



Gestion de la plongée

Objectif du cours



- Savoir choisir la procédure de désaturation
 - Comprendre les principes des tables (cour précédent) et des ordinateurs
 - Savoir choisir une procédure adaptée dans le cas où les plongeurs de la palanquée ont des moyens de gestion de la désaturation différents (tables, modèles d'ordinateurs)
- Se donner des limites de temps et de profondeurs
 - Savoir calculer une autonomie
 - Savoir gérer son air

Modèle de calcul des ordinateurs

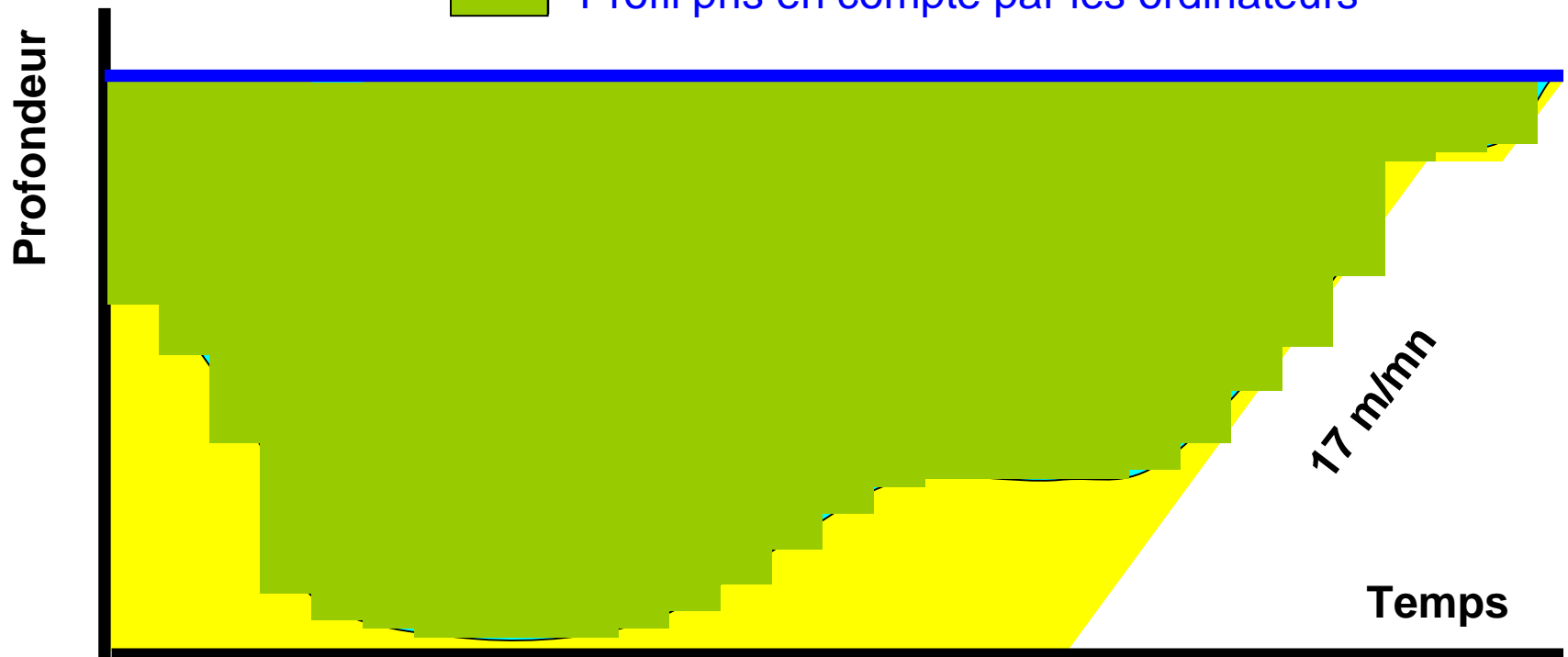
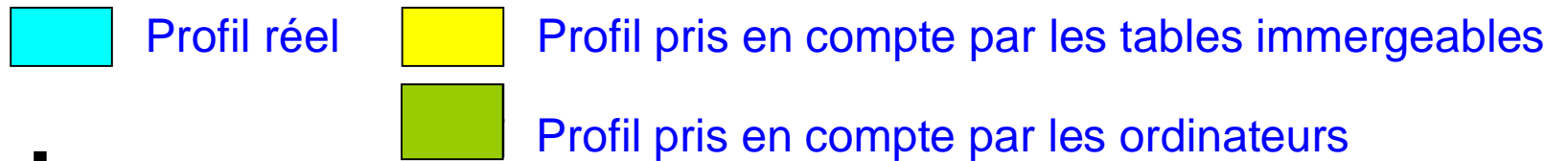


- Des modèles haldaniens plus ou moins perfectionnés
 - La majorité des calculs utilisés par les ordinateurs (Buhlman, Spencer, ...) sont basés sur les principes d'Haldane.
 - Ils intègrent en revanche des paramètres supplémentaires (seuil de sursaturation critique variant avec les pression absolues, vitesse de remontée variable selon la profondeur, ...)
- De nouveaux modèles
 - De nouvelles méthodes de calculs utilisées par certains modèles d'ordinateurs sont apparues ces dernières années
 - Saturation par diffusion
 - Prise en compte des micro-bulles
 - A aujourd'hui, rien ne permet d'affirmer que ces modèles sont plus (ou moins) fiables que les modèles haldaniens.

Principe de l'ordinateur



- Prendre en compte la profondeur réelle à chaque instant



Avantage de l'ordinateur



- Optimisation du profil de plongée
 - Calcul de la saturation plus précise, donc moins de palier et moins de marge de sécurité.
 - Néanmoins les algorithmes prennent en compte une marge de sécurité. Le calcul de ces marges ne sont cependant pas connues pour des raisons de secrets commerciales.
- Options permettant de prendre en compte des paramètres personnels
 - Certains ordinateurs permettent de durcir la calcul de désaturation en modifiant un paramètre.

Avantage de l'ordinateur



- Autres options selon les modèles
 - Signal sonore signalant une remontée trop rapide
 - Temps restant avoir d'être obligé de faire un palier
 - Interface avec un ordinateur pour historisation des plongées
 - Temps restant avant de prendre l'avion
 - Et bien d'autres encore...
- .

Inconvénient



- Pas de procédures de secours possibles
 - A ce jour, aucun ordinateur ne prévoit une procédure de secours en cas de non respect des consignes, contrairement aux tables.
 - Dans ce cas, appliquer les procédures de sécurité des tables, en prenant en compte les paramètres prévues par les tables.
 - En particulier, le temps de plongée doit prendre en compte le temps de remontée car les ordinateurs préconisent des vitesses bien plus lentes que les tables M.N. 90.
- Dans tous les cas
 - Une lecture attentive du mode d'emploi est nécessaire
 - Une utilisation de l'ordinateur dans un cadre prévu par son constructeur est impérative.
 - Donc, attention aux plongées yo-yo et inversées généralement interdite par le constructeur.

Conclusion de l'ordinateur



- L'ordinateur, n'est qu'un outil d'aide à la gestion de la désaturation
 - Correctement utilisé, il est confortable et sûr.
- **Vous êtes responsable de la gestion de la désaturation**
 - Certaines informations ne sont pas connues de l'ordinateur ou des tables, et peuvent vous inciter à la prudence qui pourra se traduire par une majoration du palier de 3m
 - Par exemple :
 - Les conditions de plongée : houle, courant, froid
 - Votre propre état de fatigue (travail, voyage)
 - Des incidents survenus durant la plongée (perte d'un coéquipier, plongeur accroché à un filin que l'on a coupé, ...)

Gestion de la désaturation dans une palanquée aux outils hétérogènes



- De plus en plus fréquemment, les palanquées sont constituées de plongeurs dont les outils (ordinateurs, tables) sont différents.
- Avant de plonger, un briefing, même pour une plongée d'exploration, est nécessaire .
 - Chacun présente ses outils et ses contraintes : vitesse maximale de remontée, signification des signaux sonores émis par l'ordinateur
 - La profondeur maximale et le temps maximum prévus doivent être partagés de tous. Si nécessaire, au fond, si le « guide de palanquée » les oublie, les autres plongeurs doivent le lui rappeler.
 - La présentation du site par le directeur de plongée est attentivement écoutée, et le trajet prévu est discuté.

Gestion de la désaturation dans une palanquée aux outils hétérogènes



- Premier principe : l'homogénéité de la palanquée doit être conservée
 - Extrait du code du sport : « **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. »
 - Les plongeurs doivent donc restés groupés.
 - Ils effectuent rigoureusement tous les mêmes paliers
 - Par exemple, si l'un des plongeurs voit son ordinateur lui dire qu'il peut remonter alors que ses coéquipiers n'ont pas finis leur palier à 3 m, il continue son palier.

Gestion de la désaturation dans une palanquée aux outils hétérogènes



- Deuxième principe : prendre la contrainte la plus forte
 - Durant la remontée, on se calera sur la vitesse la plus lente imposée par les ordinateurs utilisés dans la palanquée.
 - A un palier, on ne remontera au palier suivant (ou à la surface) que lorsque tous les ordinateurs indiqueront que c'est possible.
 - Ce principe est également valable si l'un des ordinateurs préconise un palier à mi-profondeur.

Gestion de la désaturation dans une palanquée aux outils hétérogènes



- Si l'un des plongeurs n'est pas équipé d'ordinateur, 2 possibilités s'offre à la palanquée :
 - Oublier les ordinateurs et plonger aux tables, « à l'ancienne ».
 - Remontée à 15 m/mn
 - Vérification de la profondeur la plus grande atteinte par la palanquée
 - Demander au plongeur de gérer ses tables comme chaque autre membre gère son ordinateur, et appliquer les mêmes principes que précédemment
 - Conséquence quasi-systématique : le plongeur à la table va intégrer le temps de remonter à son temps de plongée, la remontée se faisant en général à moins de 12m/mn.
 - Il calcule ses paliers sur cette base, et indique à ses coéquipiers lorsqu'il a fini chaque palier.

Gestion de l'air



- Dès que nous commençons à plonger, un compte à rebours commence.
- Ce compte à rebours ne concerne pas un chronomètre, mais notre manomètre.
- Les procédures de désaturation font que l'on ne peut pas regagner instantanément la surface, et arrêter ainsi le compte à rebours
- Il nous faut donc anticiper notre consommation d'air, afin d'être sûr de pouvoir regagner la surface avant d'avoir vider notre bloc.

Consommation d'air



- La consommation d'air varie en fonction de :
 - chaque individu : une personne de 1m60 pour 60 kg consommera moins qu'une personne de 2m et 100 kg.
 - l'effort fourni.
 - De la physiologie de chacun
- Quelques exemples de consommation instantanée pour une personne moyenne
 - Repos : 6 l/mn
 - Marche lente, promenade à vélo : 15 l/mn
 - Marche rapide, montée d'escalier : 30 l/mn
 - Effort important : footing, vélo en cote, : 60 à 100 l/mn
- La consommation peut varier très brutalement en fonction de l'effort.

Consommation d'air en plongée



- D'autres facteurs accroissent encore la consommation d'air en plongée.
- La viscosité de l'air à 40m
 - A 40m, l'air est à 5 bars, donc 5 fois plus « visqueux » qu'en surface.
 - Il circule moins bien.
 - On consomme donc plus pour apporter la même quantité d'oxygène dans les alvéoles.
- Les espaces morts
 - Par rapport à un cycliste, un plongeur a un espace mort agrandi de quelques cm³ correspondant au volume du détendeur.
 - Pour apporter la même quantité d'oxygène qu'un cycliste dans ses poumons, un plongeur devra donc consommer plus d'air que ce cycliste.

Calcul d'autonomie



- Une palanquée de 3 plongeurs décident de faire une épave à 40m.
- Ils prévoient d'avoir un temps de plongée de 15 mn, et de gérer leur remontée à la table.
- Ils plongent avec des blocs de 12 litres gonflés à 200 bars.
- On considère qu'ils consomment 25 l/mn.
- Quelle sera la pression de leur bouteille à la sortie de l'eau.
 - On considérera que le temps de la remontée, ils consommeront autant que s'ils restaient à mi-profondeur pendant la durée de remontée.
 - On négligera la consommation entre le palier de 3m et la surface.

Calcul d'autonomie



- Quantité d'air à pression atmosphérique contenu dans la bouteille : $200 \text{ bars} * 12 \text{ l} = 2\,400 \text{ l}$
- Consommation au fond:
 - $25 \text{ l/mn} * 5 \text{ bars} * 15 \text{ mn} = 1875 \text{ l.atm}$
 - Reste dans la bouteille : $2400 - 1875 = 525 \text{ l.atm}$, soit 44 bars.
- Consommation durant la remontée
 - $25 \text{ l/mn} * 3 \text{ bars (20m)} * 3 \text{ mn} = 225 \text{ l.atm}$
 - Reste dans la bouteille : $525 - 225 = 300 \text{ l.atm}$, soit 25 bars.
- Consommation au palier
 - $25 \text{ l/mn} * 1.3 \text{ bars} * 4 \text{ mn} = 130 \text{ l.}$
 - Reste dans le bloc : $300 - 130 = 170 \text{ l.atm}$, soit 14 bars.

Analyse de l'exercice



- Les plongeurs ont décidés de remonter peut de temps après avoir atteint la réserve habituelle de 50 bars.
- Il font surface avec une marge de sécurité très faible.
 - En cas de remontée loin du bateau, retour au tuba.
 - Si en plus il y a de la houle et du courant, ...
- Si l'un des plongeurs avait consommé un peu plus sans le signaler (consommation de 30l/mn du à un peu de fatigue), il avait une panne d'air au palier

Conclusion de l'exercice



- Planifier la profondeur maximum et le temps maximum de la plongée, en particulier au-delà des 30 m.
- Se donner des marges de sécurité
 - Sur une plongée à 40m avec des blocs de 12l, il est très fréquent de placer la réserve à 80 bars et la mi-bouteille à 120 bars.
 - A discuter au moment du briefing
- En cas d'incident, ne pas hésiter à remonter immédiatement
 - Exemple d'incident a priori anodin : plongeur accroché devant faire des mouvements de gymnastique pour atteindre et couper le filin en question.
 - Le stress augmente rapidement la consommation d'air.
 - La planification initiale est donc caduque. La prudence veut que l'on remonte immédiatement.