-81.** - Les matériels subaquatiques et équipements nautiques utilisés par les plongeurs sont régulièrement vérifiés et correctement entretenus.

Les tubas et les détendeurs mis à disposition des plongeurs par les établissements sont désinfectés avant chaque plongée en cas de changement d'utilisateur.

## Aptitudes des pratiquants : ANNEXE III-14a

<b>APTITUDES À PLONGER encadré par un guide de palanquée</b>	<b>APTITUDES À PLONGER en autonomie (sans guide de palanquée)</b>
<b>PE-12</b> Aptitudes à évoluer en palanquée encadrée dans l'espace de 0 à 12 mètres	<b>PA-12</b> Aptitudes à évoluer en palanquée autonome dans l'espace de 0 à 12 mètres
<b>PE-20</b> Aptitudes à évoluer en palanquée encadrée dans l'espace de 0 à 20 mètres	<b>PA-20</b> Aptitudes à évoluer en palanquée autonome dans l'espace de 0 à 20 mètres
<b>PE-40</b> Aptitudes à évoluer en palanquée encadrée dans l'espace de 0 à 40 mètres	<b>PA-40</b> Aptitudes à évoluer en palanquée autonome dans l'espace de 0 à 40 mètres
<b>PE-60 (*)</b> Aptitudes à évoluer en palanquée encadrée dans l'espace de 0 à 60 mètres	<b>PA-60 (*)</b> Aptitudes à évoluer en palanquée autonome dans l'espace de 0 à 60 mètres

(\*) Cet espace d'évolution est réservé aux plongeurs titulaires d'un brevet (...) permettant la pratique dans l'espace de 0 à 60m

Richard Farizon

## Brevets des pratiquants : ANNEXE III-14b

<b>BREVETS DÉLIVRÉS PAR LA FFESSM, la FSGT, l'UCPA, l'ANMP et le SNMP</b>	<b>BREVETS DÉLIVRÉS par la CMAS</b>	<b>APTITUDES À PLONGER encadré par un guide de palanquée</b>	<b>APTITUDES À PLONGER en autonomie (sans guide de palanquée)</b>
Plongeur niveau 1-P1	Plongeur 1 étoile	PE-20	
Plongeur niveau 1-P1 incluant l'autonomie		PE-20	PA-12
Plongeur niveau 2-P2	Plongeur 2 étoiles	PE-40	PA-20
Plongeur niveau 3-P3	Plongeur 3 étoiles	PE-60	PA-60

Richard Farizon

## Condition d'évolution en exploration en plongée à l'air en milieu naturel : ANNEXE III-16b

ESPACES D'ÉVOLUTION	PLONGÉE ENCADRÉE			PLONGÉE AUTONOME	
	Aptitudes minimales des plongeurs encadrés	Effectif maximal de la palanquée (encadrement non compris)	Compétence minimale de l'encadrant	Aptitudes minimales des plongeurs en autonomie	Effectif maximal de la palanquée
Espace de 0 à 6 mètres	Débutants	4 (*)	E1 ou GP ou P4		
Espace de 0 à 12 mètres	PE-12	4 (*)	E2 ou GP ou P4	PA-12	3
Espace de 0 à 20 mètres	PE-20	4 (*)	E2 ou GP ou P4	PA-20	3
Espace de 0 à 40 mètres	PE-40	4 (*)	E3 ou GP ou P4	PA-40	3
Espace de 0 à 60 mètres	PE-46	4	E 4	PA-60	3

(\*) Possibilité d'ajouter dans la palanquée un plongeur supplémentaire, au minimum titulaire d'une qualification de GP ou niveau 4

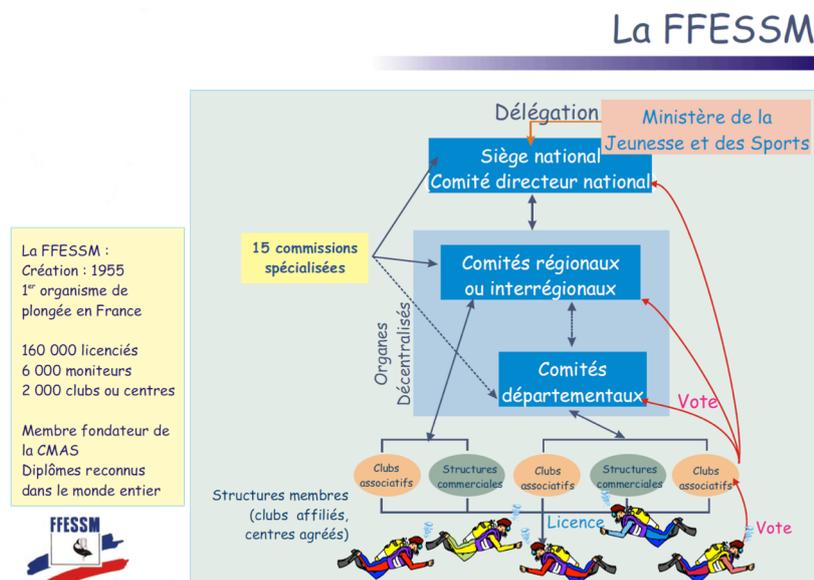
Richard Farizon

Une fois Plongeur Niveau 2, vous serez en droit de prétendre :

- passer votre niveau 3,
- présenter l'examen d'Initiateur,

### 6.2. La FFESSM

Créée en 1955, elle comprend plus de 160 000 licenciés et environ 2 000 clubs de plongée. C'est une fédération de clubs et de regroupements sportifs constitués conformément aux lois de 1901 et de 1984.



Elle comprend 15 commissions distinctes.



Commissions =  
gestion d'une activité,  
au niveau national (commission  
nationale), ou au sein d'un  
comité régional (commission  
régionale) ou d'un comité  
départemental (commission  
départementale)

Les comités sont constitués  
sous forme d'association,  
pas les commissions.



## Les commissions de la FFESSM

15 Commissions		Commissions ...
1. Archéologie subaquatique	de service	Commissions ...
2. Audiovisuelle		
3. Biologie subaquatique		
4. Hockey subaquatique	sportives	
5. Nage avec palmes		
6. Nage en eaux vives		
7. Orientation subaquatique		
8. Pêche sous-marine et apnée		
9. Plongée souterraine		
10. Technique		
11. Tir sur cible subaquatique		
12. Juridique	culturelles	
13. Médicale et prévention		
14. Sport corporatif		
15. Représentation des jeunes et organisation de leurs compétitions		

Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à visiter le site Internet fédéral ([www.FFESSM.fr](http://www.FFESSM.fr))

# VII: LE MILIEU MARIN

<b>1</b>	<b>DESTINATION PLONGEE:</b>	<b>114</b>
<b>2</b>	<b>LES OCEANS:</b>	<b>114</b>
<b>3</b>	<b>CHARTE DU PLONGEUR RESPONSABLE:</b>	<b>116</b>

## 1. DESTINATION PLONGEE

Le monde est vaste, les océans et les mers sont autant de lieux où la plongée peut se pratiquer, à condition de s'y préparer correctement, d'avoir le matériel adapté, et de s'adresser à des organismes compétents, qui vous proposeront des plongées adaptées à votre niveau.

Partout la faune et la flore sont des sources d'émerveillement, à condition que chacun respecte ces environnements toujours fragiles.

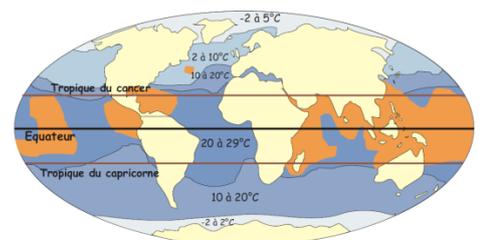


## 2. LES OCEANS

### 2.1. Répartition et températures associées

Les océans

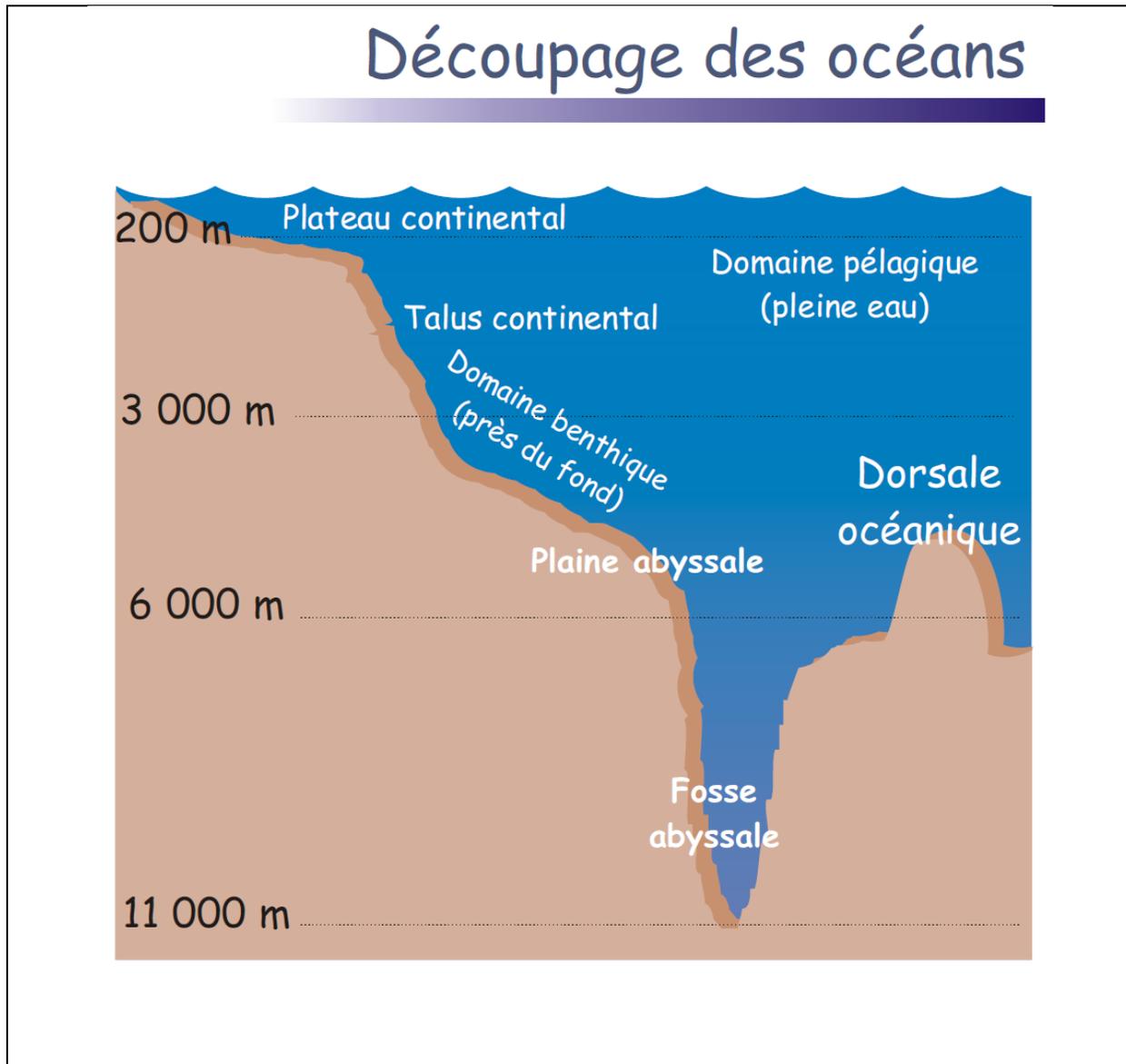
Température des eaux, corail



Eaux tropicales (22°C et +)  
 Eaux tempérées chaudes (10 à 20°C)  
 Eaux tempérées froides (2 à 10°C)  
 Eaux polaires (-2 à +2 ou +5°C)



## 2.2. Les fonds



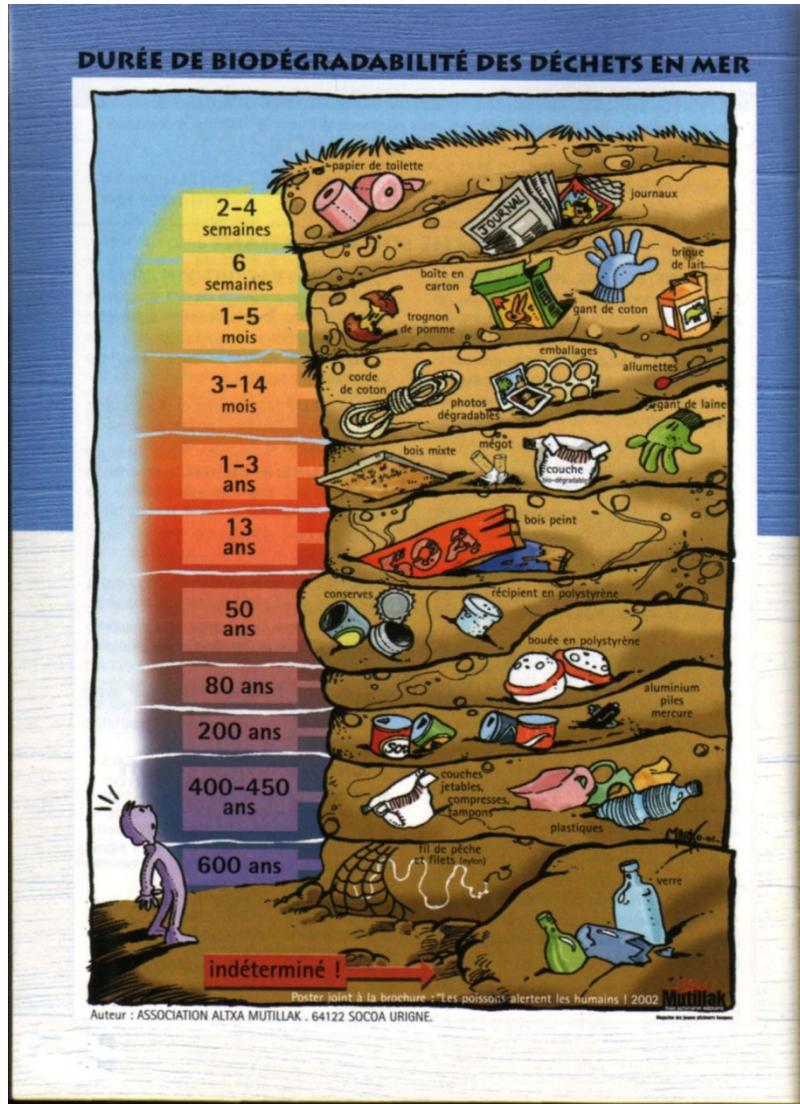
La mer occupe plus des 2/3 de la surface du globe avec une profondeur moyenne de moins 4000 mètres et un maximum de moins 11 030 mètres pour la fosse des Mariannes dans l'océan Pacifique. La région côtière correspond à une zone appelée aussi plateau continental dont la largeur varie de 6 à 150km pour des profondeurs de 0 à -180 mètres. Au-delà de cette zone, une pente douce amène progressivement à -4000 mètres où commence le royaume des abysses.

En fait, seule une partie de la région côtière est accessible au plongeur sous-marin, mais les richesses qu'elle renferme n'en sont pas moins immenses, car cette petite portion de la mer est la plus peuplée, même s'il n'existe aucune zone privée d'animaux.

Les animaux fossiles les plus anciens sont marins et on admet unanimement aujourd'hui que la vie est née dans la mer d'une façon qui reste encore bien mystérieuse.

### 3. CHARTE DU PLONGEUR RESPONSABLE

#### 3.1. Dégradation du milieu



## 3.2. Charte du plongeur responsable



*Cette charte est un guide.*

*Ses propositions doivent être envisagées au cas par cas, tant les sites de plongée, les situations différent d'un lieu à l'autre. Son objet est de pousser chacun à s'interroger, et à mettre en place les conditions de plongée optimales pour une préservation et un partage équitable des richesses de la mer.*

### 1 - PREPAREZ VOTRE VOYAGE

Les centres de plongée n'offrent pas tous les mêmes prestations. Certains s'efforcent de protéger l'environnement. Cela leur coûte cher, vous coûte plus cher, mais, ensemble, vous contribuerez ainsi à la protection du milieu que vous aimez.

- Choisissez une agence de voyage qui adhère à une charte éthique.
- Privilégiez les Centres de Plongée Responsable qui sont concernés par la protection des fonds marins.
- Renseignez-vous sur les écosystèmes marins que vous allez découvrir.

### 2 - AVANT LA PLONGEE

- Remettez-vous en forme, entraînez-vous à gérer votre flottabilité: poumon-ballast, gilet, lestage optimal.
- Informez-vous sur le site de plongée que vous allez découvrir, cela rendra votre plongée bien plus riche.
- Demandez une projection-présentation de l'écosystème à votre centre de plongée.
- Demandez la liste des espèces menacées, la liste des espèces protégées, les réglementations les concernant.
- Renseignez-vous sur les actions menées par le centre de plongée en matière de protection.

### 3 - SUR LE BATEAU

- Ne jetez rien par dessus bord.
- Refusez les assiettes et gobelets en plastique.
- Demandez l'installation de poubelles sur le pont.
- Veillez à bien fixer détendeurs de secours, consoles et manomètres.
- Choisissez des palmes courtes, peu agressives.

### 4 - EN PLONGEE

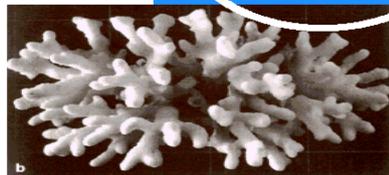
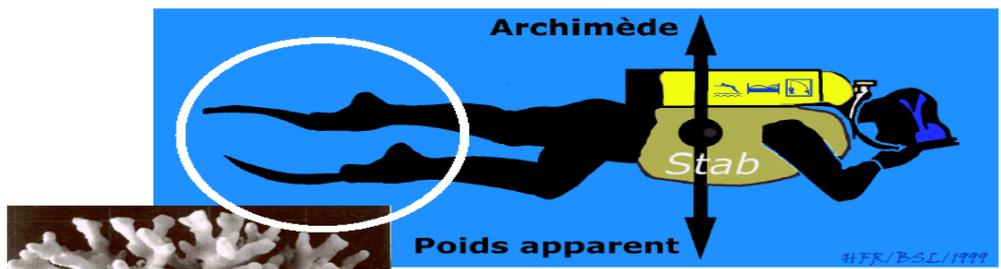
- Dès la mise à l'eau pensez à vérifier votre lestage.
- Pensez à palmer doucement.
- Evitez le contact avec plantes et animaux fixés.
- Ne prélevez rien, sauf des images.
- Ne harcelez pas les animaux.
- Evitez de nourrir les poissons.

### 5 - APRES LA PLONGEE

- Efforcez-vous d'économiser l'eau douce.
- Demandez des installations qui évitent le gaspillage d'eau douce.

### 6 - AU COURS DU SEJOUR

- N'achetez pas de souvenirs arrachés à la mer.
- Boycottez les restaurants qui servent de la soupe d'aillères de requin, des tortues, cétacés ou des poissons capturés à la dynamite ou au cyanure.
- Demandez aux restaurateurs comment sont pêchés les produits de la mer.

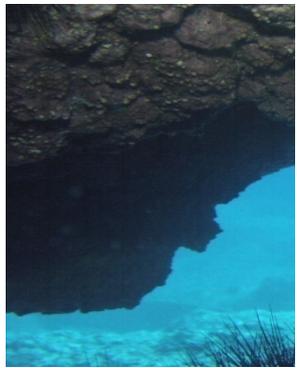


**Plongeur, apprends à palmer sans casser !**



- Éviter tout contact avec la faune et la flore en maîtrisant sa flottabilité, son palmage
- Éviter de remuer le fond.
- Veiller à bien fixer les flexibles et accessoires ;

BULLES	RESPIRER LE MOINS POSSIBLE APNEE	
--------	-------------------------------------	--

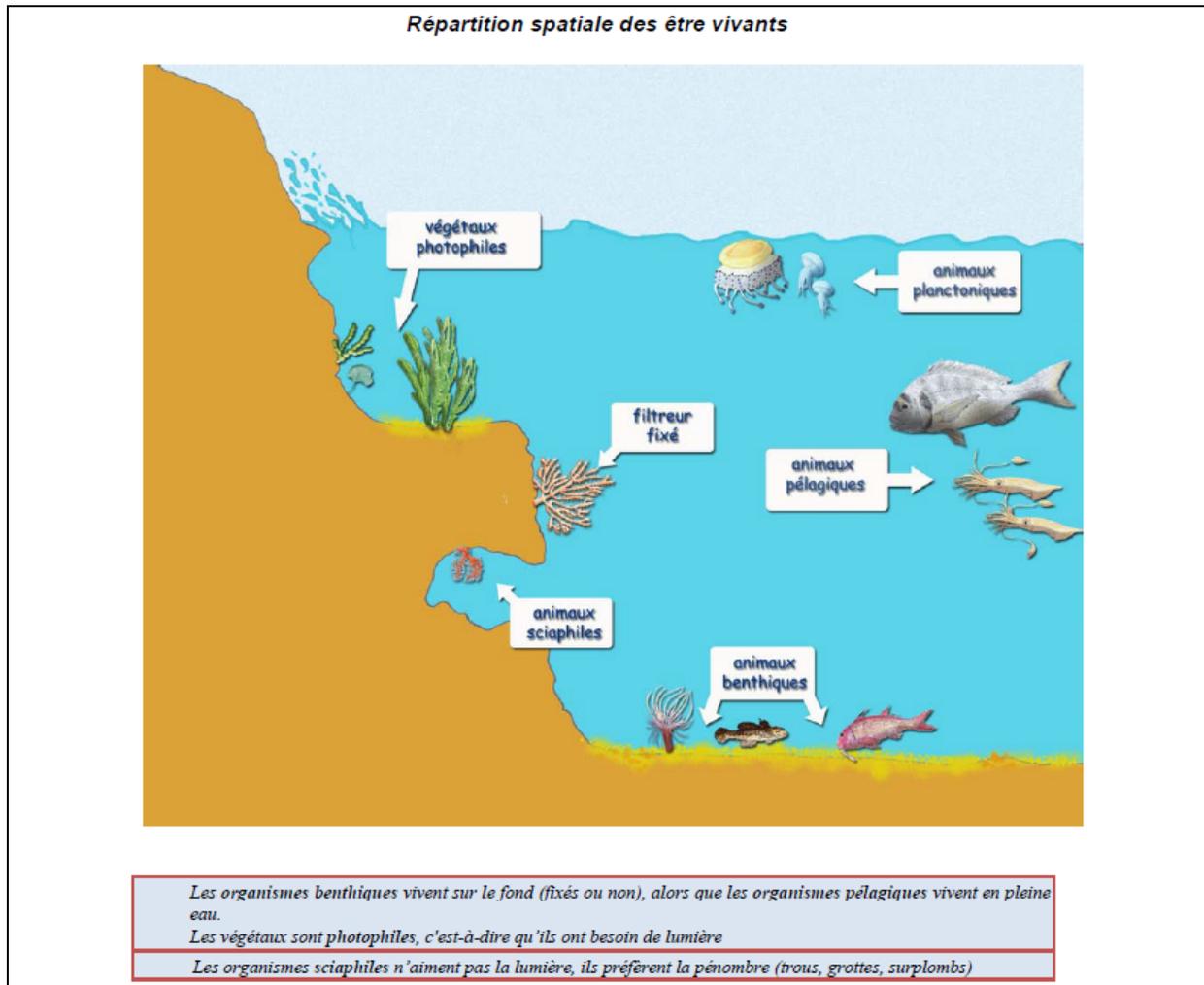


- Maitriser son volume et sa robinetterie dans grottes et surplombs,
- Éviter d'expirer sous les surplombs.

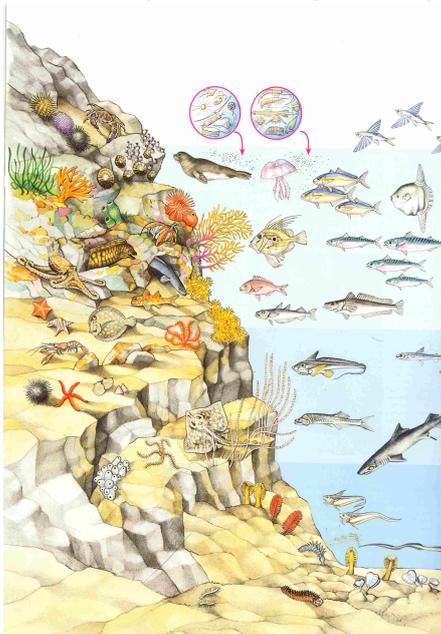


- Limiter les perturbations lumineuses et sonores (phares, bulles, pouett)
- Proscrire le nourrissage.
- Ne pas déranger les animaux volontairement
- Ne toucher à rien – pour eux et pour soi

### 3.3. La vie dans les océans



**lutte pour la vie et pour l'espace tous les milieux sont plus ou moins habités habités**



pleine eau  
tombants  
rochers  
cavités  
sable  
prairies  
épaves  
Milieux éclairés ou à l'ombre  
Abrités ou dans le courant

### 3.4. Espèces protégées

