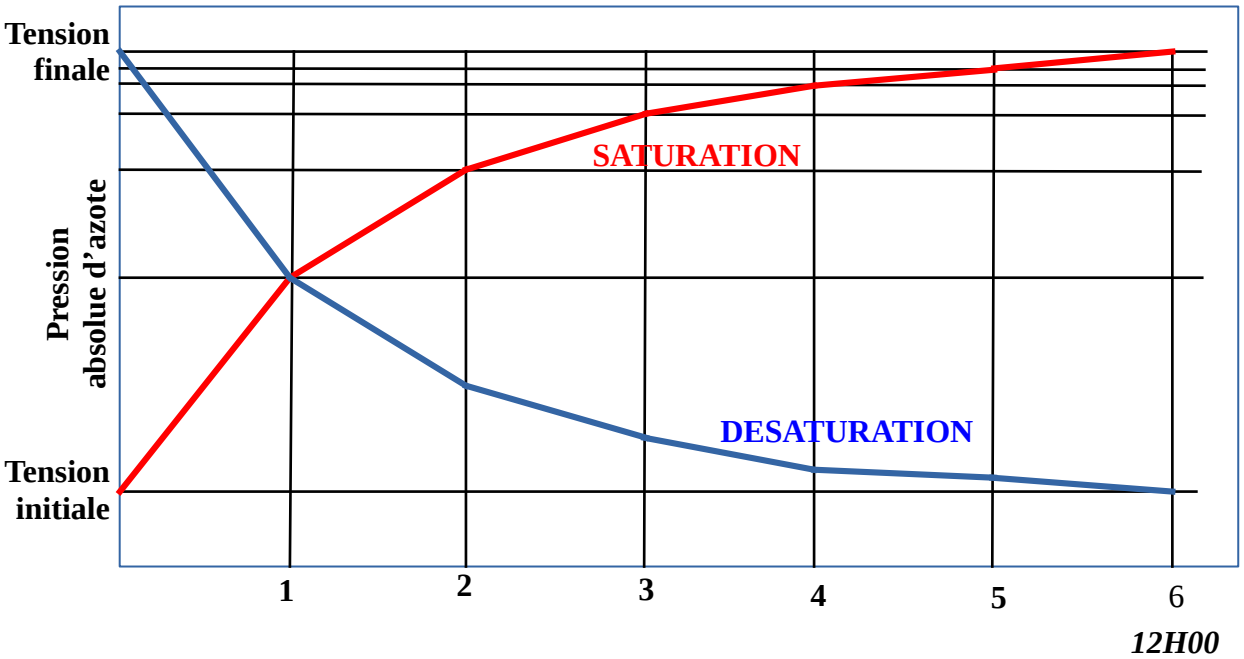
Stéphane MOREAU stagiaire MF1 2018-2020

ORDINATEUR ET DECOMPRESSION

1 - RAPPELS

➔ loi de Henry : « À température constante et à l'équilibre, la quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle qu'exerce ce gaz sur le liquide. » Différents stade : sous-saturation, saturation, sur-saturation et équilibre.

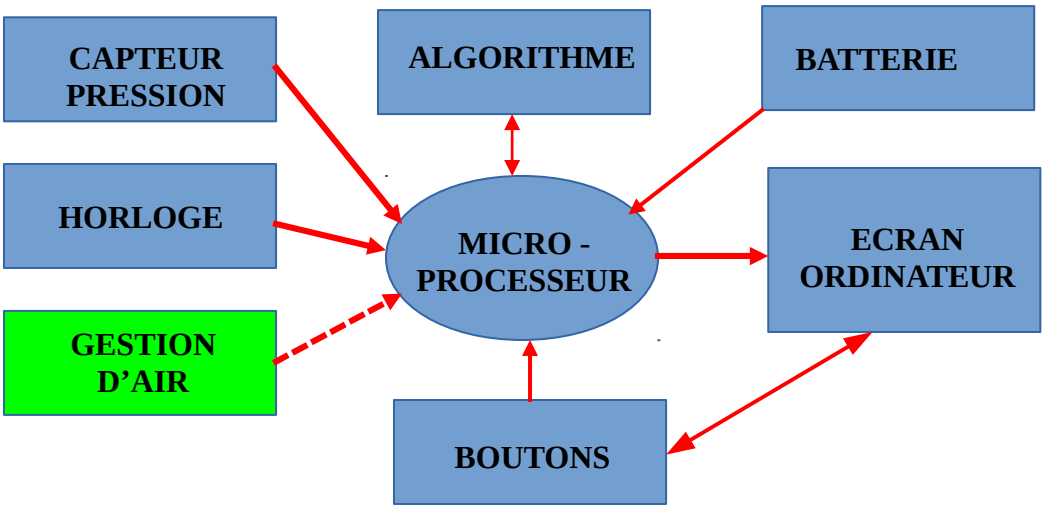
➔ Éléments de calculs de tables :



- tension : quantité de gaz dissous dans les compartiments
- tension initiale : tension au départ
- tension finale : quantité de gaz maxi dissous dans le compartiment au bout de 6 périodes
- compartiments : tissus qui saturent et désaturent de la même façon. Ils sont classés par groupes anatomiques
- période : temps nécessaire pour que le compartiment sature de la moitié du gradient. 6 périodes = 100 % de saturation ou de désaturation
- gradient : quantité maximum de gaz a dissoudre pendant la plongée. Gradient = tension finale – tension initiale
- seuil de sursaturation critique : rapport entre tension finale et pression absolue. C'est le seuil de dégazage a ne pas dépasser. Si la pression absolue est supérieure à 1, il faudra effectuer un palier
- <u>compartiment directeur : avec plusieurs compartiment dont le seuil de sursaturation critique est supérieur à 1, on prends celui qui à la valeur la plus élevée. Il indiqueras le temps de palier et sa profondeur</u>

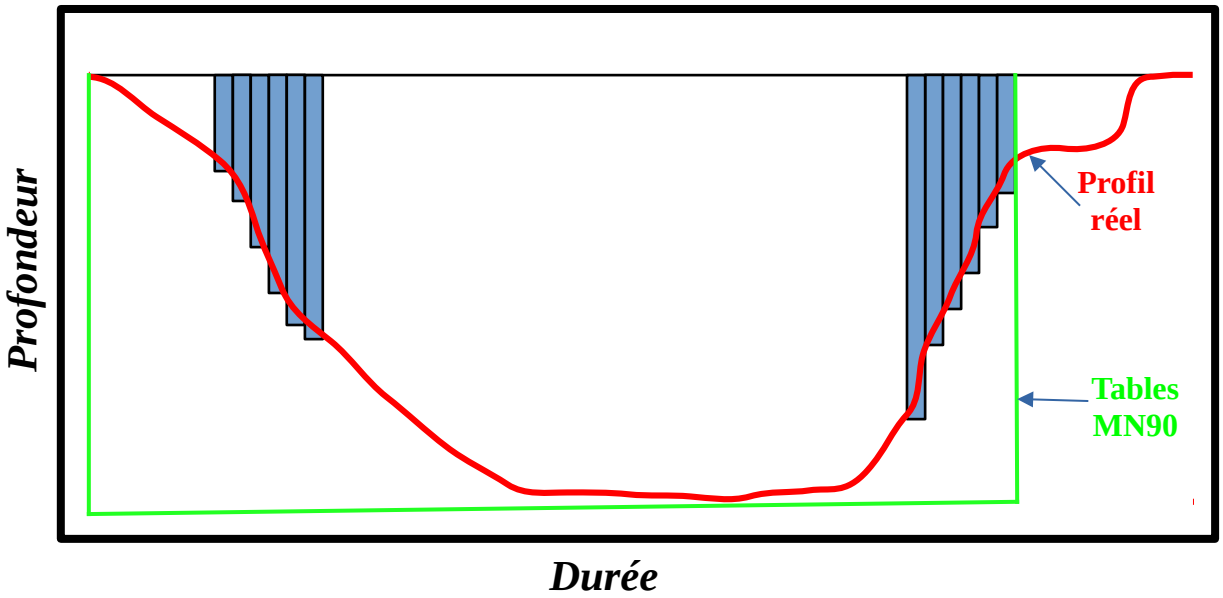
2 – Ordinateurs

2.1 – Architecture interne d'un ordinateur :



2.2 – Principe :

Les tables MN90 sont basés sur un profil carré, avec les critères de profondeur et de durée.
L'ordinateur, scinde la plongée en une multitude de micro plongées consécutives au profil carré, d'une durée d'environ une minute (variable suivant les fabricants). Cela permet d'être au plus prêt au profil réel de la plongée et diminuer les paliers et leurs durées.
Par contre cela diminue la marge de sécurité.



2.3 Fabricants et modèle de décompression

Fabricant	CRESSI	MARES	SUUNTO	UWATEC - SUCBAPRO
Modèles décompression	Bülhmann ZH-L	RGBM et Bühlmann ZH-L	RGBM	Bühlmann ZH-L
Modèles commerciaux	Leonardo	Nemo Wide et Genius	Vyper	Galileo

2.4 Vocabulaire des fabricants :

DEPTH : profondeur
NO DECO TIME ou NO STOP : durée restante avant apparition des paliers obligatoires
MAX DEPTH : profondeur maximum atteinte lors de la plongée
DIVE TIME ou D-TIME : durée écoulé depuis le début de la plongée
ASC TIME ou DTR : durée totale de remontée avec les paliers
PDIS ou DEEP STOP : profondeur du palier intermédiaire non obligatoire et durée
TANK BAR : pression instantanée dans la bouteille (option gestion air)

2.5 Principaux types d'algorithmes

A / Principal fondateur des algorithmes de décompression

John Scott HALDANE (physiologiste anglais 1860-1936)

- ➔ 1ère table de plongée en 1908

- ➔ différentes hypothèses :
  - modèle par perfusion (absorption instantané de l'azote)
  - charge et décharge identique
  - remontée en divisant le pression par deux sans risque (50 m- 6 bars à 20 m – 3 bars)
  - au-dessus 10-12 m, jamais de palier
  - le corps humain est représenté par des régions anatomiques fictives appelés compartiments
  - 12 compartiments
  - table pour plongée unique, pas de possibilité de deuxième plongée
  - seuil de sursaturation critique égal à 2 pour tous les compartiments
  - vitesse de remontée à 20 m par min

Les tables MN90 sont basées sur un modèle Haldanien.

B - Albert A. BULHMANN

Le modèle BULHMANN est une amélioration du modèle Haldanien : en proposant une vitesse de remontée lente de 10m/min, il diminue la formation des micro-bulles à la remontée.

- Il intègre la plongée en altitude et les pression partielles de l'air alvéolaire (poumons)
- Il définit plusieurs M-VALUES 5 (limites admissibles par compartiment pour une profondeur donnée) .
- On parle d'algorithme ZH-L12 et ZH-L16 (ZüricH Limit et nombre de M-VALUE par compartiment).

C - VPM (Varying Permeability Model)

Ce modèle cherche a calculer le nombre maximum de bulles saines que le corps humain peut accepter. Au-delà du seuil de bulles non tolérables, il faut effectuer un palier (si les bulles sont intolérables, elles deviennent pathogènes) .

D - RGBM (Reduce Gradient Bubble Model)

C'est un modèle proche du modèle Haldanien, en reprenant les éléments du modèle VPM.
La décharge et plus longue que la charge, ce qui a pour conséquence plus de paliers.
Le modèle s'adapte a différents critères, tel que une remontée rapide, un profil inversé, une plongée successive, etc …..

E - Autres paramètres :

➔ Les G.F (facteur de gradient), sont l'application d'un pourcentage permettant d'abaisser les M-VALUES, ce qui amène une plus grande sécurité. Ce pourcentage varie au cours de la déco entre 2 valeurs.

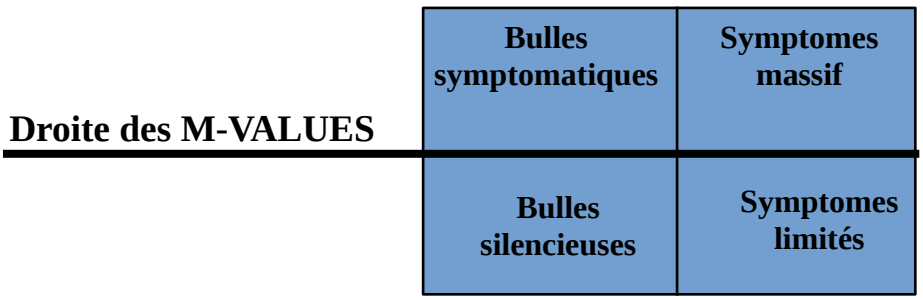
- G.F LOW : fixe la profondeur du 1er palier
- G.F HIGH : fixe la durée de la déco

Cela va dans le sens de la sécurité

Par exemple pour une plongée avec un palier de 6 min à 3 m :

- Si on augmente la valeur de G.F LOW, par exemple cela peut générer un palier supplémentaire de 3 min à 6 m
- Si on augmente la valeur de G.F HIGH, par exemple cela peut générer un palier supplémentaire de 6 min à 6 m

➔ Les M-VALUES , correspondent à la tension maximale accepté par chaque compartiment à différentes profondeur. Cela permet des plongées plus longues et plus profondes.



On retrouve ces types d'options sur les ordinateurs dit « TEK », tel que les OSTC, SHEARWATER, …. . Ils permettent la prise en compte de plongées très particulières tel que le TRIMIX .

2.6 - Synthèse :

- Tous ces modèles fonctionnent, ils ont tous des propriétés différentes.
- La principale différence entre Bulhmann et RGBM, réside dans la durée de DTR qui est plus importante avec RGBM au-delà d'une certaine durée de plongée (environ 30 min). En-deça la DTR est très proche entre les deux modèles .
- Le corps humains est capable de supporter un certain nombre de bulles indéfiniment ou bien dans un temps donné avec un nombre plus important. L'ordinateur gère cela.
- Lors de la plongée, les bulles grossissent et se rétracte en fonction des valeurs de gaz dissous et de la pression ambiante. (lois de Mariotte et Henry)
- Chaque personne est différente. Elle réagit différemment à la saturation et à la désaturation, suivant sa morphologie, son état de santé et les éléments extérieurs (froid, …) .
- Lorsque l'ordinateur le permet, il est intéressant d'utiliser les possibilités offertes par les paramètres tel que les M-VALUES et les G.F .

3 – APPLICATION À LA PLONGÉE

3.1 – Comparaison tables et ordinateur :

- Les ordinateurs permettent d'ajuster au plus près les profondeurs et durées de paliers.
- Pour une plongées dite « carrée », les ordinateurs sont plus « strictes » que les tables.
- Les fabricants d'ordinateurs intègre une marge de sécurité supplémentaire et propose généralement un palier dit de « sécurité » de 3 min entre 3 et 5 m.

3.2 – Intérêt d'utiliser un ordinateur :

- La durée d'immersion est allongée grâce à une décompression optimisée
- Grande facilité de lecture des paramètres avec un affichage actualisé régulièrement
- Généralement présence d'une alarme visuelle et sonore en cas de remontée rapide
- Prise en compte des micro bulles et de la physionomie du plongeur chez certains fabricants
- La marge de sécurité est constante alors celle des tables est variable
- Planification des futures d'une deuxième plongée

3.3 - Précautions a prendre avec un ordinateur :

- Les paliers étant calculés au plus juste, il faut respecter impérativement la profondeur indiquée
- En cas de houle importante, il est préférable d'effectuer un palier de 3 m, à une profondeur comprise entre 4 et 5 m. Mais attention à la durée qui va s'allonger et à la consommation en air
- L'ordinateur ne tient pas compte automatiquement de l'état de santé du plongeur, ne pas hésiter a effectuer un « durcissement » par le paramétrage de « P » (P0, P1 ou P2)
- Ne pas faire une confiance aveugle à l'ordinateur et toujours avoir une idée du temps maximal de plongée ainsi que les éventuels paliers correspondants
- Rester attentif à la consommation en air, surtout avec le système de gestion d'air
- Possibilité de blocage suivant le modèle en cas de remontée rapide ou de palier interrompu (passage en mode profondimétre)

- **Toujours prendre le temps de lire la notice**
- Vérifier l'état de charge de la batterie ou de la pile
- Ne pas effectuer de profil à risque (profil inversé, etc …)
- **Ne jamais changer d'ordinateur entre deux plongées**
- On ne prête pas son ordinateur
- **PAS PLUS DE 2 PLONGEES JOURS**

4 – RÔLE EN TANT QUE GUIDE DE PALANQUÉE

- Toujours faire le point avant la plongée sur les différents types d'ordinateurs de la palanquée et établir une procédure commune
- **L'ordinateur donnant le temps de palier le plus long étant prioritaire sur les autres**
- Réalisation de paliers profonds ou non
- Signes pour signaler le changement de gaz, en cas de décompression à l'O_2
- A la fin de la descente, on contrôle la durée de « no deco »
- Interrogation régulière des ordinateurs concernant le temps restant avant palier, la consommation, ….
- Une fois que les ordinateurs affichent des paliers, on compare les durées totales de remontée et l'on anticipe la remontée en fonction de la consommation d'air de chacun

5 - CONCLUSION

En tant que niveau 4, il est important de comprendre le fonctionnement des ordinateurs.
Vous serez amené à harmoniser les procédures pour votre palanquée mais également conseiller sur le choix et l'utilisation de ce type de matériel.
Vous ne devez pas pour autant lui faire une confiance aveugle et rester lucide, s'il vous semble que les différents éléments qu'il indique sont incohérents et mettent en danger votre palanquée.