



# 8- Niveau 3 : Gestion de la décompression I – l'ordinateur de plongée

La décompression, qui commence dès le début de la phase de remontée, est le moment le plus délicat de la plongée. Un protocole rigoureux doit être suivi pour éviter tout risque d'accident



# Sommaire

## Le protocole de décompression

Objectif

Les éléments d'un protocole de décompression

Exemples

## L'ordinateur de plongée

Principe de fonctionnement

Types d'ordinateurs sur le marché

Critères de choix

## Utilisation de l'ordinateur

Gérer la décompression au cours de la plongée

Gérer les protocoles multiples au cours d'une plongée



An underwater photograph showing a diver in the distance, swimming towards a large, textured rock formation. The water is clear and blue, with light rays filtering through. The diver is positioned in the lower right quadrant of the frame, and the rock formation dominates the center and right side. The overall scene is serene and captures a moment of exploration in a deep-sea environment.

# Protocole de décompression

# Rappel : La saturation du plongeur

En début de plongée

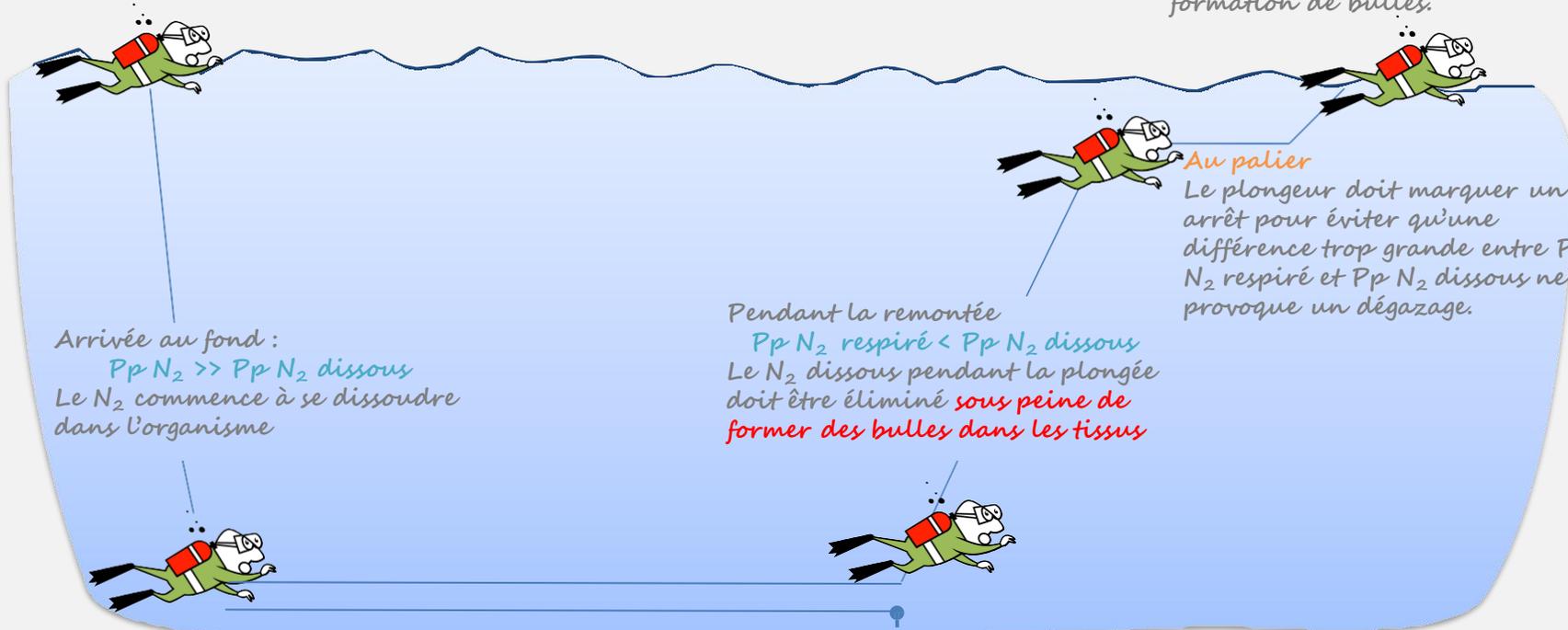
$$P_p N_2 \text{ respiré} = P_p N_2 \text{ dissous}$$

Le plongeur est en équilibre avec l'environnement : pas de dissolution, ni d'élimination

En fin de plongée

$$P_p N_2 \text{ respiré} < P_p N_2 \text{ dissous}$$

Le plongeur a éliminé assez d'azote pour que la différence des  $P_p N_2$  ne provoque pas la formation de bulles.



Arrivée au fond :

$$P_p N_2 \gg P_p N_2 \text{ dissous}$$

Le  $N_2$  commence à se dissoudre dans l'organisme

Pendant la remontée

$$P_p N_2 \text{ respiré} < P_p N_2 \text{ dissous}$$

Le  $N_2$  dissous pendant la plongée doit être éliminé **sous peine de former des bulles dans les tissus**

Au palier

Le plongeur doit marquer un arrêt pour éviter qu'une différence trop grande entre  $P_p N_2$  respiré et  $P_p N_2$  dissous ne provoque un dégazage.

Pendant la plongée

$$P_p N_2 \text{ respiré} > P_p N_2 \text{ dissous}$$

Le  $N_2$  continue à se dissoudre dans l'organisme.

DECOMPRESSION



# Protocole de décompression

## Objectif

- *L'objectif de tout protocole de décompression est de prévenir l'accident de décompression*
- *C'est-à-dire éviter que l'élimination de l'azote qui s'est accumulé dans l'organisme durant la plongée ne provoque des lésions dans l'organisme*
  - *Ces lésions viendront d'une formation de bulles, il faut donc éviter que des bulles trop importantes ne naissent dans les liquides de l'organisme (en particulier, le sang)*
  - *Et pour cela, il faut éviter que la différence entre la pression partielle d'azote de l'air respiré et la tension d'azote dans l'organisme ne soit trop importante*
- *Le protocole va donc définir un mode d'emploi pour la phase de remontée, fondé sur plusieurs éléments*



# Protocole de décompression

## Les éléments du protocole

- *Une vitesse de remontée, fixe ou variable*
- *Des arrêts à respecter : les paliers*
- *Des conditions d'utilisation*
  - *Gaz respirés, pendant tout ou partie de la plongée*
  - *Nombre de plongées*
  - *Profil des plongées*
  - *Conditions géographiques (altitude)*
  - *Autres limitations (efforts ou non, condition physiologique du plongeur, etc.)*



# Protocole de décompression

## Exemples de protocoles

- *Les tables de la marine nationale (MN90)*
  - *Plongée à l'air entre 0 et 300 m d'altitude, profils « carrés », profondeur max de 60m*
  - *Vitesse de remontée : 15 à 17 m/min jusqu'au 1er palier, 6 m/min entre les paliers*
  - *2 plongées / jour, peu d'efforts sous l'eau*
  - *Procédures prévues pour la remontée trop rapide, la remontée lente, l'abandon de palier*
  - *Adaptations prévues pour la plongée en altitude, la plongée nitrox, la respiration d'O2 pur aux paliers de 6 et 3m*
- *NB : Les règles ont été légèrement modifiées par la FFESSM pour tenir compte de la spécificité des plongées loisir.*
- *Les tables PADI*
  - *Plongée à l'air, entre 0 et 300m d'altitude, profils multi-profondeurs*
  - *Plongée dans la courbe de sécurité (pas de calcul des paliers)*
  - *Vitesse de remontée : 18 m/min max*
  - *Pas de limite du nombre de plongées par jour, peu d'efforts sous l'eau*
  - *Procédures prévues pour le dépassement accidentel du temps de plongée (courbe de sécurité dépassée)*
  - *Adaptations prévues pour la plongée nitrox, la plongée en eau froide*
- *Et aussi d'autres tables : MT92, BSAC, BÜLHMANN ... et des modèles comme RGBM*

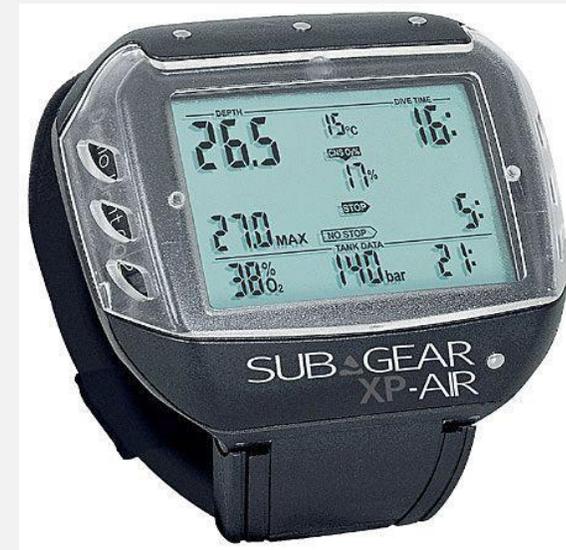


# L'ORDINATEUR DE PLONGÉE

# L'ordinateur de plongée

## Principe de fonctionnement

- L'ordinateur se fonde sur un modèle de décompression
  - Ex. : UWATEC, fondés sur les tables BÜHLMANN
  - Ex. : SUUNTO, fondés en majorité sur le modèle RGBM
- D'après ce modèle, il calcule à intervalles très rapprochés le degré de saturation du plongeur en fonction de
  - La pression – majorée pendant la descente et le séjour au fond, minorée pendant la remontée
  - Le temps de plongée
  - L'altitude et parfois d'autres paramètres : température, consommation, fréquence cardiaque, etc.
- Il en déduit et affiche
  - Les paramètres de plongée : profondeur, profondeur max, temps de plongée
  - Le temps restant sans palier OU la profondeur et la durée des paliers
  - La vitesse de remontée
  - D'autres informations, selon le modèle : pression bouteille, température...
- Il mémorise ces paramètres à intervalles réguliers pour consultation ultérieure
- Après la plongée, il affiche les informations de sécurité
  - Temps de désaturation total, avant de prendre l'avion, etc.



# L'ordinateur de plongée

## Entrée de gamme type « PADI »

- *Ils indiquent les paliers, mais sans préciser leur durée*
  - *Un signal fait signe de stopper la remontée jusqu'à la fin du palier*
- *Avantages*
  - *En général, peu coûteux*
  - *Adaptés à la plongée « PADI »*
  - *La plupart gèrent les plongées au nitrox*
- *Inconvénient*
  - *Complètement inadaptés aux plongées avec paliers : impossible de planifier l'autonomie en air*
  - *A proscrire pour un niveau 3 !!!*



# L'ordinateur de plongée

## Entrée et milieu de gamme

- *Ils indiquent les paliers et leurs durées*
  - *En général, ils indiquent la profondeur et la durée du 1er palier, et la durée totale de la remontée*
- *Avantages*
  - *Adaptés à tous types de plongée*
  - *La plupart gèrent les plongées au nitrox et intègrent des réglages personnalisés permettant de les durcir*
- *Inconvénient*
  - *Aucun*



# L'ordinateur de plongée

## Haut de gamme plongée loisir

- *En plus des fonctions des ordinateurs de milieu de gamme, ils gèrent la consommation en air*
  - *Ils sont montés sur console ou reçoivent la pression via un émetteur radio*
- *Avantages*
  - *Alarme d'autonomie et d'essoufflement*
  - *Prennent en compte la consommation dans le calcul de la décompression*
- *Inconvénients*
  - *Onéreux*



# L'ordinateur de plongée

## Autres types d'ordinateurs

- *Ordinateurs « tech »*
  - *Gèrent les plongées « multi-gaz »*
- *Ordinateurs « formateur »*
  - *Permet d'avoir les informations des ordinateurs de ses élèves ... pour peu qu'ils aient le même type d'ordinateur*
- *Ordinateur professionnels*
  - *Intègrent des plongées avec effort*



# L'ordinateur de plongée

## Autres fonctions, un peu en vrac

- *Alarmes sonores*
  - *Remontée trop rapide, abandon de palier, dépassement de la profondeur plancher, essoufflement, panne d'air ...*
- *Carnet de plongées*
  - *Accès à l'historique des plongées*
  - *Affichage de la courbe*
  - *Parfois, « rejoue » les plongées*
- *Interface ordinateur PC*
- *Rétroéclairage (plongées de nuit)*
- *Planification de plongée*
  - *Permet de prévoir un profil de plongée*
- *Fonctions spécifiques*
  - *Paliers profonds ou mi profondeur*
  - *Plongées en altitude*
  - *Gestion des paliers de sécurité*
  - *Température de l'eau*
  - *Timer (compte à rebours)*
  - *Cardio-fréquence mètre*
  - *Etc. etc. etc.*



# L'ordinateur de plongée

## Modèles courants

- Montres ordinateurs
  - Compact, mais souvent peu lisibles
  - Plus onéreux à fonctions égales qu'un ordinateur classique



# L'ordinateur de plongée

## Modèles courants

- Ordinateurs de poignet
  - Encombrants, parfois très !
  - En général plus lisibles



**Leonardo**



**Vyper Air**



# L'ordinateur de plongée

## Modèles courants

- *Ordinateurs console*
  - *Peu pratiques en intervention*
  - *Gestion d'air moins onéreuse*



# L'ordinateur de plongée

## Critères de choix

- *Adéquation au besoin*
  - *Le type d'ordinateur et les fonctions sont adaptées aux plongées que l'on prévoit de faire*
    - *Ex. : plongées en altitude, plongées avec décompression, etc.*
- *Lisibilité et clarté des informations*
  - *Doit afficher pendant la plongée les informations essentielles à la gestion de la plongée, sans devoir faire de manipulation*
- *Autres*
  - *Encombrement*
  - *Budget*
  - *Changement de pile*
  - *Interface PC*



# UTILISATION DE L'ORDINATEUR

# Utilisation de l'ordinateur en plongée

- Avant la plongée
  - Vérification du bon fonctionnement
  - Vérification du type d'ordinateur présent dans la palanquée
- Pendant la plongée
  - On regarde régulièrement son ordinateur
    - En cas de panne, on ne doit pas être pris au dépourvu
  - On évite de flirter avec la courbe de sécurité
    - Une règle intéressante : un palier qui s'affiche doit être fait, même s'il disparaît par la suite
  - On prévient ses camarades lorsque l'on arrive en plongée avec palier
  - On n'hésite pas à lire l'ordinateur de ses camarades de plongée
- Après la plongée
  - Surveiller les indications de sécurité
  - Entretenir son ordinateur et la ranger (attention aux bouteilles)
  - Le ranger dans un endroit sec (ça économise les piles)



# Procédures en cas de protocoles différents

- Ordinateurs + Tables OU Ordinateurs différents
- Planification avant la plongée
  - On se met d'accord sur ce qu'on fera sous l'eau
- On reste une palanquée : même trajet, même profondeur, même durée
  - Donc, même décompression !
- Vitesse de remontée la plus lente
  - A toutes les étapes de la remontée
- Paliers les plus profonds et les plus longs



An underwater photograph showing a diver's hand in a black wetsuit with a white logo, resting on a metal structure. The water is clear blue, and sunlight filters through from above, creating a bright, shimmering effect. The background is slightly blurred, showing more of the metal structure and the water's surface.

**MERCI**