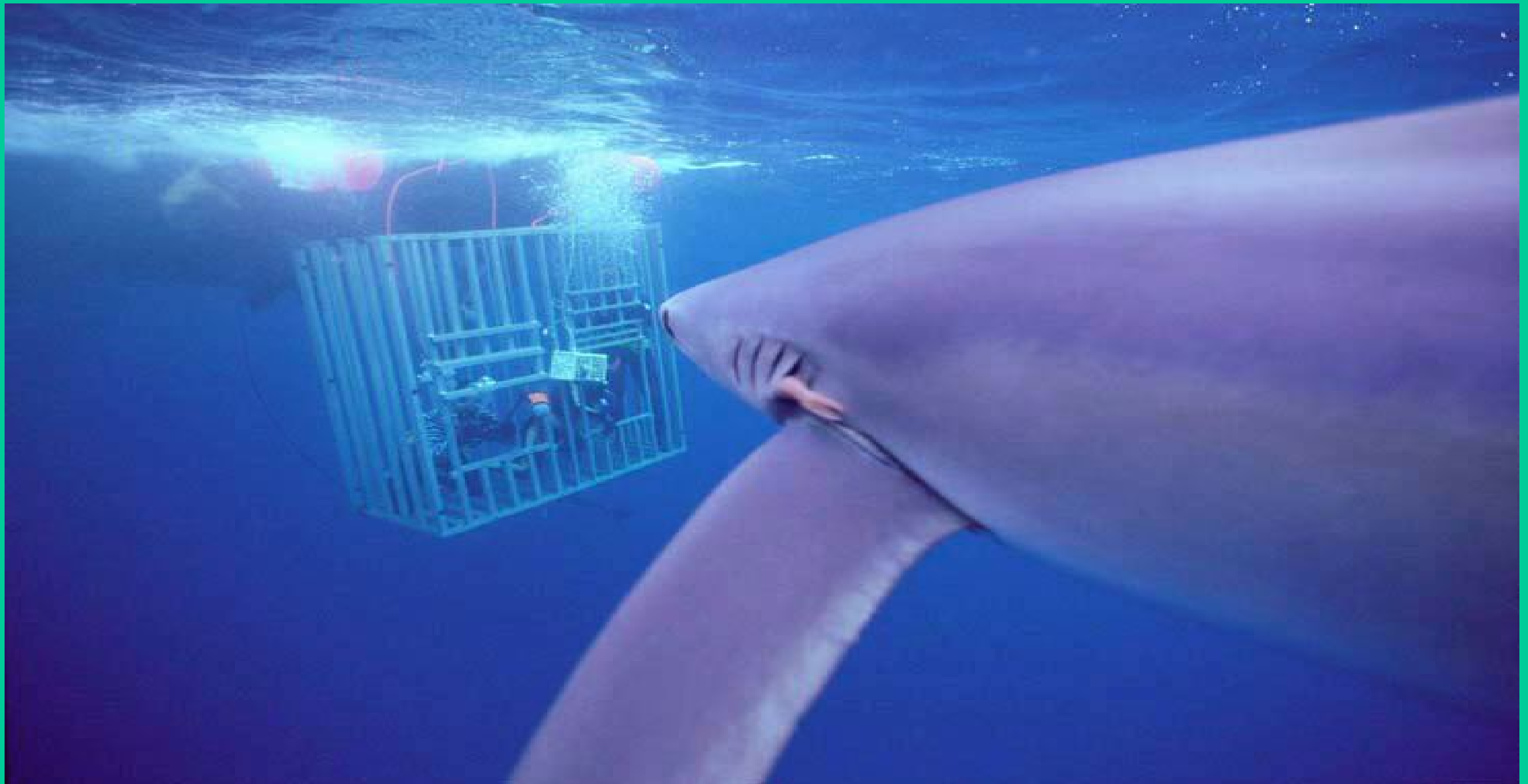


ACCIDENTS DE PLONGEE: PRISE EN CHARGE PRE-HOSPITALIERE



PLAN

- Introduction, historique
- Généralités, matériel
- Lois physiques et plongée
- Modifications physiologiques induites
- Toxicité des gaz
- Accidents de décompression (ADD)
- Barotraumatismes
- Prévention
- Contre-indications
- En cas d'accident
- Conclusion
- Annexes



INTRODUCTION

- Potentiellement, accident de plongée possible en région parisienne
- Des plongées consécutives à 15-20m peuvent entraîner un ADD.
- 5 à 10m d'eau suffisent pour un barotraumatisme.
- Fosses d'une profondeur de 10 à 20m en région parisienne.
- Pratique de la plongée loisir en France très organisée et légiférée.
- Certificat médical imposé.
- Assurance individuelle avec responsabilité civile obligatoire.
- Encadrement adapté au niveau du plongeur.
- Un plongeur ne plonge jamais seul.
- Sécurité en surface assurée par la structure.
- O₂, BAVU + réservoir, trousse de secours adaptée à la plongée obligatoires à bord du bateau.
- Radio obligatoire.
- Plongeurs très sensibilisés aux accidents et à leur TTT.
- Les niveaux vont du N1 au monitorat fédéral.

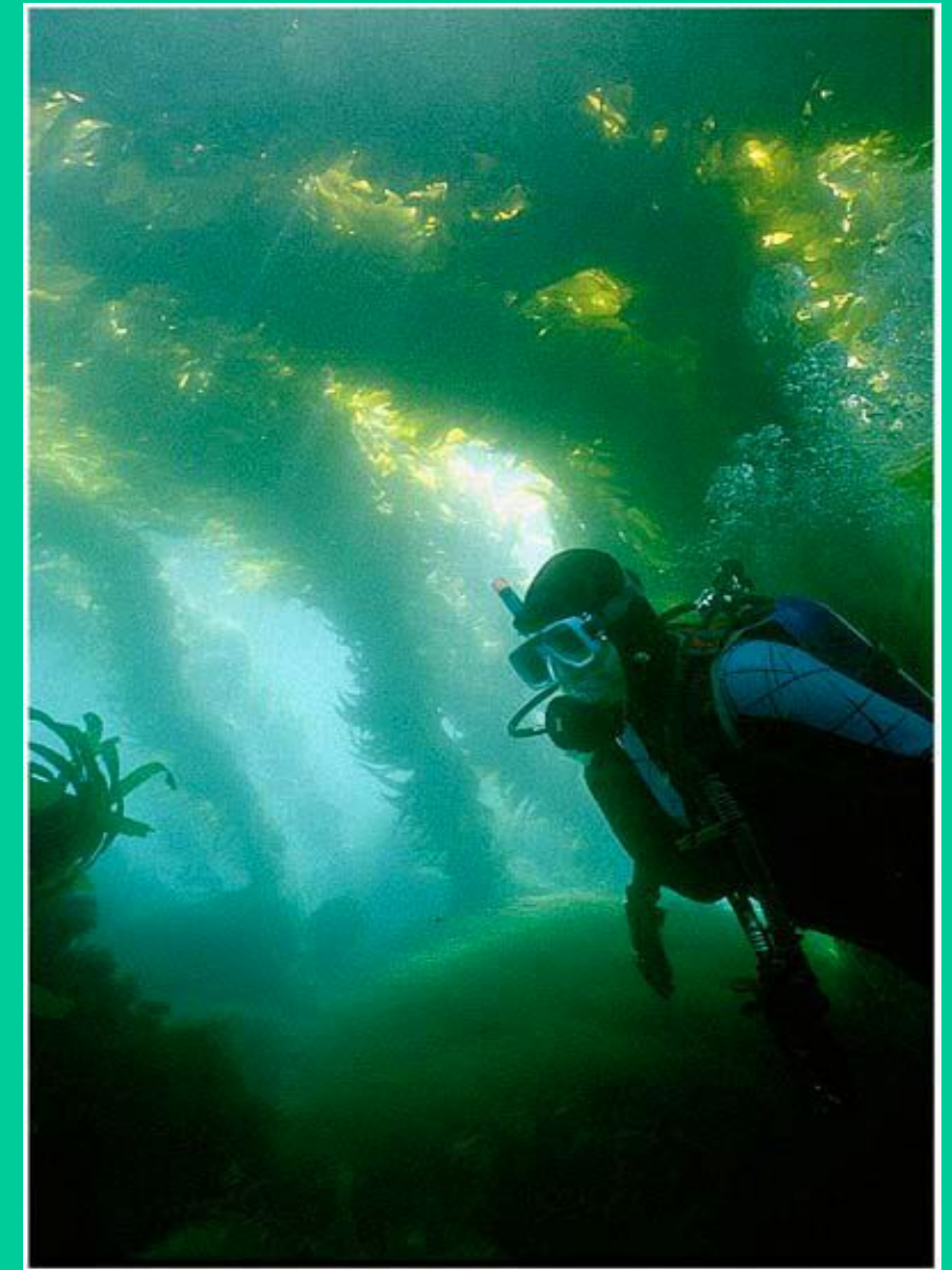
Historique

- **Antiquité**: 325 av JC, cloches sous marines, utilisées plus tard par les urinators.
- **Renaissance**:
 - Tentatives d'immersion avec un tube relié à la surface.
 - Première plongée avec scaphandre en 1774 à 16m.
- **Les pieds lourds**:
 - Véritable scaphandre autonome au 18ème siècle avec tunique de peau étanche, lest et casque à hublot dans lequel arrive un tuyau d'admission d'air et un autre pour l'expiration.
 - Heure de gloire en 1940-1950.
 - Disparition dans les années 80.
- **Plus tard...**
 - Détendeur de Benoît Rouquayrol en 1865.
 - Détendeur à débit continu de Le Prieur.
 - 1938, rencontre de Gagnan et Cousteau, ce dernier commercialisera un détendeur initialement destiné à alimenter les moteurs en gaz de ville.



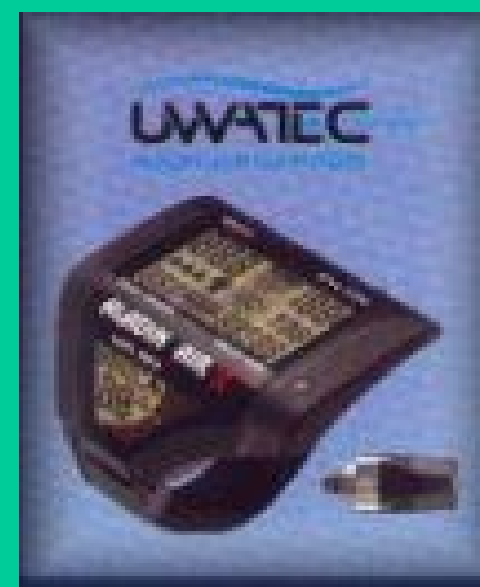
Généralités

- La plongée scaphandre, de loisir, se fait essentiellement à l'air.
- Développement cependant de la plongée aux mélanges, le « nitrox ».
- Ce mélange associe azote et O₂, à raison de 40% d'O₂ maximum.
- Son but est de diminuer la durée des paliers.
- Précautions: -tables adaptées;
-attention à la toxicité de l'O₂;
-Formation adaptée;
- Technique prometteuse.



Matériel

- Palmes, masque et tuba;
- Combinaison néoprène, plus ou moins gants;
- Lest;
- Bouteilles acier ou aluminium, 12 ou 15 litres, gonflées à 180-200 bars, aux 2/3 de la pression d'épreuve
- Détendeur à deux étages;
- Gilet stabilisateur;
- Couteau ou ciseaux;
- Éclairage: restitution des couleurs (l'eau absorbe le rouge en premier, à 30m seuls le bleu et le vert subsistent)
- Parachute de pallier;



Instruments de mesure

- Manomètre;
- Montre, profondimètre, tables de plongée, +/- compas;
- Ordinateur de plongée: simule en temps réel l'absorption et l'élimination de l'azote; il intègre des modèles mathématiques de décompression et prends en compte divers paramètres;
- Les plus sécurisants sont les plus pénalisants;
- MAIS certains paramètres restent non maîtrisés par l'ordinateur
 - condition physique
 - rapport masse grasse/maigre
 - fatigue
 - niveau, etc....



Lois physiques et plongée

Loi de pression hydrostatique

$$\underline{P = H \cdot \rho \cdot g}$$

- P° niveau de la mer: 1 bar
- P° augmente de 1 bar tous les 10m d'eau;
- La somme de ces P° donne la P° absolue;

en pratique

A 10m, la P° absolue est de:

1bar(P° atmosphérique) + 1bar(pression relative) soit 2b.

Quelle est la pression absolue à 30m?

Loi de Boyle-Mariotte

$$\underline{P.V = Constante \quad \text{ou} \quad P1.V1 = P2.V2}$$

En pratique

- A 10m, la pression double, le volume diminue de moitié;
- Remontée: P° diminue, le volume augmente de façon inversement proportionnelle;

Démonstration

- Si un ballon hermétique contient 1 litre d'air à 40m, V à la surface?

$$V1=1 \quad P1=5 \quad P2=1 \quad V2=?$$

$$1 \times 5 = 1 \cdot V2 \text{ donc } V2 = \frac{5 \times 1}{1} = 5$$

Cette loi explique les barotraumatismes

Loi de Henry

$$\underline{Q = K \cdot P \text{ (avec } K = \text{coefficient de solubilité du gaz)}}$$

En pratique

- Plus le plongeur descend, plus il dissout de l'azote dans l'organisme;
- Influence du facteur temps;

cette loi explique les accidents de décompression

Loi de Dalton

$$\underline{P_p = P_{abs} \times \% \quad \text{ou} \quad P = p_1 + p_2 + p_3 \dots}$$

En pratique

P_p de l'azote au niveau de la mer ?

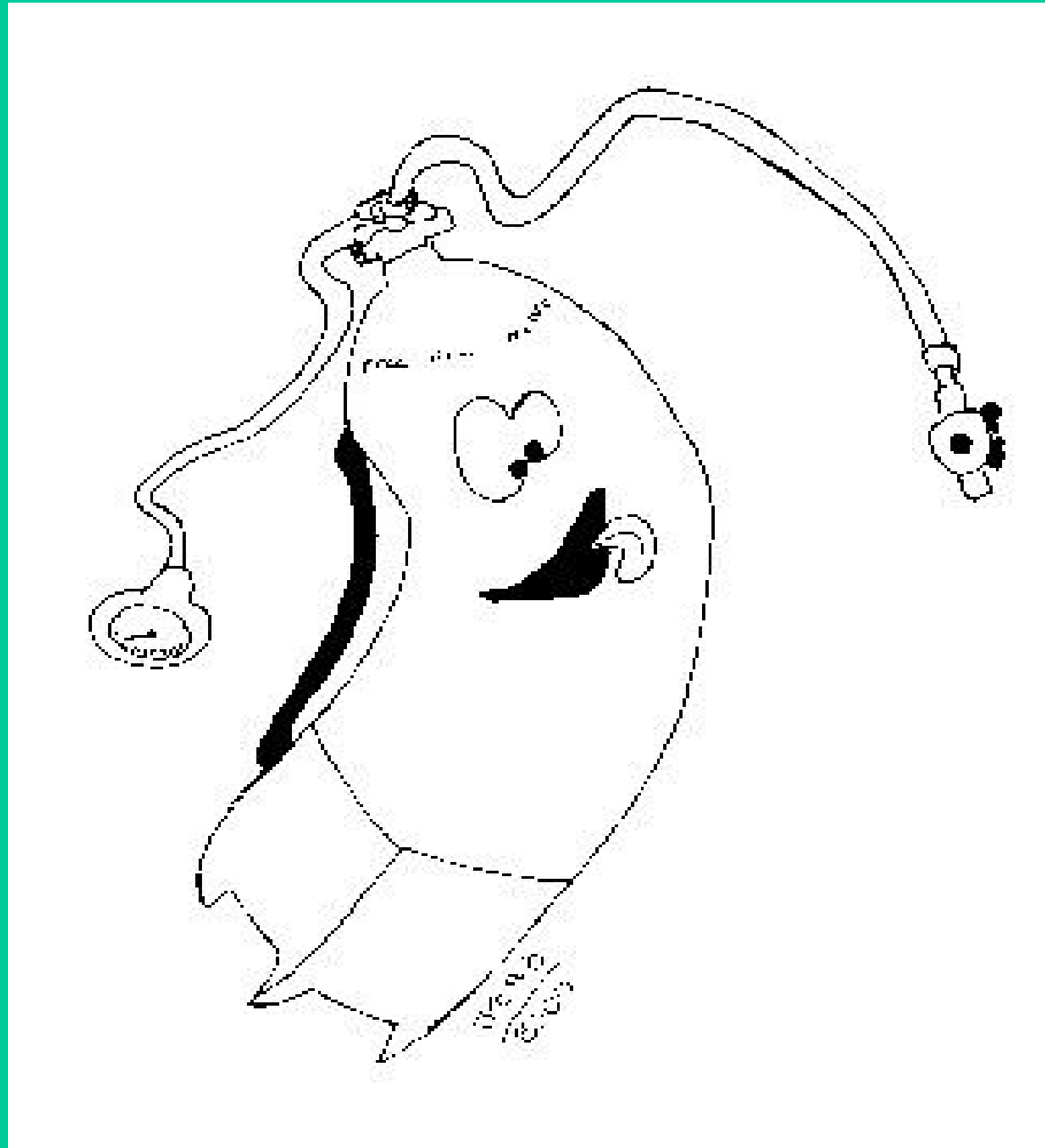
$$P_{pN_2O} = 1 \times 80\% = 0.8b$$

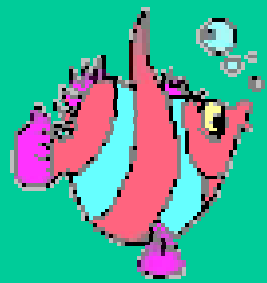
LOI PERMETTANT DE COMPRENDRE LE RISQUE DE TOXICITE DES GAZ

Modifications physiologiques

- Respiratoires
 - Augmentation du travail respiratoire
 - Densité de l'air au niveau de la mer = 1.23g/l, à 50m = 7g/l
- Cardio-vasculaires
 - Bradycardie (eau froide, dissension pulmonaire réflexe)
 - Débit sanguin diminué de 60à90% (sauf cœur-poumons-cerveau)
 - Maintient de la pression artérielle par augmentation des résistances
- Déperdition thermique
 - Conductivité de l'eau 25 fois supérieure à celle de l'air
 - Air détendu asséché et refroidi
- Autre
 - Les objets paraissent plus gros d'1/3 et plus proches d'1/4
 - Les sons à 1500m/s dans l'eau contre 340m/s dans l'air

Toxicité des gaz





Effet Paul Bert

- O₂ toxique pour $PpO_2 = 1.6b$
- Soit dès 70m en plongée à l'air
- Maximum 7m en O₂ pur

Manifestations:

- Rétrécissement du champs visuel
- Fourmillement de la face et des jambes
- Troubles neurologiques, convulsions
- Toxicité myocardique pour $Ppo_2 > 3b$

Narcose

- Provoquée par N2
- Profondeur variable, en moyenne de 40m

Manifestations

- Euphorie
- Comportement aberrant
- Retard aux stimuli (auditifs, visuels)
- Baisse de la concentration
- Diminution du champ visuel

Hypercapnie

- PCO₂ augmentée si stress, effort, froid, détendeur mal réglé
- Une hypercapnie en surface ne peut que s'aggraver lors de la descente

Manifestations: - Essoufflement
- angoisse

Intoxication au CO

Mauvaise qualité de l'air des bouteilles

- Compresseurs à proximité de gaz d'échappement

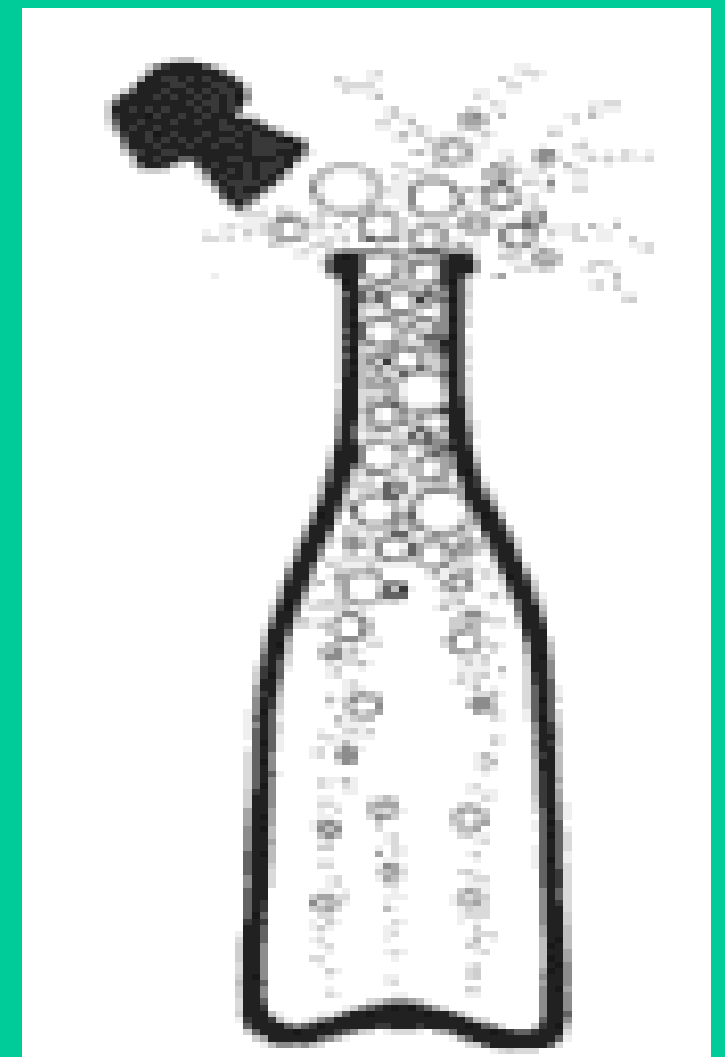
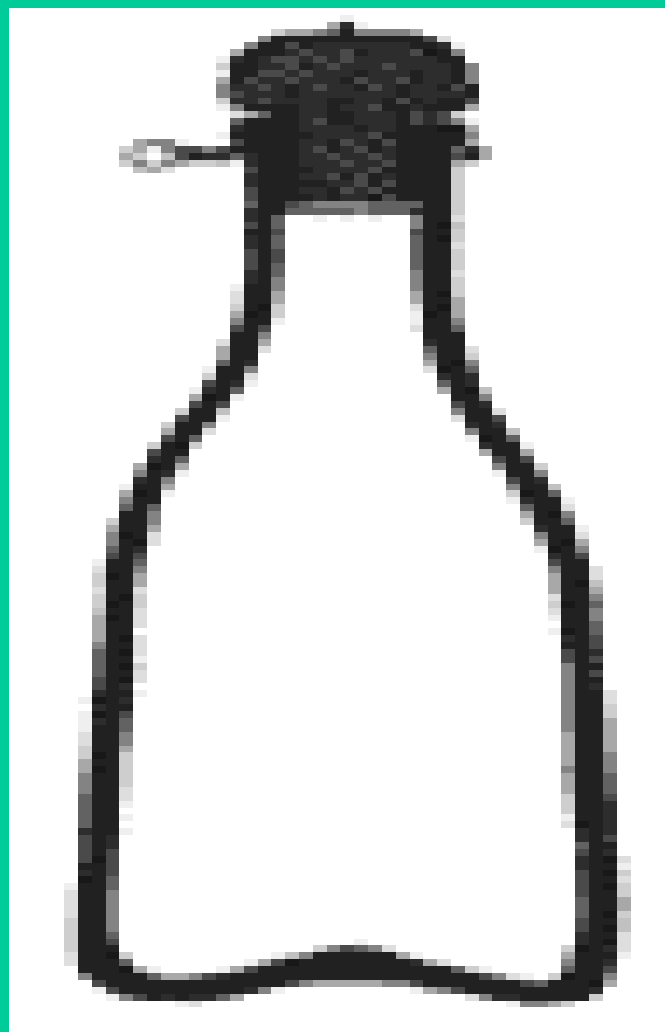
Dés l'apparition de signes évocateurs d'une toxicité



REMONTER LE PLONGEUR!



Accidents de décompression



Comprendre l'ADD

- ADD du aux conséquences de la dissolution de N₂;
- N₂ est un gaz inerte qui se dissout dans tous les tissus;
- N₂ altère :la perméabilité des membranes;
la transmission de l'influx électrique;
- tissus regroupés en compartiments caractérisés par une même période;
- Période = Temps nécessaire au compartiment pour dissoudre ou éliminer la moitié de l'azote;
- Élimination physiologique des petites bulles en fin de plongée, totale en 12h environ;
- Si facteurs de risque interdisant cette élimination:
 - Trop grosses bulles dans le sang veineux
 - HTAP
 - Ouverture des shunts artério-veineux
 - Passage artériel des bulles

Comprendre la MDD

- La maladie de décompression succède à l'ADD;
- La bulle se comporte comme un corps étranger;
- Protides et lipides se déposent à sa surface;
- Puis adhésion plaquettaire;
- Libération de médiateurs inflammatoires;

D'ou: CIVD

Augmentation de la perméabilité capillaire

Hyperviscosité

Lésions pulmonaires

Embolie graisseuse

Facteurs influençant la dissolution de N₂

- ✓ Pression
- ✓ Temps
- ✓ Température
- ✓ Nature du gaz
- ✓ Surface d'échange
- ✓ Nature du tissu
- ✓ Agitation, stress, effort



CLINIQUE

Accidents de type 1

Accidents de type 2

<http://www.snof.org>

By courtesy of:

Dr Lanphier

Dr Vann

Dr Butler



Accidents de type 1

➤ Cutanés

- Les « puces »: prurit, brûlures localises au tronc, abdomen, oreilles.
- Les « moutons »: boursouflures, éruptions maculo-papuleuses.
- JAMAIS localisés sur MI ou hémicorps (neurologique).

➤ Ostéo-articulaires

- Douleur articulaires, sensation de sable, évolution vers douleur intense.
- Disparaît par compression.
- Les accidents tendineux guérissent en caisson à 8m.
- Évolution incertaine des accidents osseux.

Accidents de type 2

➤ Vestibulaires

- Bulles dans l'oreille interne.
- Vertiges, nausées, acouphènes, surdité.

➤ Accidents cérébraux

- Obstruction d'une branche du polygone de Willis, d'une artère sylvienne, protubérantielle ou du TC.
- Déficit moteur et /ou sensitif, hémiparésie, tétraparésie.

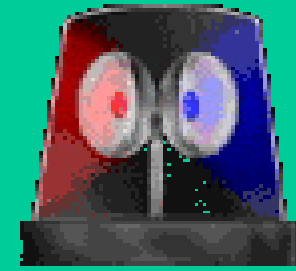
➤ Accidents médullaires

- Obstruction des veines épidurales.
- Rétention urinaire, paraparésie.

CAT IMMEDIATE

- ✓ DD
- ✓ REHCAUFFEMENT
- ✓ OXYGENE 15L
- ✓ ASPIRINE 500G
- ✓ EAU PLATE

SMUR



- Outre le terrain de l'accidenté, profil de plongée
- TTT symptomatique des détresses vitales
- O2 haut débit quelque soit la SaO2
- Aspégic IV
- Remplissage: hypovolémie de la MDD, déshydratation
- Plus ou moins corticoïdes, vasodilatateurs
- Orientation: Caisson hyperbare
L'oxygénation hyperbare et recompressive permet un apport plus important aux tissus ischémiés tout en diminuant le volume de la bulle.
- Transfert: Hélicoptère idéal, avion possible si altitude 0 cabine.

BAROTAUMATISMES

- ✓ Association fréquente des barotraumatismes pulmonaires à l' ADD.
- ✓ Ils concernent toutes les cavités aériques.
- ✓ Les débutants sont particulièrement touchés.
- ✓ 4à5m d'eau suffisent.

Barotraumatismes oculaires

- **Cause:** du au placage du masque avec effet ventouse.
- **Conséquences:** -œdème de la face;
-hémorragie sous-conjonctivale.
- épistaxis.
- **TTT:** Préventif; injecter de l'air dans le masque.
Sans gravité.

Barotraumatismes dentaires

- **Cause:** Présence de bulles au sein de dents occluses.
- **Conséquences:** Douleur à la descente ou à la remontée.
- **TTT:** Préventif, antalgiques, dentiste.

Barotraumatismes sinusaux et nasaux

- **Cause:** Dépression dans les cavités lors de la descente.
- **Conséquences:**
 - Douleur oculaires et sous orbitaires.
 - Œdème et hémorragie de la muqueuse.
 - Épistaxis.
- **TTT:** Préventif, remonter.

Barotraumatismes de l'oreille

- _ des accidents rencontrés.
- Communication avec la trompe d'Eustache.
- Celle-ci est ouverte par le bâillement, la déglutition, valsalva.
- A LA DESCENTE: -Placage des parois tubaires, dépression.

Conséquence: douleur.

CAT: Valsalva en descendant.

- A LA REMONTEE: -Évacuation des gaz vers le pharynx.

Conséquences: douleur, hypoacousie, otorragie si rupture.

CAT: TTT préventif, **jamais** de Valsalva en remontant

Barotraumatismes gastro-intestinaux

- Connus sous le nom de colique des scaphandriers.
- Douleurs sans gravités.
- Risque de distension de l'estomac allant de l'emphysème sous muqueux à la rupture de l'estomac.

Barotraumatismes pulmonaires

- Les seuls qui justifient la présence d'un SMUR.
- Tableau souvent gravissime d'emblée.
- Du à une remontée rapide sur glotte fermée.
- Association fréquente à l'ADD.

Conséquences: Rupture des alvéoles , pneumothorax, Pneumo médiastin, emphysème sous cutané, embols gazeux embolisant le plus souvent le cerveau.

Tableau: Choc, coma, dyspnée, hémoptysie, douleurs rétro sternales, troubles neurologiques.

TTT: Symptomatique. O₂ pur. Drainage thoracique SB. **Caisson**

Prévention: **Expirer** .Jamais d'air à un apneïste.

Prévention



Avant la plongée

- Respect des CI.
- Visite chez le dentiste.
- Plonger en forme, pas enrhumé.
- Connaître et accepter ses limites.
- Pas d'effort, essoufflement aggravé par la profondeur.
- Plongée bien préparée.
- La plus profonde le matin.
- Tables adaptées si plongée altitude, ou au mélanges.

Pendant la plongée

- Fin de plongée dès q'un plongeur est sur réserve.
- Remontée lente 10à12m/min.(en caisson 7.5m/min!)
- Remonter en expirant.
- Respect des paliers.
- Les doubler si remontée à deux sur un embout.

Après la plongée

- Pas d'effort (risque de passage artériel des bulles).
- Pas d'avion pendant 12 à 24h.
- Calculer son azote résiduel si plongée successive.
- Éviter les consécutives.
- Signaler toute sensation inhabituelle.

En cas d'accident

- Appel du CROSS sur le canal 16.
- S'identifier, nom du bateau.
- Décrire la situation.
- Mise en alerte du caisson.
- Préciser lieu et heure d'arrivée au port.

Conclusion

- Peu d'accidents immérités.
- Plongée loisir peu risquée si respect des règles.
- ADD = 02/ASPEGIC/CAISSON.
- BAROTRAUMATISMES PULMONAIRES =
TTT DES DETRESSES VITALES/
02/CAISSON.