



Comité Départemental de Paris

**cours n°09 – Différents protocoles de
décompression et cohabitation**

Greg FABRE

formation théorique niveau IV - 2005-2006

Commission Technique

Lundi 16 janvier 2006

Introduction

Plongeur autonome jusqu'à 60m
Décompressions importantes

Guide de palanquée
 Responsable de la décompression de toute la palanquée
 Maîtrise de son algorithme de décompression
 Connaissance des modèles de sa palanquée

Beaucoup d'algorithmes et de supports

Algorithmes qui évoluent !



Plan de la présentation

Un peu d'histoire et légère théorie

Etapes clés

Haldane, Bühlmann, Pyle et tutti quanti

VPM versus RGBM

Tables et runtables

Principes et utilisation

(Rapide) exemple MN90

Les calculateurs

Air, Nitrox et multigaz

Planification !

Le guide de palanquée

Discussion et Conclusion



Un peu d'histoire...

Au début

1670

Sir Robert Boyle (1670) : ADD d'un serpent

Milieu XIXe : Danger lors de la remontée

Paul Bert (1870) : Problème dû à l'azote

Hill et Greenwood (1900) : Remontées lentes

John Scott Haldane (1905, Royal Navy) :

Rapport 2 à 1 (obtenu avec des chèvres)

Vitesse d'absorption différente selon les tissus

Absorption et restitution exponentielle

Différents compartiments (compartiment directeur)

1908 :

Haldane : Premières "Tables destinées à prévenir les maladies de la décompression"

Royal Navy 90m 1.75 à 1

1870

1900

1905

1908

Un (petit) peu d'histoire...

1935

Puis...

1935 : Rapport non constant

1958
1959

1958 : Tables USNavy

1959 : Gers 13 tissus

1965

Workman (1965) :

Rapport de 1.58 à 1

Rapport différents selon les compartiments : **M-Values !**

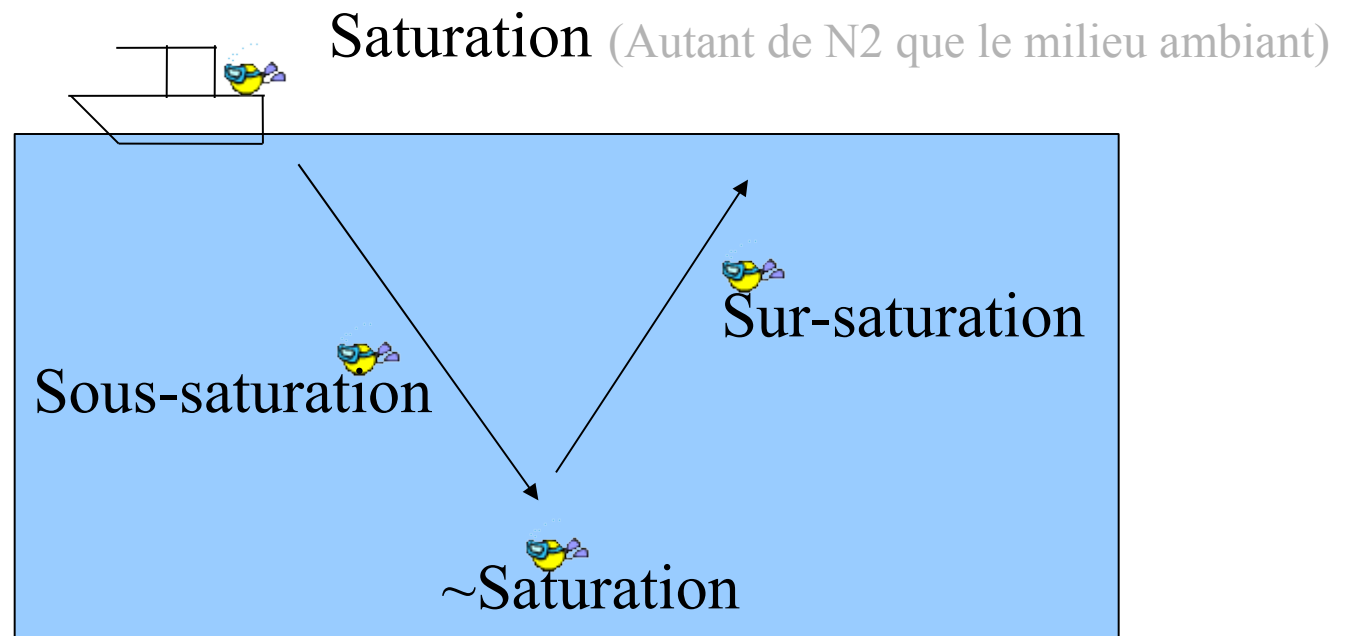
Explosion des tables...

Henry (rappels)

Enoncé barbare :

A température constante, et à saturation, la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz à la surface de ce liquide.

Ce qui nous intéresse :



Haldane

5 compartiments

5', 10', 20', 40' et 75'

Exemple : Compartiment 5'

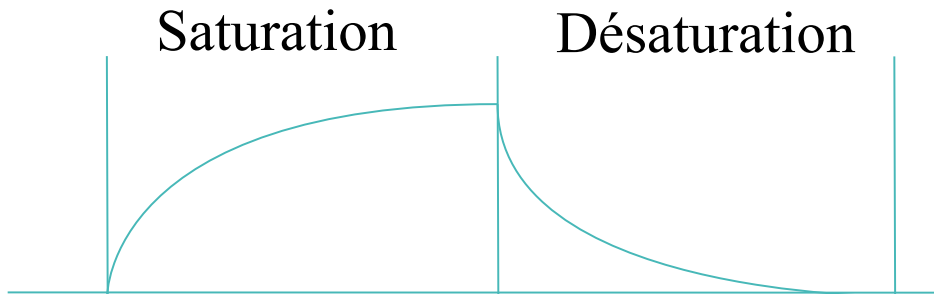
Entre 0' et 5' : A moitié rempli

Entre 5' et 10' : Rempli à 75%

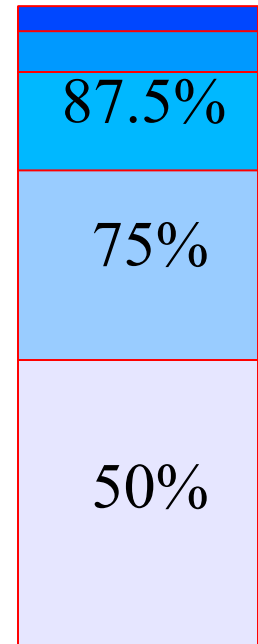
A 30' : Saturation

Equilibre avec le milieu ambiant

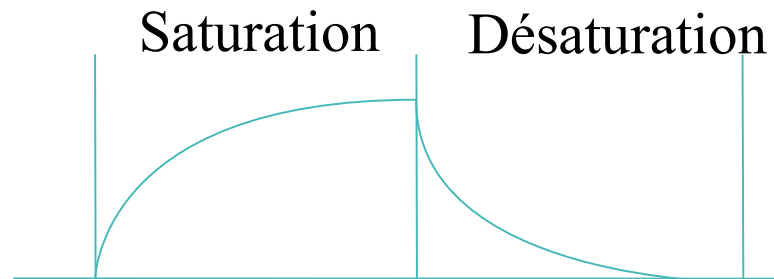
Autant de gaz rentre qu'il n'en sort



Ex : Ouverture bouteille



Haldane



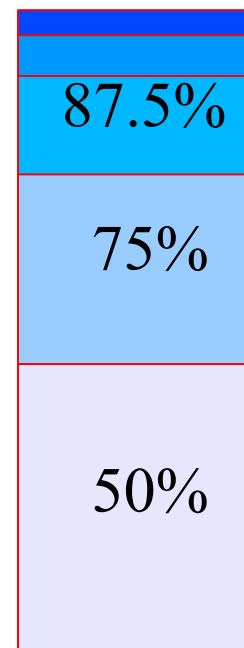
Compartiment directeur :

Compartiment le plus proche de la sur-saturation maximum autorisée.

Différents compartiments atteignent la **saturation** en fonction de la **durée** et de la **profondeur** de la plongée

Tables MN90 :

Modèle Néo-haldanien (12 compartiments) statistique (accidents GERS65)



periode

Workman : Maximum-Values

Quand et ou ?
1965 aux USA

Quoi ?
Généralisation du travail d'Haldane
Base du travail de Bühlmann
Tables de déco azote et hélium

Principe des M-values :

Transformation des rapports de pression haldaniens en une valeur de pression partielle

Exemple : 1.75 à 1 donne 1.75 bars

Projection en fonction des compartiments et des profondeurs

Workman : Exemples

Exemple :

**Compartiment 5' de l'US Navy : Rapport 3.15 à 1
On transforme en 3.15 bars (31.5m)
Donc plongée de 30' à 31.5m sans déco !
(selon US Navy58..)**

On obtient une droite : Informatisation possible

Bühlmann (Modèle néo-haldanien)

Qui, ou et quand ?

Université de Zurich

30 ans de recherche

1983 : Publication du livre “Décompression – Maladie de la décompression”

Quoi ?

Base haldanienne

Modèle **validé par 500 plongées** en caisson effectuées par Bühlmann lui même

Algorithme donné au grand public

Adapté aux plongées d'altitudes

Vitesse de remontée : 10m/min

Bühlmann

Arrivée des ordinateurs personnels
Implémentations multiples

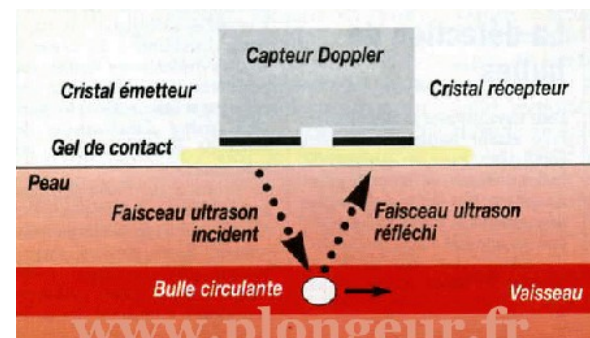
Résultats

Succès foudroyant et mondial
Implantation dans la plupart des ordis immergeables

Toujours largement utilisé aujourd'hui
ZH-L16B (Zurich – Limit 16 compartiments Ordis)

Théorie des bulles circulantes

Expérimentations Doppler Tables DCIEM (Canadiennes)



La présence de bulles n'implique pas forcément un accident

Maintien des bulles en nombre et/ou taille supportable

Au delà de la théorie des compartiments Création des modèles **VPM** et **RGBM**



VPM : Varying Permeability Model

Qui, ou et quand ?

Yount et Hoffman, université d'Hawaii
1970-80

Quoi

Expériences sur de la gélatine composée d'air et d'eau
Modèle abouti mais encore jeune (peu de retours)

David E. Yount décédé en 2000
Algorithme libre !

Utilisé par un grand nombre de professionnels au Danemark
Implanté pour la première fois cette année sur le VR3

VPM

Résultats pratiques :

Paliers profonds

Déco plus courte pour plongées de faible durée

Le palier à l'oxy raccourcit les paliers précédents

Importance de la vitesse de descente (rapide = mieux)

Problème :

Conçu pour l'hélium

Implantations :

Logiciels libres et fermés, ordinateurs trimix

RGBM : Reduced Gradient Bubble Model

Qui et quand ?

Bruce Wienke

Années 90

Quoi ?

Même théorie de base que VPM

Influence Haldanienne

Jamais utilisé seul, toujours sur une couche Bühlmann

Fonctionnalités (durcissements) supplémentaires :

Yoyo

Profils inversés

Plongées inversées

Plongées successives

Gestion des bulles plus poussées

- **Les bulles issues de la dernière plongée n'ont pas le même comportement pendant la déco suivante.**

Autres (inconnues)

RGBM

Résultats pratiques :

Paliers peu profonds (sauf versions deepstop)

Paliers plus longs

Gère beaucoup mieux les plongées non carrées

Problèmes :

Bruce Wienke n'est pas un philanthrope

Algorithme inconnu (propriétaire)

Coût élevé des licences

Résultats encore inconnus

Conçu pour les plongées profondes

Implantations :

Ordinateurs récents

Logiciel GAP

Pyle : Paliers profonds (Deepstop)

Richard Pyle

Biologiste marin

Plongeur profond

Constat :

Fatigue lors de plongée conventionnelles

Moins de fatigue lorsqu'il remontait un poisson (Perçage de la vessie natatoire des poissons)



Implantation

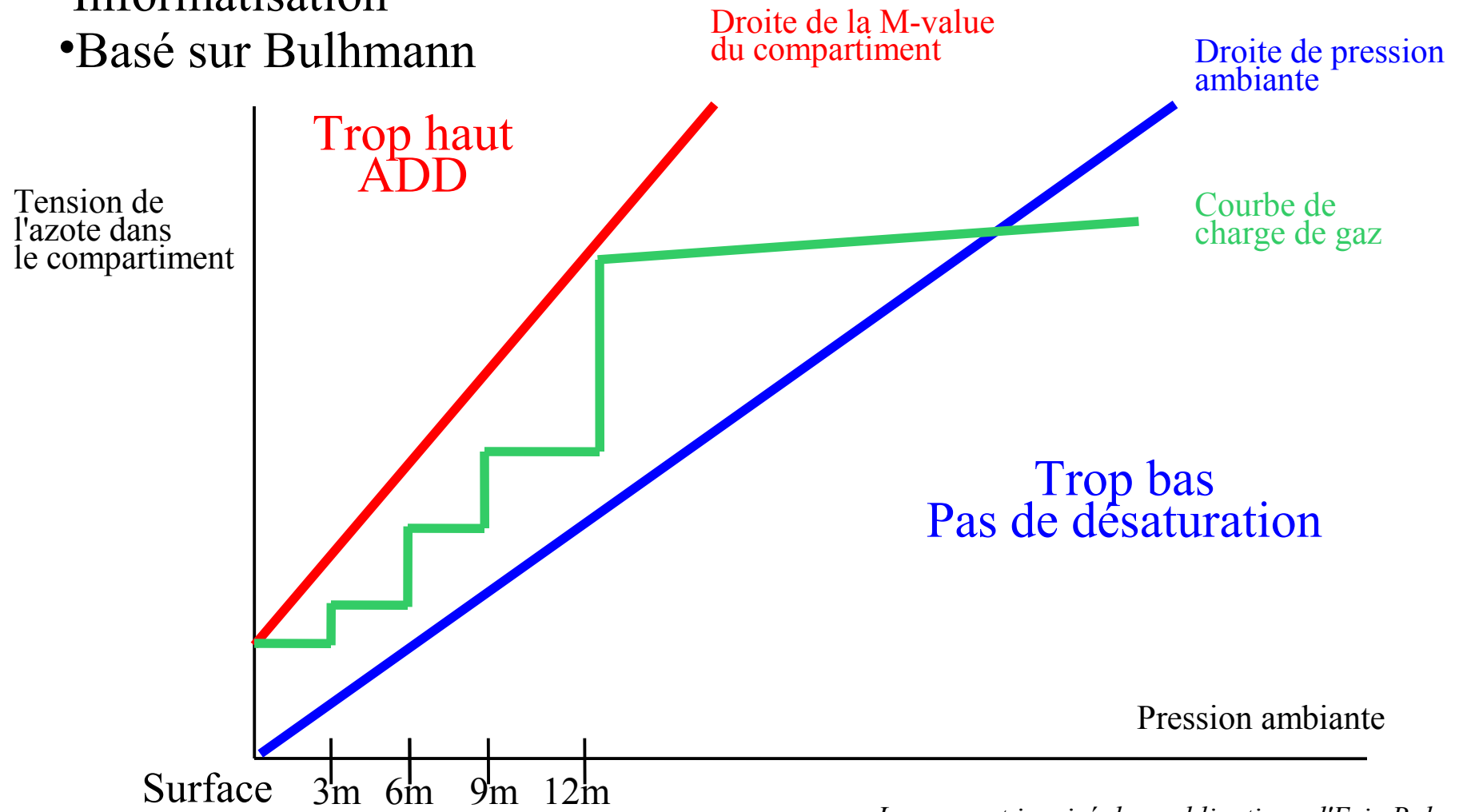
Arrets réguliers

Premier palier à mi-chemin

Intégration dans les nouveaux algorithmes

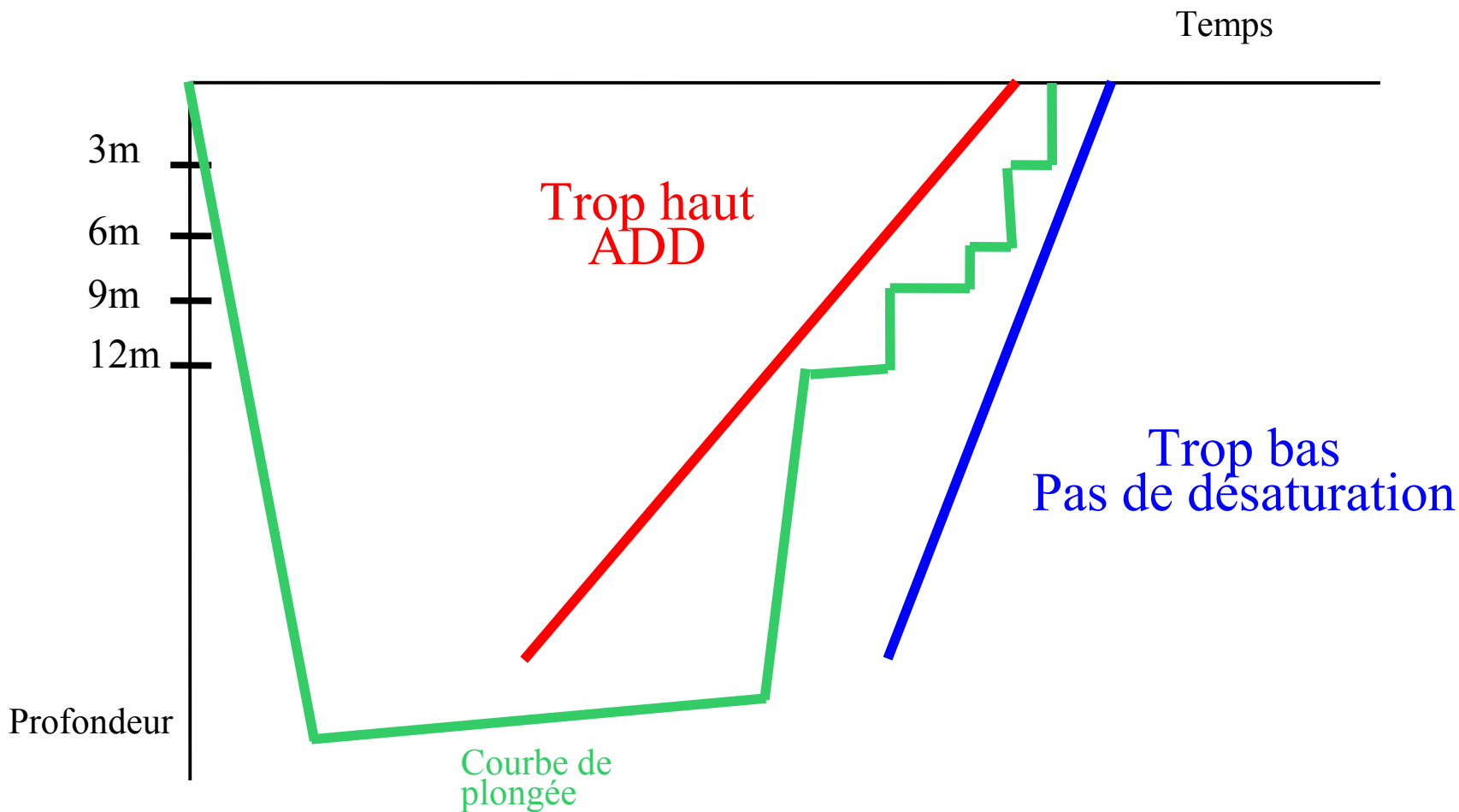
Eric Baker : Gradient Factor

- Informatisation
- Basé sur Bulhmann



Largement inspiré des publications d'Eric Baker

Vulgarisation des GF



Largement inspiré des publications d'Eric Baker

Tables et Runtables

Tables

Pourquoi ?

Pas de calculateurs (complément des ordinateurs)

Utilisables à tout moment de la plongée (sécurité)

Examens

Comment ?

Algorithmiques

Statistiques

Exemples :

MN90, MT92, USNavy, GERS, COMEX, NASA, BSAC, DCIEM, DORIS...

Runtables

Tables à la demande pour un profil donné

Plongée très planifiée : Utilisation multigaz

Cas particulier : MN90

Qui et pour qui ?

Docteur Meliet

Marine Nationale

Plongeurs de combat

Poids : 74 kg (~8kg)

Taille : 1.76 m (~6cm)

Age : 32 ans (~6ans)

Entrainement régulier

Pourquoi ?

10 fois trop d'accidents avec les GERS 65

Utilisation des bases de données de déclaration d'accidents

MN90

Quoi ?

Modèle néo-haldanien

12 compartiments

1 compartiment de plus pour l'oxygène en surface

Periodes allant jusqu'à 600'

Vitesse de remontée

Originellement entre 15 et 20 m/min

6 m/min à partir du premier palier

Actuellement 15 m/min

Bientôt 10 m/min ?

Durcissement : Pas de règle, mais on peut :

Prendre un temps et/ou une profondeur supérieure

Remonter plus lentement et prendre en compte le temps total

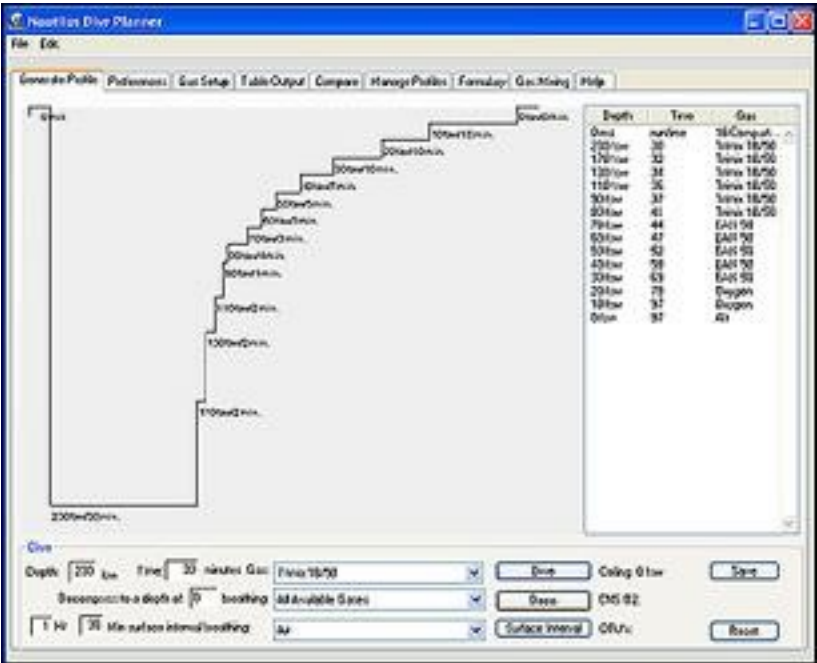
Plonger avec un nitrox à la place de l'air (et déco air)

Paliers à l'O₂ avec le temps air

Utiliser un algorithme plus restrictif

Les calculateurs

Planification ! (Ordinateurs) Ordis de bureau



Ordis de plongée



Calculateurs

Fonctionnement de base :

Echantillonnage

Courbes non carrées

Plongées successives

Pas de prise en compte des paramètres endogènes

Avantages :

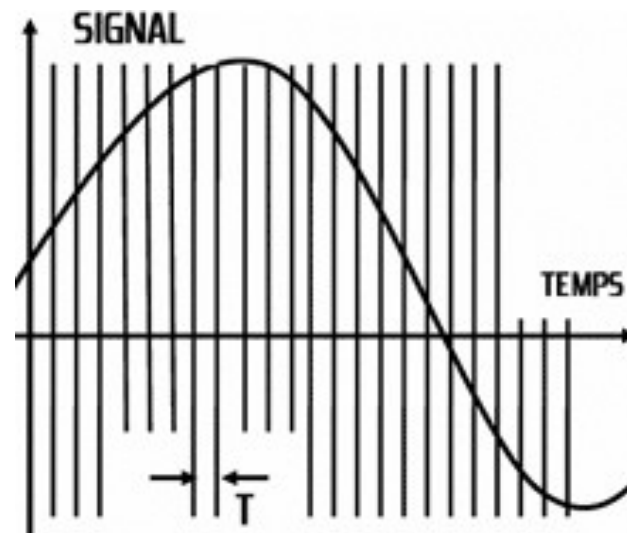
Facilité

Changement de profil

Inconvénients

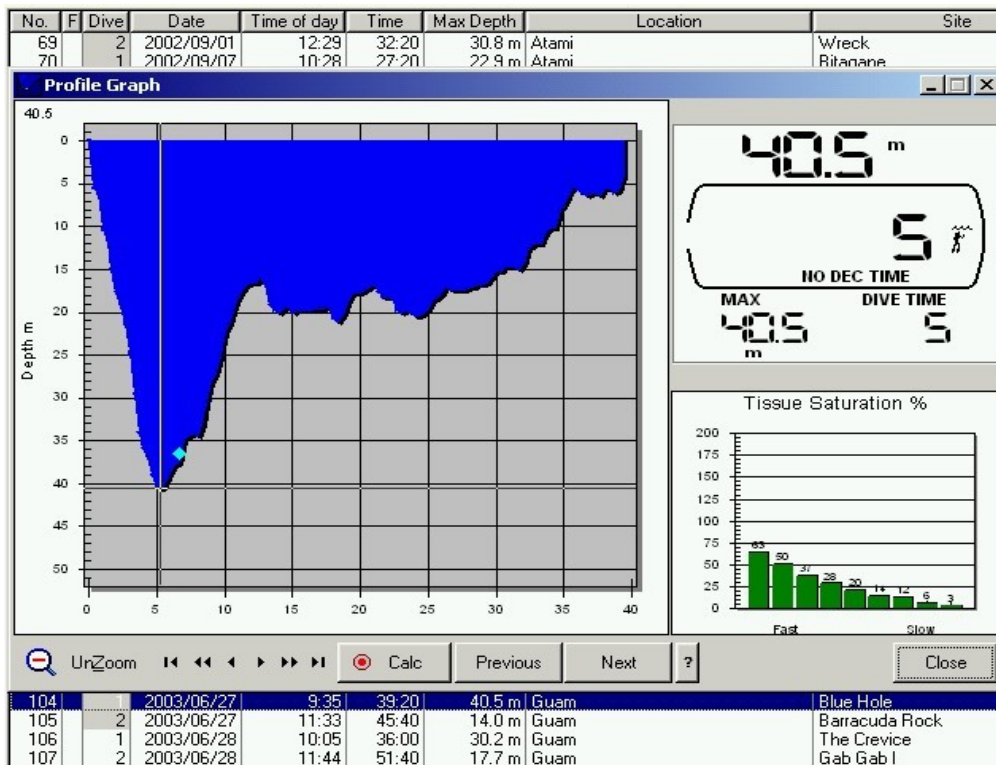
Erreurs

Facilité : Banalisation de la préparation



Calculateurs

Paramètres et étude des plongées



Ordinateurs de base (air, nitrox)

Suunto :

Vyper, stinger, mosquito, gekko
 Buhlmann modifié à la Wienke
 (coefs RGBM)

Uwatek

Aladins et Smart
 Buhlmann pur
 Durcissements selon température
 (algorithme fermé)

Seac

Aqualab (Buhlmann)

Oceanic

Atom (Spencer (M-Values))



Ordinateurs multi-gaz

Changement de gaz pendant la plongée

Déco accélérée

Un N3 peut décompresser à l'oxygène

Un Nitrox confirmé peut décompresser au surox

Sunnto

Vytek, D9 (deepstop !)

Dive Rite

Nitek duo

(Buhlmann avec une pointe d'RGBM)

Cressi

Archimede 2 (meme interieur que le cressi)



Machines à gaz

Plongées trimix et recycleur

Delta P Technology

VR3

Buhlmann RGBM avec Pyle
VPM depuis 2005

HydroSpace

HSE : Explorer (RGBM et/ou
Buhlmann)

Dive Rite

Nitek Helium (Buhlmann ZHL-16)



Le guide de palanquée

Planification

- Connaitre l'historique de toute la palanquée
- Connaitre les plongées du matin
- Adapter la plongée en fonction
- Maitriser le profil prévu (temps, paliers)
- Prévoir des plannings de secours
- Réserves d'air



Le guide de palanquée

Profils types

Courbe de sécurité

Expérience

Cohabitation

Imposer sa déco ?

Utiliser la déco la plus contraignante (conservatrice ?)

Chacun respecte son protocole et toute la palanquée reste groupée

Redondance

Timer, montre et tables ?

Planification et profils types !

Le guide de palanquée

Cas concrets et/ou particuliers

Un Suunto, un Uwatek et des tables

Un Suunto, un Scubapro et un Uwatek

Un Uwatek et un VR3

Juste votre ordi

Un membre de votre palanquée ne connaît pas son profil du matin, adaptation ?

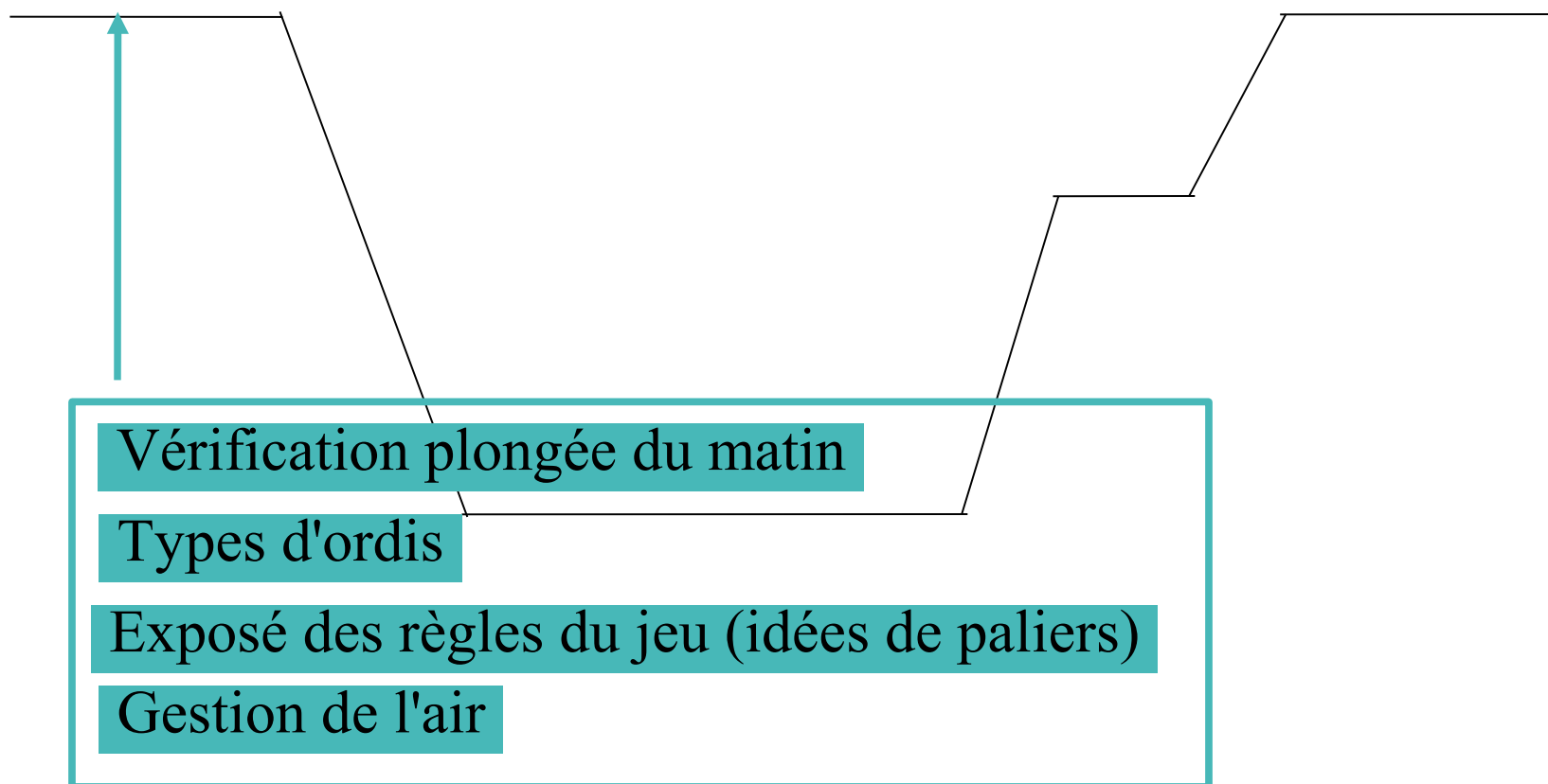
Il le connaît, comment adapter ?

Responsabilité



Déroulement d'une plongée

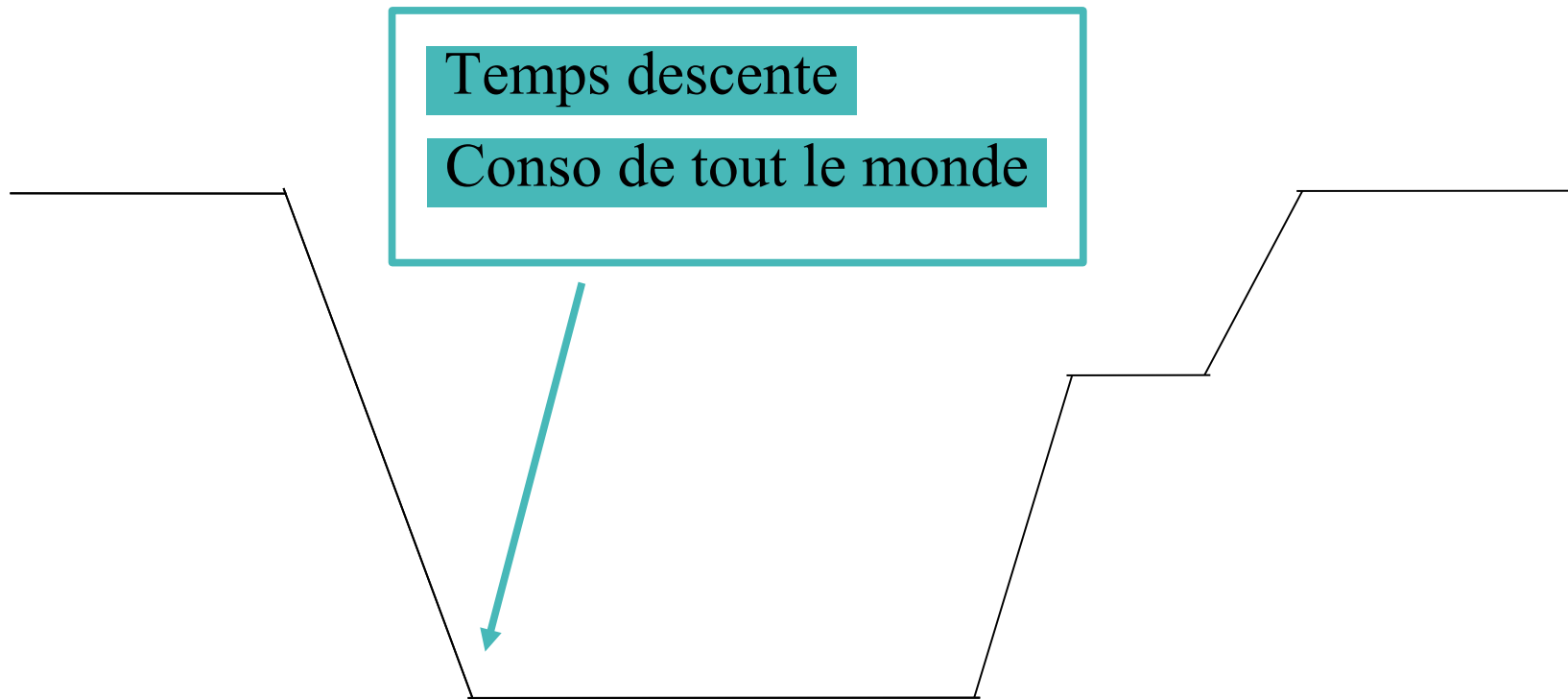
Pendant le briefing



formation théorique niveau IV - 2005-2006

Déroulement d'une plongée

En arrivant au fond



Déroulement d'une plongée

Au fond

Rester groupé

Vérif des profondeurs de tout le monde

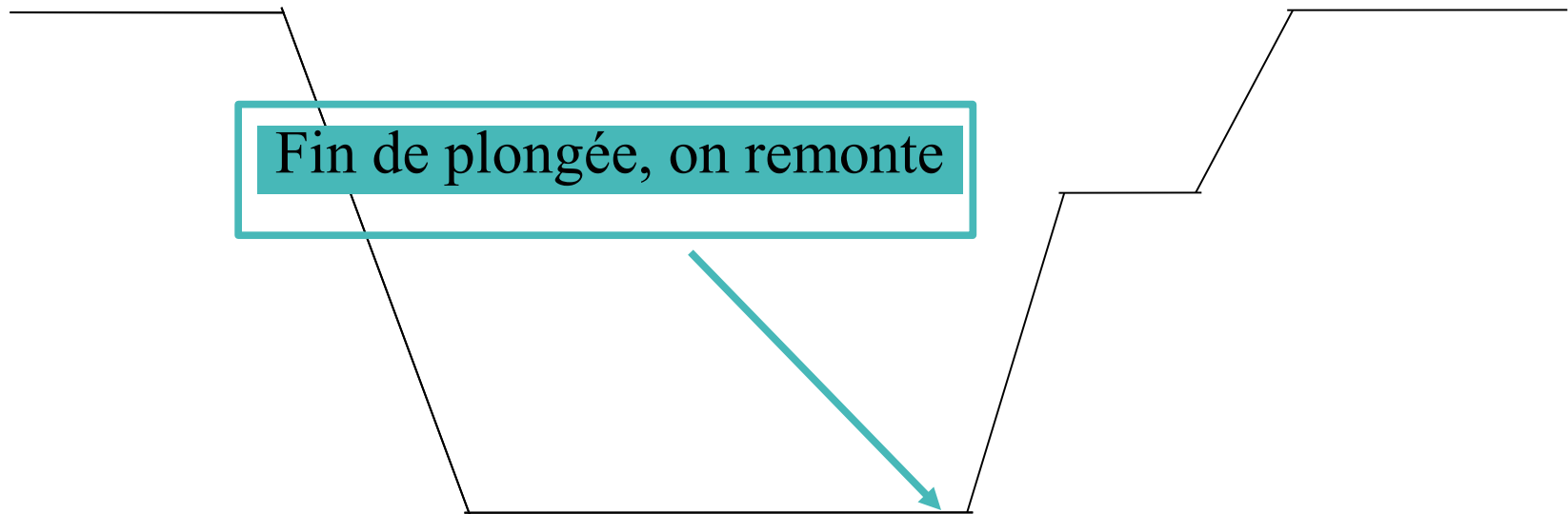
Vérif régulière de :

- La prof max
- Du temps
- Conso de tout le monde

Vérifications conventionnelles (froid, aisance,...)

Déroulement d'une plongée

Fin de plongée (carrée ou non)



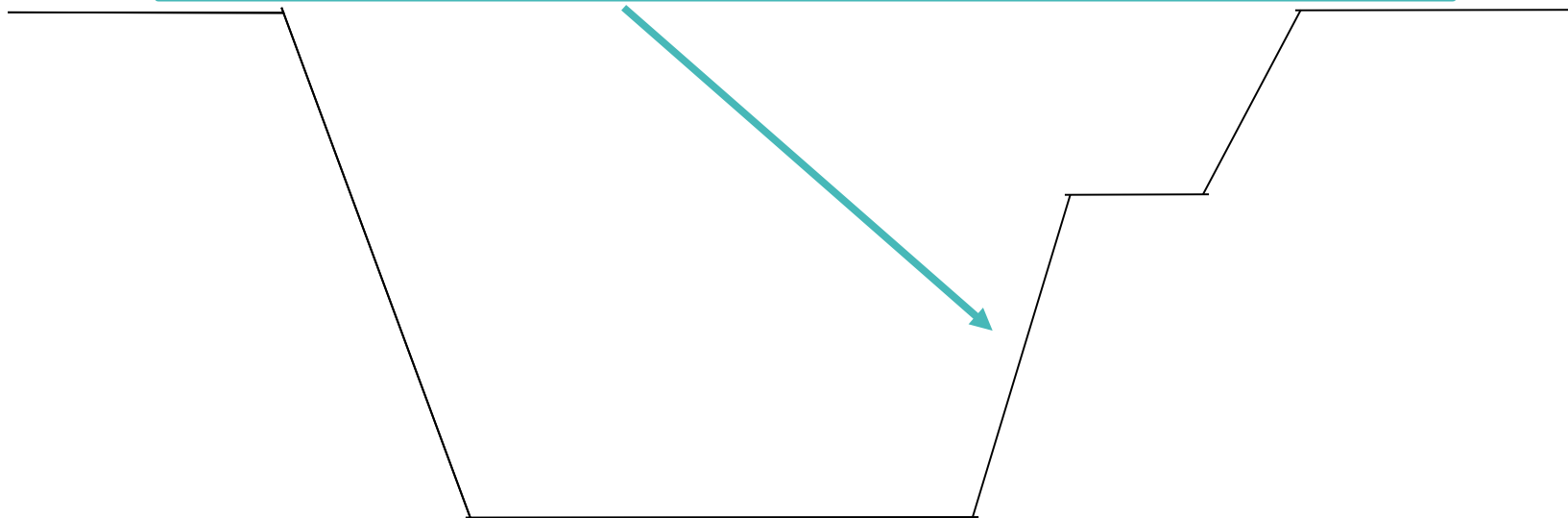
Déroulement d'une plongée

Pendant la remontée

Vérification ordis

Information profondeur et durée du premier palier

Coordination des différentes vitesses de remontée

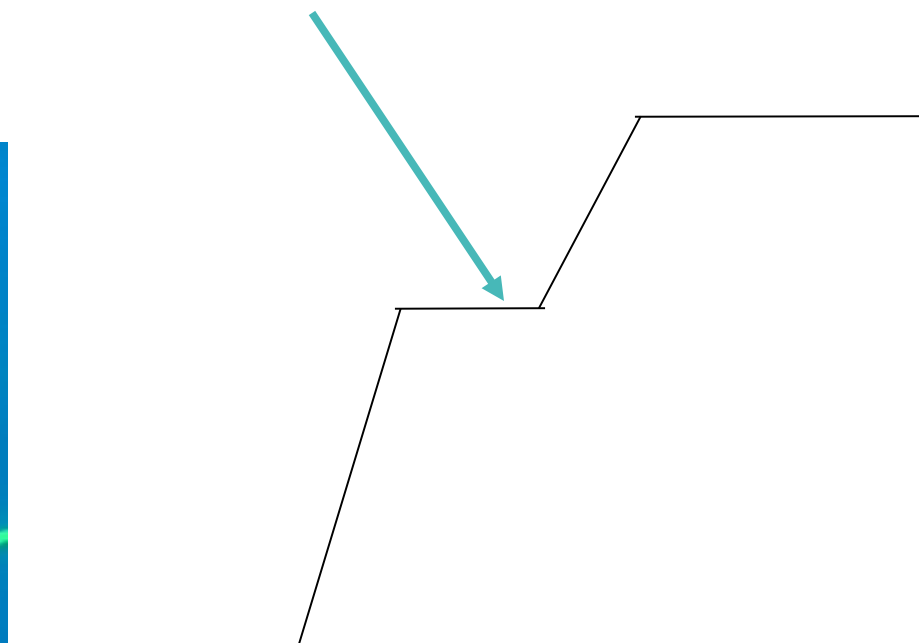


Déroulement d'une plongée

Palier

Informations régulières du temps de palier
Informations prochain palier

Vérification du comportement



Déroulement d'une plongée

Sortie



On donne :

- la prof max
- le temps fond
- paliers

Ne pas oublier

Une plongée se termine au port

Surveillance des plongeurs (symptômes ADD)

L'avion et l'altitude

De 12 à 24h selon les plongées
Demander au plongeur quand il rentre !



Gestion de l'air

Ordinateurs à gestion d'air

Cobra, D9, aladin air, ...

Principe :

Sonde de pression

Envoi de données filaire ou sans fil

But :

Analyse de la consommation

Alertes de réserves

Durcissement (RGBM) de l'algorithme de décompression

Problèmes :

Coût !

Alertes non paramétrables

Beaucoup trop conservateur

Futur de la décompression

Les tables existeront encore longtemps !

Coût

Fiabilité

Complémentaire avec un ordinateur

Algorithmes futurs

Peu d'évolution pour les plongées à l'air

VPM avec deepstop pour les plongées profondes et multigaz

Grandes évolutions à prévoir pour les plongées tek

Ordinateurs

Interfaces plus complètes

Gestion des changements de gaz

Banalisation du nitrox

Futur de la décompression

Functionalités supplémentaires

- Boussole (D9)
- Repérage du bateau, des autres plongeurs
- Alertes de surface
- Connexions inter-ordinateurs
- etc..

Complexification à prévoir

- Plusieurs algorithmes
- Beaucoup de paramétrages
- Gestion des recycleurs, des plongées spéléo, ...



Conclusion

Plongeur autonome en espace (très) lointain
Décompression multigaz
Planification et redondance

Notion de guide :

Compréhension de son système de déco
Connaissance des autres modèles

Pour prendre en compte

Pour conseiller

Pour avoir une vision globale et faire les bons choix

Planification et redondance

Se mettre à jour !

Avoir confiance envers son mode de déco

Connaitre son comportement en cas de plongée exotique :

Remontées rapides, yoyo

Interruptions de paliers

Lire la documentation !

Prochains cours

Mardi 24 janvier
Barotraumatismes

Jeudi 2 février
Maladie et Accident de déco

Lundi 20 février
Accidents biochimiques



Bonnes bulles à tous !

Poly et sources...

<http://tabu.iero.org/tmp/n4-deco/>

Poly disponible dans un mois

Contact :

greg.fabre@iero.org

greg@plongeur.com

<http://www.iero.org> - Rubrique “contact”

“iero” sur plongeur.com

Questions et remarques



Sources...

Jacques VETTIER : Nitrox Trimix

Maurice GORET : Elements de calculs des tables

Eric BAKER : Understanding M-Values

Jean Marc BELIN : VPM

Olivier DEVUNS

Articles ftp.decompression.org

Credits images :

<http://www.plongeur.com>

Différents constructeurs

