

COURS NIVEAU 3

PA60



PA60

COURS NIVEAU 3



Un cours théorique dans la pratique de la Plongée Subaquatique est motivée par la spécificité de l'environnement dans lequel se déroulera l'activité (milieu aquatique, milieu hyperbare) pour comprendre comment s'y adapter , mais surtout et avant tout, comment s'en protéger : **La Prévention des Risques.**

Bien que réalisés parfois en salle, ces cours théoriques resteront toujours en lien très étroits avec la pratique.

Enfin, ce cours répond aussi à une notion de Responsabilité mentionné dans l'Art A322-3 du Code du Sport, qui s'applique dans les centres de plongée (établissement d'Activité Physique et Sportif). Cet article précise l'Obligation d'information concernant les capacités requises pour pratique.

Plongeur Niveau 3 (PA60)

CONTEXTE

Plongeur CONFIRME

PA60

- Plongeur "**Equipier**" dans une palanquée dite "**Autonome**" grâce aux compétences que vous aurez acquis durant votre formation. Vous resterez sous l'entière responsabilité du DP qui peut vous autoriser ou pas à évoluer dans cette palanquée Autonome
C'est une Autonomie relative

- **En l'absence de DP** vous êtes autorisé à plonger entre plongeur Niveau 3 mais sans dépasser la profondeur de -40m .
- Vous serez alors considéré plongeur PA40.

Plongeur Niveau 3 (PA60)

CONTEXTE

Plongeur CONFIRME

PA60

- **Autonome** = Ce n'est pas le plongeur qui est "autonome" à titre individuel, **mais la "Palanquée" au travers du partage des Compétences. Le groupe de plongeurs parvient à l'autonomie lorsqu'il est capable de gérer collectivement, tous les aspects de l'immersion. C'est là l'objectif de la formation.**

- Assurer votre propre sécurité
- S'intégrer dans une palanquée Autonome
- Participer à la sécurité collective
- Accéder à des conditions d'évolutions différentes
- Prendre des responsabilités
- Organiser votre plongée
- Gérer l'environnement de la plongée

"Conduite de Plongée"



Guide de Planquée

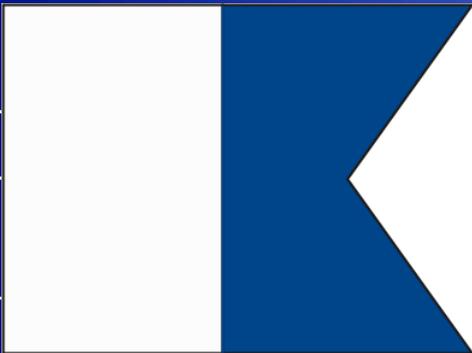
POURQUOI CE DOCUMENT ?

Troisième étape dans l'apprentissage de la théorie de la Plongée Subaquatique, ce Cours Niveau 3 (PA60), comprend les principales connaissances pour pouvoir s'intégrer en qualité "d'Equipier" dans une palanquée autonome jusqu'à
- 60m de profondeur.

Plus que Jamais

Ne plongez pas seulement avec vos palmes mais aussi et surtout avec votre tête.

- Soucieux de réduire au maximum le temps nécessaire à l'acquisition des connaissances théoriques lors de votre formation Niveau 3, nous vous invitons à parcourir cette présentation afin de dégrossir au mieux ce contenu.
- Un QCM vous sera proposer en début de formation pour faire le point sur votre lecture.
- Un Cours d'environ 150 mn permettra au moniteur d'approfondir certains points restés obscurs.
- Enfin un QCM "Contrôle des acquis" validera en fin de formation vos connaissances.

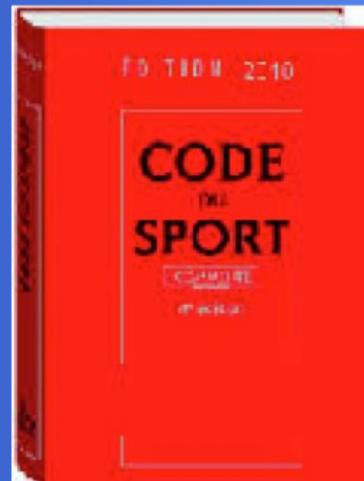


LE CADRE DE PRATIQUE...

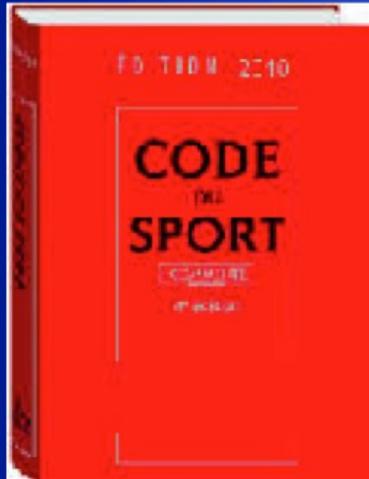
Selon les Normes d'encadrements et de sécurité de la plongée subaquatique en vigueur sur les territoires français, le Niveau 3 (PA60) est accessible à l'âge de 18 ans.

Le plongeur Niveau 3 est décliné sur le Code du Sport comme un plongeur PA60, soit un plongeur pouvant évoluer dans une palanquée autonome jusqu'à -60m. Dès lors, il est obligatoire d'accéder au delà de -40m lors de la formation.

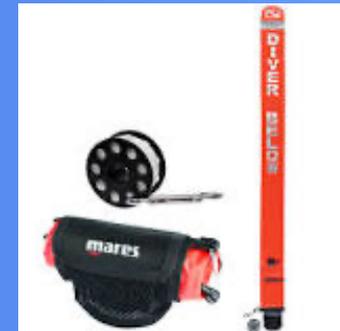
Si la formation s'arrête à la profondeur de -40m, le plongeur doit être certifié PA40 et non Niveau 3.



LE CADRE DE PRATIQUE...



Equipement

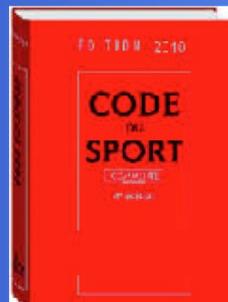


LE CADRE DE PRATIQUE...

Pour plonger en France, il est **obligatoire** de présenter au Centre qui vous accueille, **votre carnet de plongée, votre carte ou passeport de formation** attestant de votre niveau de plongeur, et **une assurance en Responsabilité Civile**. (La licence fédérale ne sera rendue obligatoire qu'à l'intérieur d'une structure de la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous Marins).

Une assurance individuelle complémentaire n'est pas obligatoire mais vous devez en connaître son existence, et éventuellement en souscrire une, si vous le souhaitez.

Un certificat médical de non contre indication à la pratique de la plongée sous-marine, bien que **n'étant pas obligatoire**, peut vous être demandé. De plus, il constitue pour vous un bilan de votre santé.



LE CADRE DE PRATIQUE...

En France, il existe plusieurs organismes de Certifications agréés par le ministère des Sports.

- ◆ **La FFESSM:** (*Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous Marin*). C'est la Fédération délégataire. Pour valider un Brevet Fédéral, il faut être membre de la FFESSM, par l'intermédiaire de la "Licence Fédérale".
- ◆ **La FSGT:** (*Fédération Sportive et Gymnique du Travail*). Il s'agit d'une fédération affinitaire, multisports, qui propose à ces adhérents une activité plongée parmi 25 autres disciplines. Comme la FFESSM, il faut être adhérent à la FSGT par l'intermédiaire d'une licence FSGT pour pouvoir être certifié par cet organisme.



LE CADRE DE PRATIQUE...

- ◆ **L'ANMP:** (Association National des Moniteurs de Plongée). Pas besoin de licence pour valider un brevet ANMP.
- ✓ Les Cours de Formation sont sensiblement équivalents quelque soit l'organisme de Certification.
- ✓ Tous les Brevets Français sont "RECONNUS" les uns, les autres, en France et à l'Etranger.

Voyagez tranquille avec votre Certification.



Plongée Passion Carry

LA BELLE AVENTURE
COMMENCE...



LA BELLE AVENTURE COMMENCE...

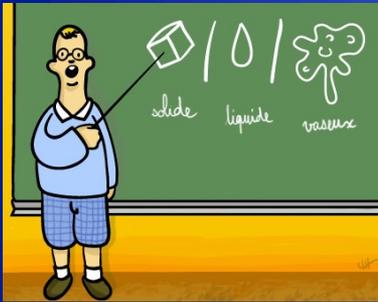
Au cours de votre formation Niveau 2, vous avez appris que l'évolution dans le milieu **Aquatique**, vous oblige à subir une **Pression Supérieure** à celle à laquelle vous êtes soumis et naturellement adapté pour la vie **Aérienne**.

Pour profiter en toute sécurité de ce milieu particulier, "*Milieu Hyperbare*", vous avez appris à connaître, analyser, comprendre ses subtilités, ses bienfaits et aussi ses dangers.

"LA SAGA DES GAZ", n'a plus de secret pour vous !

Aussi dans ce cours, la partie Physique, sera simplement résumée car l'essentiel a été vu lors de la formation niveau 2.

Voilà votre Plan de Cours !!!



PHYSIQUE (Rappels/Révisions)



PREVENTIONS DES RISQUES



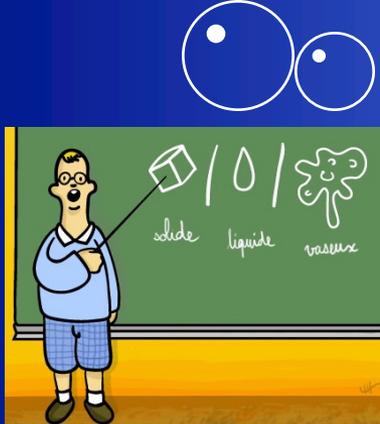
LES ORDINATEURS



INFOS MATERIEL



**LA PLANIFICATION, ELEMENT ESSENTIEL DE CETTE FORMATION,
EST ABORDEE TOUT AU LONG DES SEANCES "PRATIQUE"**



PHYSIQUE (Rappels/Révisions)

**C'EST
MAINTENANT
!!!**



PREVENTIONS DES RISQUES

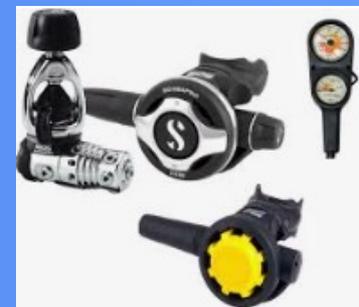
**C'EST
MAINTENANT
!!!**



LES ORDINATEURS

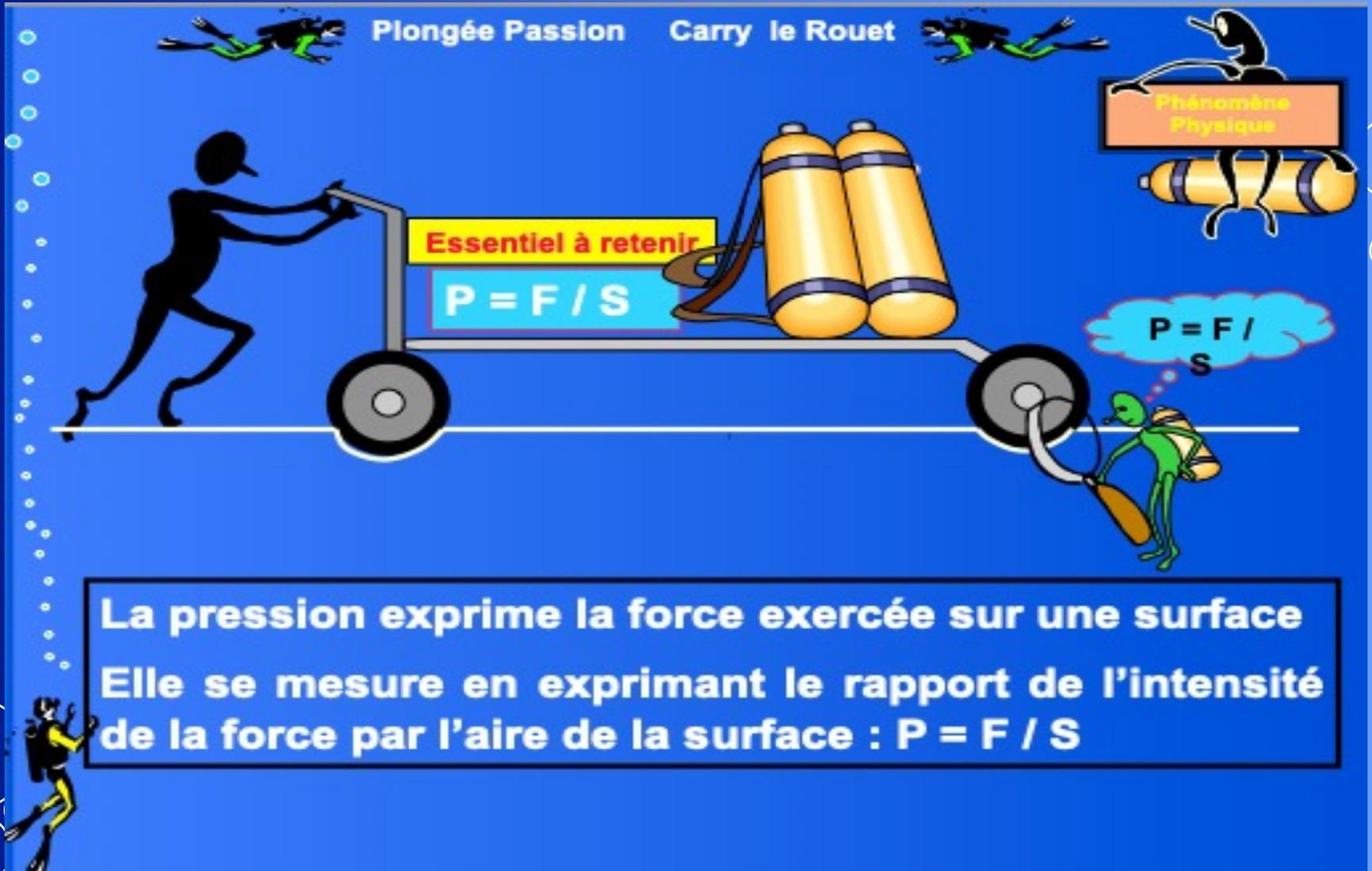


INFOS MATERIEL

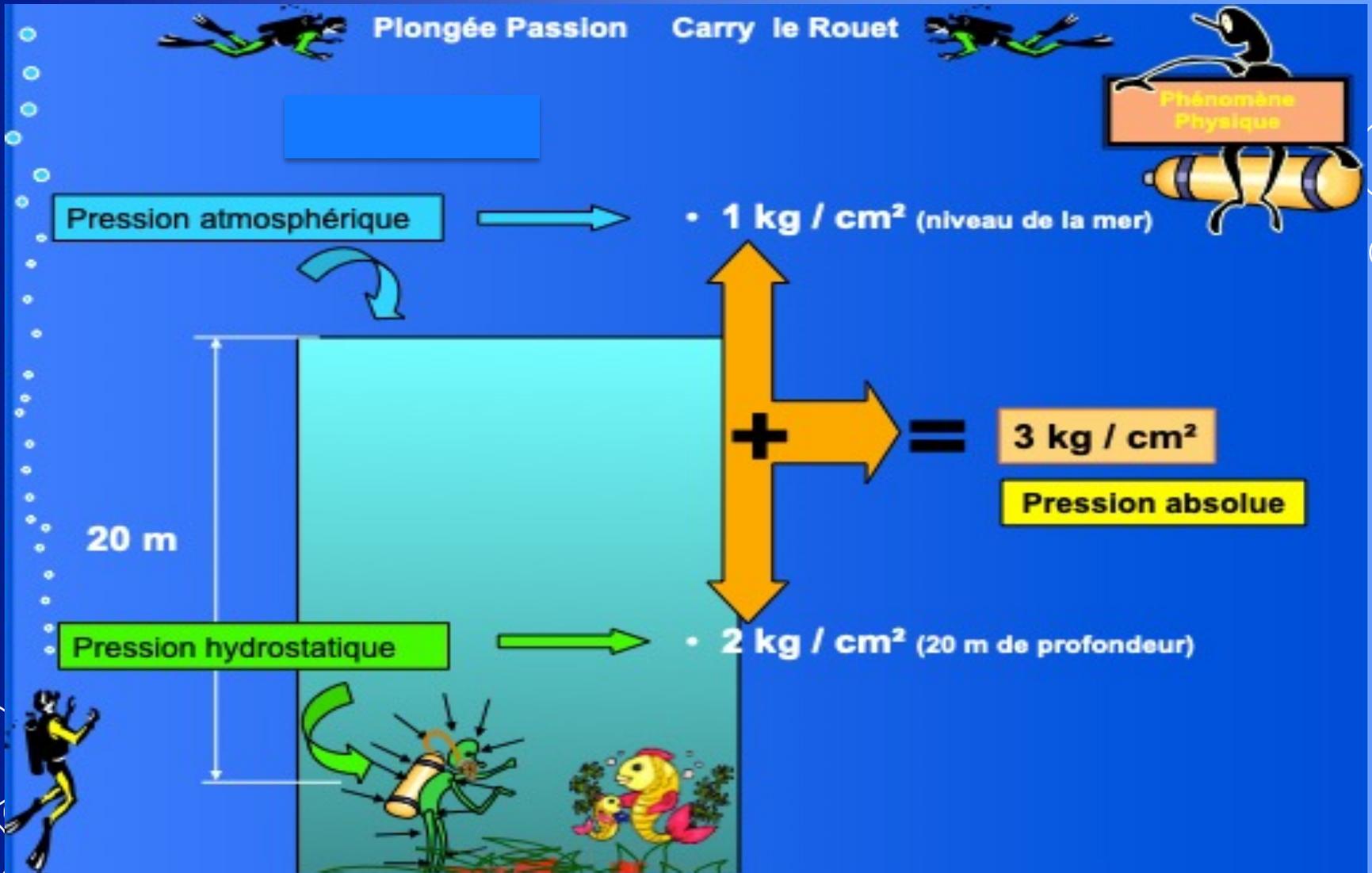


**LA PLANIFICATION, ELEMENT ESSENTIEL DE CETTE FORMATION,
EST ABORDEE TOUT AU LONG DES SEANCES "PRATIQUE"**

LA PRESSION



LA PRESSION



LA PRESSION

Plongée Passion Carry le Rouet

Pression absolue

En plongée ?

Phénomène Physique

Tableau des pressions absolues exercées sur un plongeur en méditerranée

| Profondeurs (en mètres) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|-------------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Pression atmosphérique (bar) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pression hydrostatique (bar) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Pression absolue (bar) | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 |

La Pression **DOUBLE** entre 0 et 10m

Puis **DOUBLE** encore de 10 à 30m et entre 30m et 70m

0/10m est la Zone la plus délicate à cause de la grande Variation de Pression.

Attention: C'est aussi la zone des Débutants...

LA PRESSION

Plongée Passion Carry le Rouet

Pression absolue

en plongée ?

Phénomène
Physique

Tableau des pressions absolues exercées sur un plongeur en méditerranée

| Profondeurs (en mètres) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|------------------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Pression atmosphérique (bar) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pression hydrostatique (bar) | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Pression absolue (bar) | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 |

**LA PRESSION N'AGIT QUE SUR LES GAZ ET LES
CAVITES AERIENNES**

VOICI LA SAGA DES GAZ

COMPRESSILITE DES GAZ

Plongée Passion Carry le Rouet

BOYLE - MARIOTTE

UNE LOI GONFLANTE..

Phénomène Physique

The diagram shows a vertical column of water with depth markers on the left: 0 m, 10 m, 20 m, and 30 m. On the right, pressure markers are given: 1 bar, 2 bars, 3 bars, and 4 bars. A diver is shown at the bottom. A syringe is shown at each depth, with its plunger pushed in by the water pressure. To the right of the syringe, balloons are shown at each depth, with their volume decreasing as depth increases. A large blue diagonal text reads 'Un Phénomène Gonflant'. On the right side, there are calculations: 'Pression x Volume = Constante', '3 bars x 2 l = 6', and '4 bars x 1,5 l = 6'. A cartoon character is sitting on a yellow gas cylinder.

| Mètre | Pression | Volume |
|-------|----------|--------|
| 0 m | 1 bar | 6 l |
| 10 m | 2 bars | 3 l |
| 20 m | 3 bars | 2 l |
| 30 m | 4 bars | 1,5 l |

Pression x Volume = Constante

3 bars x 2 l = 6

4 bars x 1,5 l = 6

Un Phénomène Gonflant

COMPRESSIBILITE DES GAZ



COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion Carry le Rouet



Phénomène
Physique



LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

| <i>Profondeur</i> | <i>Pressions</i> | <i>Volumes</i> | <i>Constante</i> |
|-------------------|------------------|----------------|------------------|
| 0m | 1b | 12l | <i>12l</i> |
| 10m | 2b | 6l | <i>12l</i> |
| 20m | 3b | 4l | <i>12l</i> |
| 30m | 4b | 3l | <i>12l</i> |
| 70m | 8b | 1,5l | <i>12l</i> |

Nous constatons alors que



COMPRESSIBILITE DES GAZ

Plongée Passion Carry le Rouet

Phénomène Physique

LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

Le volume d'un gaz est inversement proportionnel * à sa pression lorsque sa température est constante.

Pression P

Volume V

$P \times V = \text{constante}$

* P augmente si V diminue et P diminue si V augmente

•C'est entre la surface et 10 m (zone des Débutants), que nous avons la plus grande Variation de Pression, donc de Volume.

COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion Carry le Rouet



C'EST GENIAL ...

- *** Vue au Niveau 2:**
- **- Le calcul théorique d'autonomie,**
- **- Le calcul de variation de Volume en fonction de la Pression,**
- **- Augmentation de la Masse Volumique de l'air en fonction de la Profondeur,**



COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion Carry le Rouet



C'EST GENIAL ...

Calcul de la consommation d'air en fonction de la profondeur. (Calcul Théorique d'autonomie)

Un plongeur équipé d'un bloc de 12 litres de Volume, et gonflé à 210 bar fait une plongée à 20 m.

Sachant qu'en surface, il consomme environ 20l/mn, et qu'il ne veut pas aller au delà de la zone rouge de son manomètre immergeable (60 bar), quelle sera en théorie la durée de sa plongée ?

COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion

Carry le Rouet



Phénomène
Physique



C'EST GENIAL ...

Calcul de la consommation d'air en fonction de la profondeur. (Calcul Théorique d'autonomie)

- Pression d'air dispo avant la zone rouge :
 $210 \text{ b} - 60 \text{ b} = 150 \text{ bar}$
- Volume d'air détendu dispo à 1 bar :
 $150 \text{ b} \times 12 \text{ l} = 1800 \text{ litres}$
- Quantité d'air respiré à 20 m par minute :
 $3 \text{ b} \times 20 \text{ l} = 60 \text{ litres/mn}$

Autonomie théorique :
 $1800 \text{ l} / 60 \text{ l/mn} = 30 \text{ mn}$

COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion Carry le Rouet



C'EST GENIAL ...

Augmentation de la Masse Volumique de l'air en fonction de la profondeur.

| Prof. | Press. | Vol d'air pulmonaire. | Vol d'air détendu. | Poids d'1 litre d'air. | Masse de l'air ds les poumons. | Masse volumique d'1 litre d'air |
|-------|--------|-----------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 0m | 1b | 6l | 6l | 1,3g | 7,8g | $7,8/6=1,3$ |
| 10m | 2b | 6l | 12l | 1,3g | 15,6g | $15,6/6=2,6$ |
| 30m | 4b | 6l | 24l | 1,3g | 31,2g | $31,2/6=5,2$ |
| 70m | 8b | 6l | 48l | 1,3g | 62,4g | $62,4/6=10,4$ |

COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion Carry le Rouet



C'EST GENIAL ...

Augmentation de la Masse Volumique de l'air en fonction de la profondeur.

| Prof. | Press. | Vol d'air pulmonaire. | Vol d'air détendu. | Poids d'1 litre d'air. | Masse de l'air ds les poumons. | Masse volumique d'1 litre d'air |
|-------|--------|-----------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 0m | 1b | 6l | 6l | 1,3g | 7,8g | $7,8/6=1,3$ |
| 10m | 2b | 6l | 12l | 1,3g | 15,6g | $15,6/6=2,6$ |
| 30m | 4b | 6l | 24l | 1,3g | 31,2g | $31,2/6=5,2$ |
| 70m | 8b | 6l | 48l | 1,3g | 62,4g | $62,4/6=10,4$ |

COMPRESSIBILITE DES GAZ



Plongée Passion Carry le Rouet



Phénomène
Physique



C'EST GENIAL ...

Cela permet de comprendre une
des cause de:

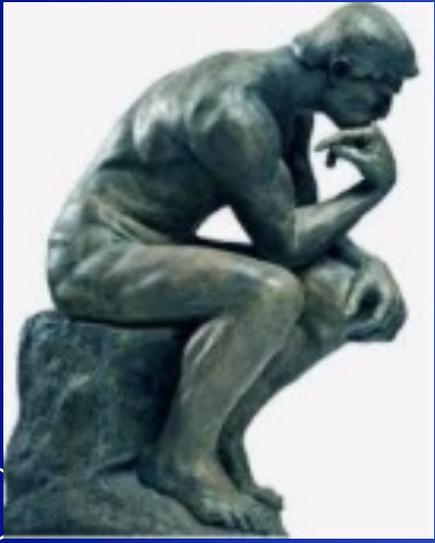
| Prof. | Press. | Vol d'air pulmonaire. | Vol d'air détendu. | Poids d'1 litre d'air. | Masse de l'air ds les poumons. | Masse volumique d'1 litre d'air |
|-------|--------|-----------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | |
| | | 6l | 6l | 1,3g | 7,8g | $7,8/6=1,3$ |
| | | 6l | 12l | 1,3g | 15,6g | $15,6/6=2,6$ |
| 30m | 4b | 6l | 24l | 1,3g | 31,2g | $31,2/6=5,2$ |
| 70m | 8b | 6l | 48l | 1,3g | 62,4g | $62,4/6=10,4$ |



ESSOUFFLEMENT !!!!!



COMPRESSIBILITE DES GAZ

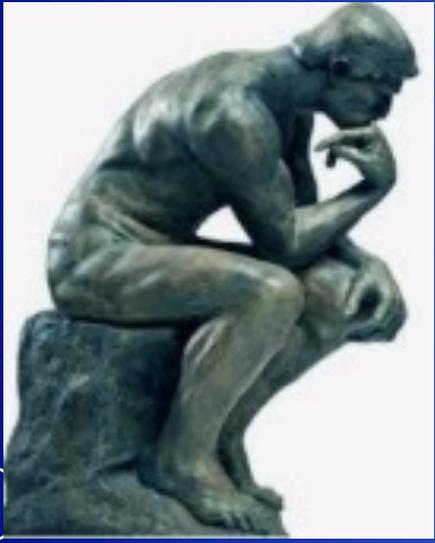


QUELQUES ELEMENTS POUR VOUS AIDER A PLANIFIER VOTRE AIR POUR LA PHASE DE DESATURATION.

- ❑ **PRESSION DE "RENDEZ VOUS"(1)***
 - Ne descendez pas plus profond,
 - Ne vous éloignez pas plus du bateau, ou de la zone de sortie
 - La plongée n'est pas nécessairement terminée...
- ❑ **PRESSION DE "FIN DE PLONGEE"(2)***
 - La pression nécessaire pour regagner la surface en prenant en compte la durée de la remontée, le(s) palier(s) si il y en a...



COMPRESSIBILITE DES GAZ

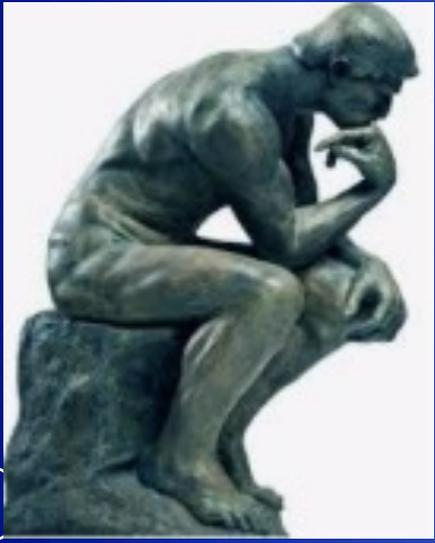


QUELQUES ELEMENTS POUR VOUS AIDER A PLANIFIER VOTRE AIR POUR LA PHASE DE DESATURATION

- ❑ Prendre en compte votre Ventilation propre
- ❑ Considérer la Topographie de site
 - Carré → Conso +++
 - Multi profondeur → Conso ---
 - Type Aller/Retour
 - Type proche de la zone de sortie
 - Récupération à la dérive ou retour zone de sortie
 - Connaissance ou pas du site
 - Très léger courant etc.



COMPRESSIBILITE DES GAZ



QUELQUES ELEMENTS POUR VOUS AIDER A PLANIFIER VOTRE AIR POUR LA PHASE DE DESATURATION

- **(1)* PRESSION DE "RENDEZ VOUS"**
 - Vous entendrez plus "par habitude" évoquer l'appellation "**Mi Bouteille 100 bar**". Cette appellation est mal à propos car dans la palanquée, aucun bloc n'est réellement à 200 bar au moment de la mise à l'eau, et chaque plongeur présente une pression de départ différente, (180, 210, 230 bar etc.)
 - Donc la "mi bouteille" serait alors pour l'un 90 bar, pour l'autre 110 bar, ainsi de suite...différent du concept dogmatique du "mi bouteille 100 bar".
 - D'où plutôt, la notion de "Pression de Rendez Vous" qui comme son nom l'indique est une Pression déterminée par le GP ou les équipiers en fonction des caractéristiques de la plongée à réaliser, et qui signifie que dès que l'un des plongeurs atteint cette pression, il en informe ses équipiers.
 - **Dés lors, il conviendra de ne pas descendre plus profond, ne plus s'éloigner du point de sortie, éventuellement s'en rapprocher pour entreprendre la remontée dès l'annonce de la "Pression Fin de Plongée".**



COMPRESSIBILITE DES GAZ



QUELQUES ELEMENTS POUR VOUS AIDER A PLANIFIER VOTRE AIR POUR LA PHASE DE DESATURATION

- (2)* **PRESSION DE "FIN DE PLONGEE"**
 - Là aussi, vous entendrez plus "par habitude" évoquer l'appellation "**La Réserve 50 bar**". Cette appellation, tenace héritage du passé, n'est plus à l'ordre du jour car les "Réserves mécaniques" sur les robinets ont disparu depuis la fin des années 90.
 - Aujourd'hui, vous lisez un "**Manomètre**" qui vous indique une **Pression**, la pression d'air encore disponible dans votre bloc.
 - Dés lors, dans votre planification, il conviendra de déterminer une "**Pression de Fin de Plongée**", pression à partir de laquelle vous devez immédiatement quitter le fond, entamer votre remontée en respectant absolument la vitesse de remontée et les éventuelles paliers préconisés par votre ordinateur et faire surface.

COMPRESSIBILITE DES GAZ



IL FAUDRA FAIRE



Dans notre organisme, seules les cavités gazeuses sont soumises aux variations de volumes, liées aux variations de pressions. Or, lors de ces variations de volumes, les tissus biologiques constituant ces cavités, bien qu'élastiques, peuvent subir parfois quelques lésions.

LESION DUE A LA PRESSION = "BAROTRAUMATISMES"



LES BAROTRAUMATISMES

SURPRESSION PULMONAIRE

MECANISME

Associé au mécanisme de la compressibilité des Gaz, cet incident survient lorsque se produit une augmentation brutale de la pression intra-pulmonaire (200 à 300 g/cm²) par rapport à l'extérieur, entraînant une dilatation, avec des risques allant de la simple distension alvéolaire à la rupture de celle-ci. Un passage de gaz pourrait même se produire sans qu'il y ait rupture alvéolaire mais forte distension. Cet incident a lieu à la remontée.

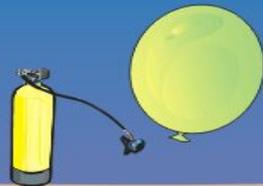
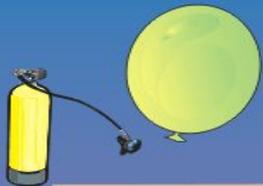
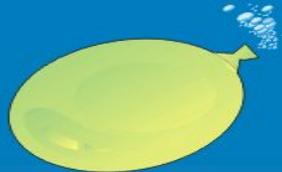
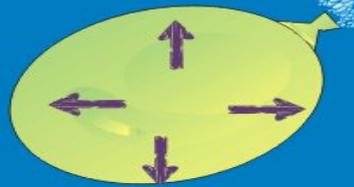
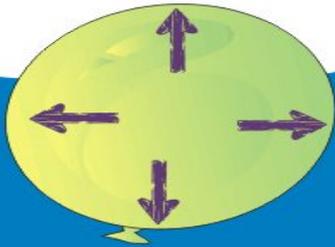
COMPRESSIBILITE DES GAZ



Blocage

Expiration
insuffisante

Expiration
suffisante



S P

CAUSES

PREVENTIONS

PSYCHOLOGIQUE

- Peur, Stress, Panique pouvant entraîner une inhibition nerveuse du muscle phrénique (diaphragme) et perturber l'expiration.

- Il sera important d'effectuer la plongée que si vous vous sentez serein et en confiance. Il conviendra aussi de suivre votre planification durant la plongée pour qu'aucune inquiétude ne vienne perturber votre approche de la surface..
- Eventuellement reportez la plongée profonde

PHYSIOLOGIQUE

- Bronchite.
- Asthme.
- Laryngocèle (malformation de la muqueuse laryngée).
- Entrée accidentelle d'eau dans les fosses nasales.

Visite Médicale spécialisée et
Certificat Médical...

CAUSES

SP

PREVENTIONS

TECHNIQUE

- Mauvaise gestion du gilet, (le plongeur affairé à trouver ses purges oublie ou n'expire pas suffisamment...),
- Mauvaise technique du vidage de masque, (pouvant aller à la panique ...),
- Mauvaise technique de mise en place de la bouée de palier, (le plongeur affairé ou emmêlé dans le bout de sa bouée monte sans s'en apercevoir...).

- Lors de votre retour en surface, quelque soit le situation, concentrez vous avant tout et surtout sur la qualité de votre ventilation. Si par mégarde, votre remontée n'est pas gérée à cause de votre gilet, pensez d'abord à souffler et laisser faire... arrivé en surface, dégonflez et ré-immmergez vous rapidement. Il convient avant tout de prévenir la SP avant l'ADD.

- Pour mettre en place la bouée de palier, travaillez en équipe. L'un se charge de marquer le niveau d'immersion tandis que l'autre sort la bouée en se maintenant au même niveau que son équipier.

MATERIEL

- Déficience des purges du gilet,
- Blocage du détendeur en débit continu,

- Il est conseillé de vérifier votre matériel avant l'immersion, pour déceler et/ou anticiper un éventuel souci...

SURPRESSION PULMONAIRE

SYMPTOMES

- Douleurs thoraciques rétro sternales,
- Difficultés ventilatoires,
- Toux, Crachats de Sang,

SURPRESSION PULMONAIRE

SYMPTOMES

- Douleurs thoraciques rétro sternales,
- Difficultés ventilatoires,
- Toux, Crachats de Sang,

CONSEQUENCES

- Lésions Pulmonaires

LA FLOTTABILITE

LA PESEE



LA FLOTTABILITE



Plongée Passion Carry le Rouet

Phénomène Physique

EUREKA!!!

L'intensité de la Force exercée par l'eau sur toutes les parties du corps immergée sera égale au **VOLUME** de ce Corps.

Bien entendu "Corps" mais aussi "Objet".

LA FLOTTABILITE



Plongée Passion Carry le Rouet



Phénomène
Physique

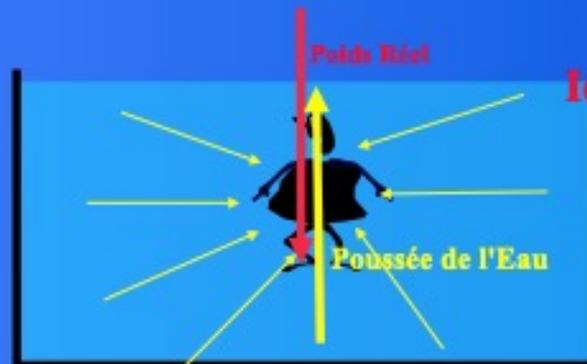


LA PESEE

Si le Poids Réel du Corps et son Volume sont Egaux

Le Corps est en Equilibre et nous appréhendons alors cette nouvelle notion de **Poids Apparent** qui est alors le résultat du Poids Réel moins, Volume du Corps, (poussée de l'eau).

$$\text{Poids Apparent} = \text{Poids réel} - \text{volume}$$



Ici Poids Réel = Volume

**Poids Apparent
NEUTRE.**

LA FLOTTABILITE

Plongée Passion Carry le Rouet

LA PESEE

Phénomène Physique

Si le Poids Réel du Corps est $>$ au Volume.

Poids Apparent
POSITIF

Le Corps Coule ou descend !!!!

Poids Réel

Poussée de l'eau

LA FLOTTABILITE



Plongée Passion Carry le Rouet



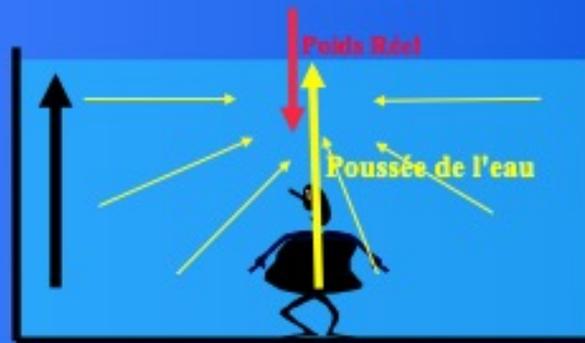
Phénomène
Physique

LA PESEE

Si le Poids Réel du Corps est $<$ au Volume.

Poids Apparent
NEGATIF

Le Corps Flotte ou remonte !!!!



LA FLOTTABILITE

Plongée Passion Carry le Rouet

LES ELEMENTS DETERMINANTS DE LA PESEE.

Phénomène Physique

Eléments déterminants du poids :

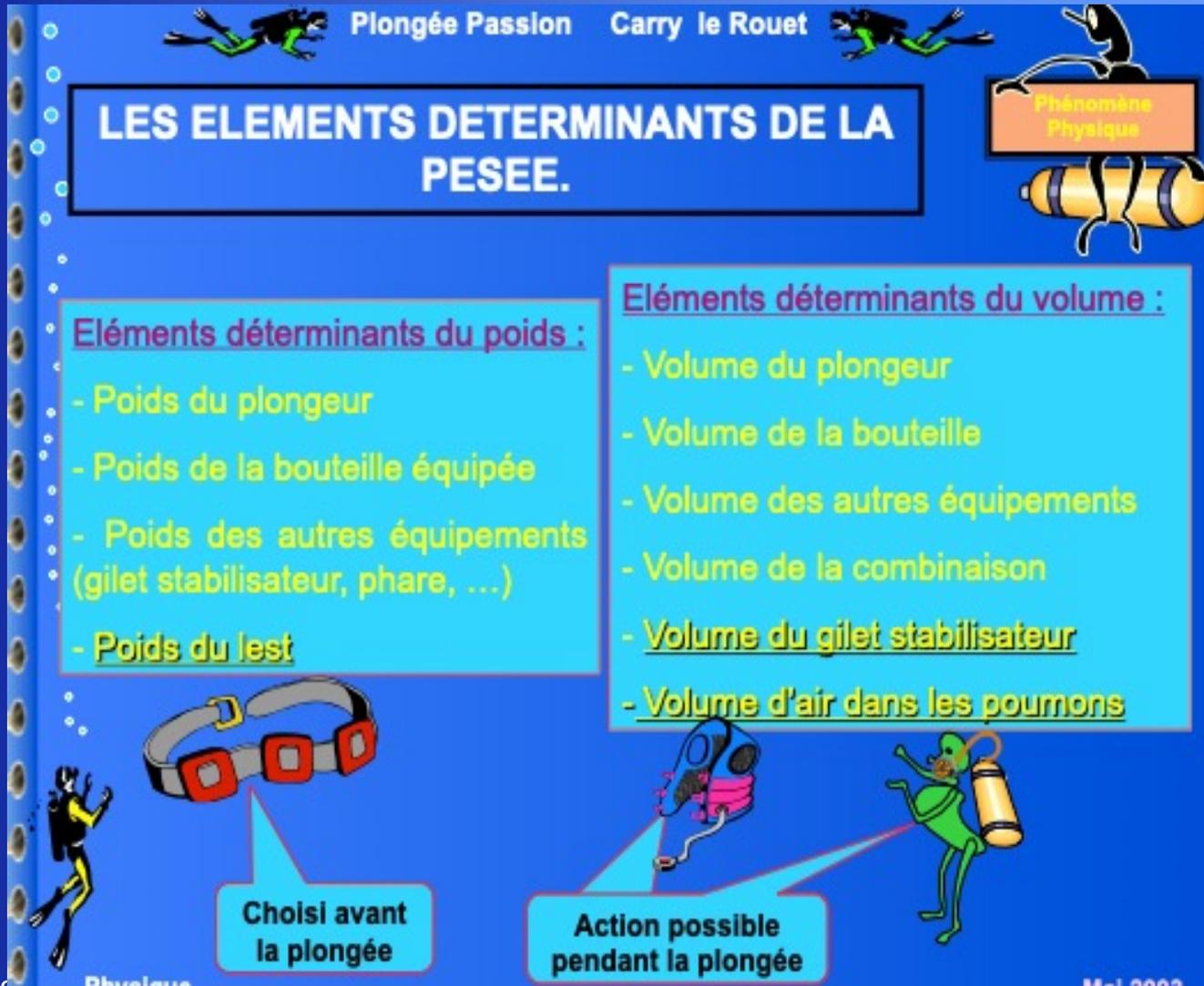
- Poids du plongeur
- Poids de la bouteille équipée
- Poids des autres équipements (gilet stabilisateur, phare, ...)
- Poids du lest

Eléments déterminants du volume :

- Volume du plongeur
- Volume de la bouteille
- Volume des autres équipements
- Volume de la combinaison
- Volume du gilet stabilisateur
- Volume d'air dans les poumons

Choisi avant la plongée

Action possible pendant la plongée



LA FLOTTABILITE

Plongée Passion Carry le Rouet

LES ELEMENTS PERMETTANT D'AJUSTER LA PESEE.

Phénomène Physique

Choisi avant la plongée

Action possible pendant la plongée

Lestage

Gilet + Poumon Ballast

LA FLOTTABILITE

Plongée Passion Carry le Rouet

avant la plongée ?

Phénomène Physique

Le plongeur doit préparer sa PESEE ...

Je prépare mon poumon ballast

Je prépare mon lestage *

... sans oublier que certains déterminants vont voir leur valeur se modifier au cours de la plongée.

Exemple : le poids de la bouteille va diminuer en raison de la consommation de l'air qu'elle contient par le plongeur

LA FLOTTABILITE

Plongée Passion Carry le Rouet

La flottabilité en plongée ?

Phénomène Physique

Le plongeur doit régler sa PESEE !!!

Il dispose pour cela de trois moyens principaux dont deux peuvent lui permettre de régler sa Pesée en immersion :

- son lest
- son gilet stabilisateur
- son poumon ballast

Usage en immersion

Le **Poumon Ballast** est utilisé prioritairement en toutes circonstances

LA FLOTTABILITE



Plongée Passion

Carry le Rouet



Toutes les applications de la "PESEE" sont d'origines Techniques.

- Techniques d'Immersion, Canard et Phoque,

- **Techniques du Poumon Ballast et lestage**, (*lestage pour compenser la flottabilité de la combinaison, et non pas pour palier une mauvaise technique d'immersion*).

- **Stabilisation à l'aide du Gilet**, (*pour compenser une perte de Volume et non pas un sur lestage*).

- **Utilisation du Gilet**, (*confort et sécurité*).



LA FLOTTABILITE

Plongée Passion Carry le Rouet

Phénomène Physique

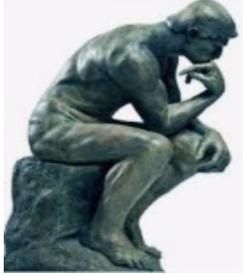
Coïncidence parfaite entre le centre de poussée et le **centre de gravité**, le plongeur peut prendre sans effort toutes les positions

Un **sur-lestage**, nécessite un **remplissage excessif du gilet**, ce qui conduit à un **cabrage du plongeur**, qui va devoir progresser comme un **HIPPOCAMPE**.

Écart important entre le **centre de poussée** et le **centre de gravité**, le plongeur ne peut pas prendre sans effort toutes les positions

Création diapo Joël TALON

LA FLOTABILITE



RAPPEL

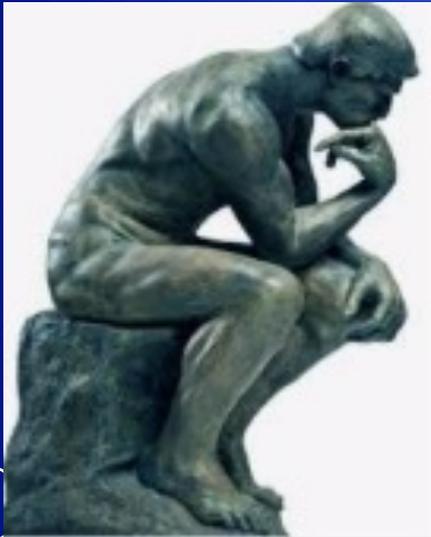
IMPORTANT



Important
A savoir!

ATTENTION

LA FLOTTABILITE



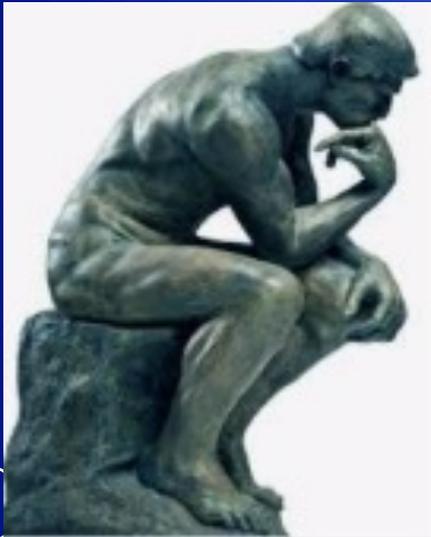
- Le Lestage sert à compenser la flottabilité de votre combinaison.
- Test de lestage **AVANT CHAQUE PLONGEE**,
- Vous devez toujours Flotter, du début à la fin de votre plongée
- Ne raisonnez pas en "Plomb", mais en "Technique".
- L'immersion ne se fait pas grâce au lestage, mais avec de la Technique...
- Vous ne pouvez pas être bien lesté à 20m, 40m, 50m et 3m. **Alors inutile de porter du plomb toute votre plongée pour faire un palier.** Ne compenser pas une perte de Poids (*bloc qui s'allège en fin de plongée*) par du Poids...



*Important
A savoir!*

ATTENTION.

LA FLOTTABILITE



- **Compensez une perte de poids, par une diminution des Volumes => Faites votre palier un peu plus profond (4 ou 5m), là ou, gilet vide vous êtes bien stabilisé. Cela est rendu possible grâce aux ordinateurs.**

- **Donc INUTILE de prendre un plomb en plus pour "Descendre" ou pour "Tenir un palier"**

- **TRAVAILLER VOTRE TECHNIQUE**

- **Votre Gilet n'a pas pour fonction de compenser un "Sur lestage". Votre Gilet compense la perte de volume Physique due à l'augmentation de Pression.**

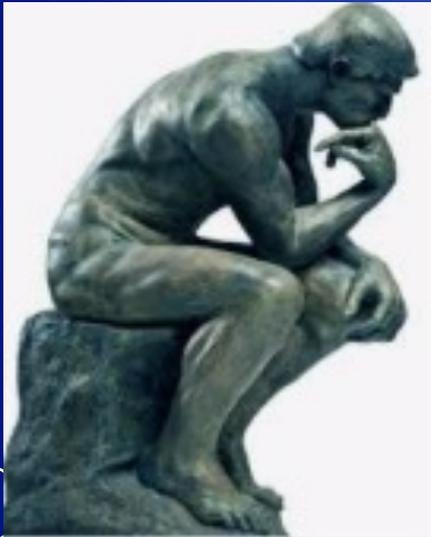


*Important
A savoir!*

ATTENTION.

LA FLOTTABILITE

- Pour vous immerger, Phoque/canard/le long du mouillage, il faut toujours être le plus VERTICAL possible et offrir le moins de surface à la "poussée de l'eau"



LES MELANGES GAZEUX

Plongée Passion Carry le Rouet

LES MELANGES GAZEUX

Phénomène Physique



© Can Stock Photo

LES MELANGES GAZEUX



Plongée Passion Carry le Rouet



Phénomène
Physique

LES MELANGES GAZEUX

♦ l'air est un "Cocktail" de gaz

Composition de l'air

| Nom du gaz | Symbole | proportion | Observations |
|---------------------------------------------|----------|------------|------------------------------------------------------------|
| Azote | N_2 | 80 %* | Inerte, Soluble sélectivement dans l'organisme. |
| Oxygène | O_2 | 20%* | Comburent Respiratoire. |
| Gaz carbonique | CO_2 | 0,033 % | Déchet du métabolisme cellulaire Excitant Ventilatoire. |
| Gaz rares : Argon, Krypton Hélium ... | Ar He | Traces | |

* Les valeurs 20/80 sont arrondies pour plus de facilité



LES MELANGES GAZEUX

Plongée Passion Carry le Rouet

Comment se comportent ces gaz dans notre Cocktail ? Phénomène Physique

Air : ressort de 100 spires Pression : 1 bar
Azote : ressort de 80 spires Pression : 0,8 bar
Oxygène : ressort de 20 spires Pression : 0,2 bar

100 spires
80 spires
20 spires

La pression totale exercée par le mélange est la somme des pressions partielles des gaz qui composent le mélange

Pression Totale (Air)
Pression Partielle 1 (N^2)
Pression Partielle 2 (O^2)

La pression partielle exercée par un gaz est la pression de ce gaz considéré comme occupant seul le volume pris par le mélange

LES MELANGES GAZEUX

Plongée Passion Carry le Rouet

LES MELANGES GAZEUX

Phénomène Physique

Pressions dans les mélanges gazeux (Dalton)

La pression partielle exercée par un gaz est la pression de ce gaz considéré comme occupant seul le volume total qu'occupait le mélange.

Volume V
azote
Pression P

Volume V
oxygène)
Pression P

Volume V
Azote + oxygène
Pression totale = P + P

La pression totale exercée par le mélange est la somme des pressions partielles des gaz qui composent le mélange

$P_{\text{partielle } \bullet} = P_{\text{totale}} \times \% \text{ de } \bullet$
 $P_{\text{partielle } \circ} = P_{\text{totale}} \times \% \text{ de } \circ$

LES MELANGES GAZEUX

Plongée Passion Carry le Rouet

et en plongée ?

Phénomène Physique

$P \text{ partielle gaz} = P \text{ totale air} \times \% \text{ de gaz}$

| Profondeurs (en mètres) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Pression absolue air (en bar) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| % azote | 80 % | 80 % | 80 % | 80 % | 80 % | 80 % |
| Pression partielle azote (en bar) | 0,8 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | 4 | 4,8 |
| % oxygène | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % |
| Pression partielle oxygène (en bar) | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,2 |

30 m de profondeur : pression absolue 4 bar
- pression partielle d'azote : $4 \times 80\% = 3,2 \text{ bar}$
- pression partielle d'oxygène : $4 \times 20\% = 0,8 \text{ bar}$

Mal 2003

LES MELANGES GAZEUX



Plongée Passion Carry le Rouet



Phénomène
Physique

COCKTAIL SVP !!!



C'EST GENIAL ...

L'organisme admet les différents gaz que nous respirons dans l'air, gaz utile à la vie mais respirable dans une fourchette de pression partielle bien définie. Une pression Partielle trop forte ou trop faible peut être néfaste pour l'organisme.

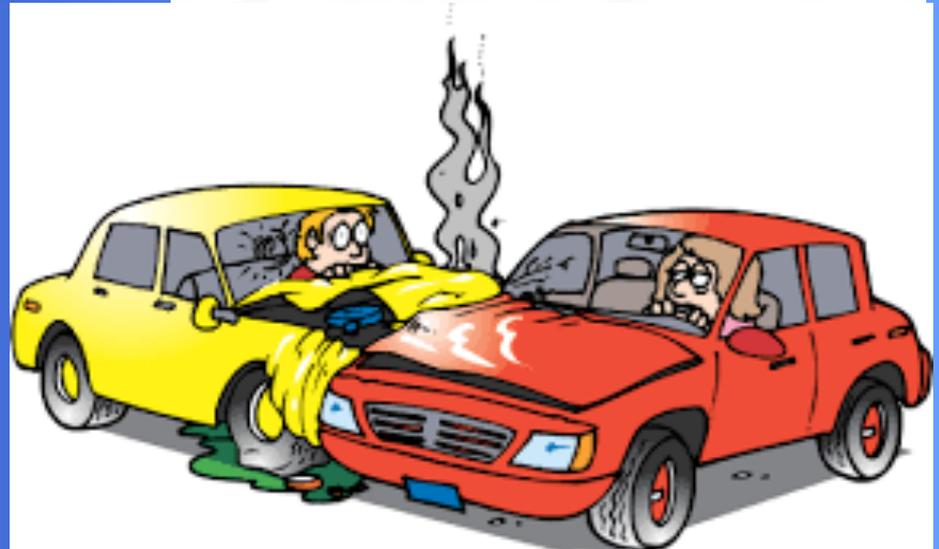
* Elaboration des seuils de tolérance de chaque gaz (par expérimentation).

- Oxygène : Plongée Sportive au mélange O₂/N₂ : 1,6 bar
Plongée militaire à l'O₂ pur : 1,6 bar,
- Azote : Plongée Sportive au mélange O₂/N₂ : 5,6 bar,
- Gaz carbonique : Plongée Sportive au mélange O₂/N₂ : 0,03 bar

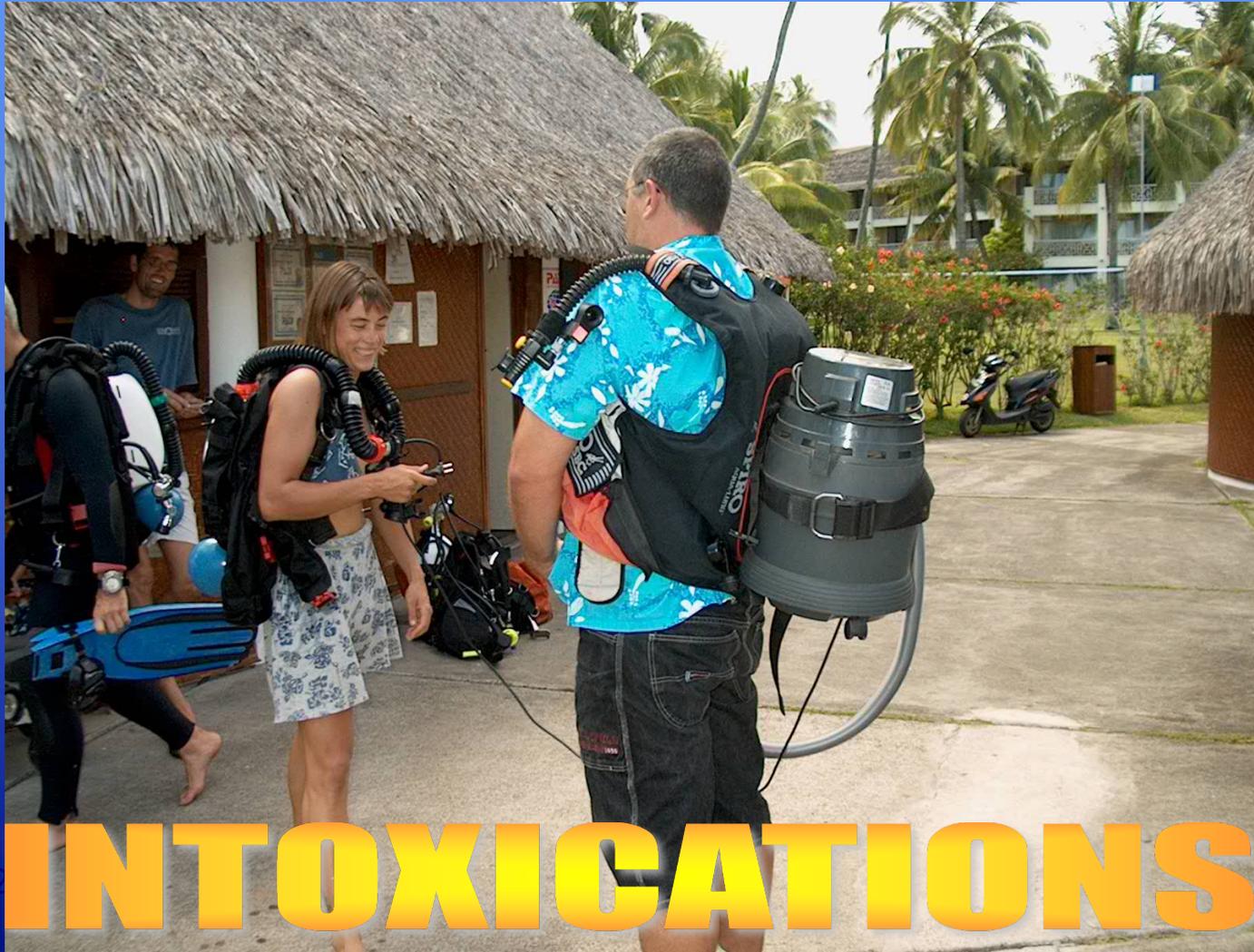
Calcul de la Pression Partielle en fonction de la Profondeur, (Elaboration des tables de Plongée).



LES MELANGES GAZEUX



- **Les Risques bio Chimiques**
- Les Risques Bio Physiques
- Les Risques du Milieu (Froid)



21/01/2

INTOXICATIONS

LES RISQUES BIO CHIMIQUE

Toxicité des Gaz

INTRODUCTION

Comme nous l'avons vu en étudiant le phénomène physique des "Mélanges gazeux", l'organisme respire, un "cocktail" composé essentiellement **d'oxygène, d'azote et de gaz carbonique** nécessaire au métabolisme. Cependant, chaque gaz, présente des effets chimiques toxiques et dangereux sur les tissus de l'organisme lorsqu'il est respiré à une pression partielle trop élevée.

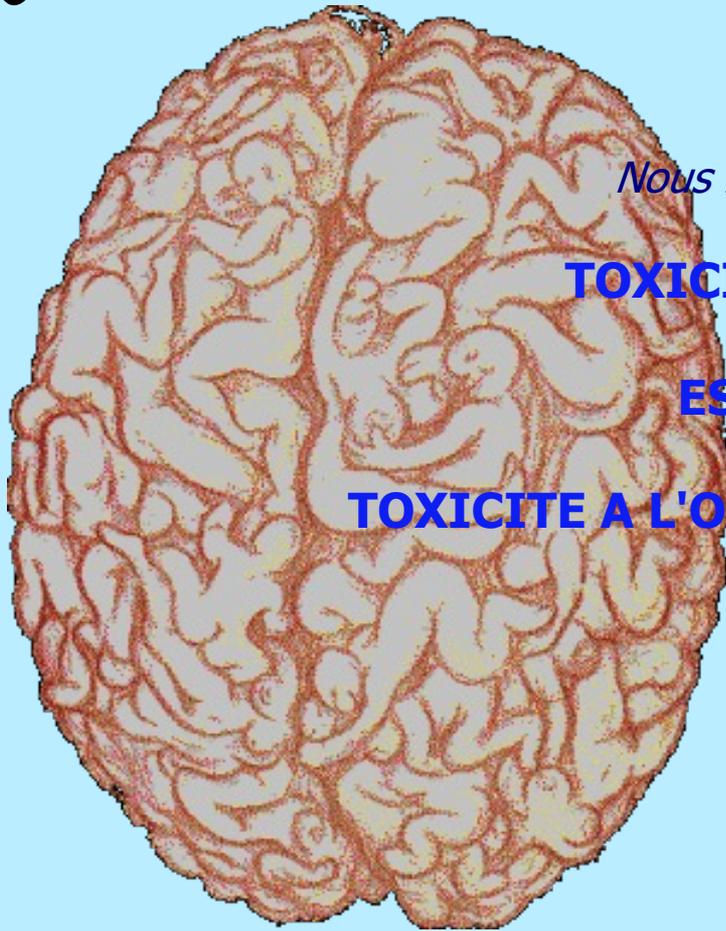
L'objectif de ce chapitre sera donc, de déterminer les seuils d'utilisation et de toxicité de chaque gaz, et surtout d'en percevoir les effets néfastes, et bien sur, l'attitude face à la situation, qui ne doit pas être perçue comme exceptionnelle, tel un accident, mais bel et bien comme une éventualité probable au cours d'une plongée, (ex : Toxicité à l'azote ou Toxicité au CO²).

La toxicité des gaz est un élément limitant de la profondeur, dont les troubles dits biochimiques sont réversibles à la remontée, quand la pression partielle du gaz décroît.

LES RISQUES BIO CHIMIQUE

Toxicité des Gaz

INTRODUCTION



Nous Etudierons dans l'ordre:

TOXICITE A L'AZOTE, (N₂),



ESSOUFFLEMENT,

TOXICITE A L'OXYGENE, (O₂), (HYPEROXIE).

MECANISME

LA NARCOSE

Intoxication à l' N_2

Connu aussi sous le nom "*d'ivresse des profondeurs ou narcose à l'azote*", la toxicité à l'azote (gaz inerte) se définit comme **un trouble du raisonnement et du comportement** du à la pression partielle importante d'azote dans l'air respiré. Celui-ci disparaît à la remontée, lorsque la pression partielle d'azote de l'air délivré par le détendeur diminue. Bien que le seuil théorique de toxicité de l'azote soit de **5,6 bar (60 mètres)**, les premiers troubles peuvent apparaître dès 30 mètres (3,2 bars).

Quoiqu'il en soit, l'apparition et l'intensité de la narcose dépend de la susceptibilité individuelle de chaque plongeur.

MECANISME

LA NARCOSE

Intoxication à l' N_2

Mode d'action de l'azote :

*Certains gaz inertes, dont l'Azote, présentent une forte solubilité dans la graisse. Lorsque la pression partielle d'azote de l'air ambiant augmente, le gaz inerte se dissout dans les couches de graisse et notamment et aussi dans les couches graisseuses entourant les cellules du système nerveux. Il en résulte alors un dysfonctionnement du Système Nerveux. L'effet biologique de cette action est la **narcose** (du grec narkê qui signifie sommeil ou même l'anesthésie). Ceci induit des troubles du raisonnement, du comportement, **et de la mémoire.***

LA NARCOSE

Intoxication a l'N2

CAUSES

PREVENTION

PSYCHOLOGIE

- Etat de fragilité psychologique,
- Présence de facteurs émotionnels,

- Vous serez soumis aux effets de la Narcose dès que vous évoluerez dans la zone 40/60m.

- Envisagez cette plongée que si vous le voulez réellement, que si vous vous sentez en confiance avec vous même et envers vos équipiers.
- Il est nécessaire de vous accoutumer progressivement à cet environnement. Ne vous surestimez pas !!!!

PHYSIOLOGIE

- Fatigue, Froid, CO2, mauvaise forme physique,
- Alcool, Drogue, ou Médicaments avant la plongée.

- Tous les éléments qui affectent les facultés nerveuses et sensibles du plongeur ont une influence sur la narcose. C'est donc le cas lors de l'absorption d'alcool, de drogue ou de médicament.

- La fatigue, le froid augmente également la susceptibilité du plongeur vis à vis la narcose, tout comme le CO2 en grande quantité.

- Prenez donc des dispositions avant et pendant la plongée pour vous affranchir des risques potentiels de la narcose (fatigue, effort, essoufflement, froid).

CAUSES

LA NARCOSE

Intoxication à l' N_2

PREVENTIONS

TECHNIQUE

- Syndrome de Privation Sensorielle
- Plongée profonde sans accoutumance
- Plongée en eau trouble
- Descente trop rapide dans le bleu

- La narcose est une atteinte des facultés nerveuses, donc des SENS.
Or l'environnement que le plongeur rencontre dans la zone des 40/60m sera propice à le priver de certains de ses repères sensoriels, à savoir la vue, (eau trouble), l'audition (exagération des sons), la thermoception (froid) etc.
- Autant il est impossible de gérer la dissolution de l' N_2 dans les cellules nerveuses et ses conséquences, autant l'accoutumance à cet environnement peut se faire lentement pour éduquer les sens et ainsi limiter les "ressentis" de la narcose.
- Vous devez être aguerris à ce type d'environnement avant la plongée. Au cas contraire, limitez la profondeur.

MATERIEL

- Mauvaise protection vestimentaire, (combinaison, cagoule, gants pas adaptés ou défectueux), pendant la plongée

- Il est impératif et nécessaire de se couvrir avant la plongée.
- Le vêtement "Sec" est particulièrement recommandé pour ce type de plongée.

LA NARCOSE

Intoxication à l' N_2

SYMPTOMES 1

- Euphorie, avec des rires et la sensation de cerveau vide,
- Dialogue intérieur avec fixation d'idées,
- Baisse de l'attention, de l'activité mentale, et du raisonnement, sentiment de puissance, et surestimation de soi,
- Diminution des capacités intellectuelles et de la mémoire immédiate,
- Ralentissement de la perception des stimuli auditifs et visuels.

CONSEQUENCES 1

- **Narcose légère, modérée**, zone des 30 mètres.

LA NARCOSE

Intoxication à l' N_2

SYMPTOMES 2

- Aggravation des symptômes précédents, plus,
- Excitation et agitation exagérées,
- Hallucination avec des sensations visuelles intenses, réverbération du son, (l'audition de sa propre respiration sur le détendeur, est perçue avec un écho,
- Impression de lévitation,
- Perte de connaissance et risques de noyade.

CONSEQUENCES 2

- **Narcose grave, sévère, zone entre 60 à 90 mètres.**

LA NARCOSE

Intoxication à l' N_2

Comment reconnaître la Narcose à l'azote ?

Ses effets sont semblables à ceux produits par l'ivresse alcoolique ou ceux ressentis au début d'une anesthésie.

Comment détecter les effets de la Narcose.

- Sur vous même : Dès lors que vous sentez vos sens altérés, des troubles de la mémoire immédiate, une sensation d'endormissement ou d'euphorie anormale, prévenez (*si c'est possible*) rapidement vos équipiers (*pour éviter que la narcose ne s'installe trop*), et remontez de quelques mètres. Les effets de la Narcose doivent s'estomper.
- Envers vos équipiers: N'hésitez pas à leur montrer le plus de choses possibles, avec un phare (*le faisceau lumineux concentre les points d'intérêts*). Observez alors l'intérêt qu'ils vous portent. Si vous avez le moindre doute quant à leur lucidité, amorcez une remontée en les invitant à vous suivre !!!!

Quelle C.A.T face à une Narcose.

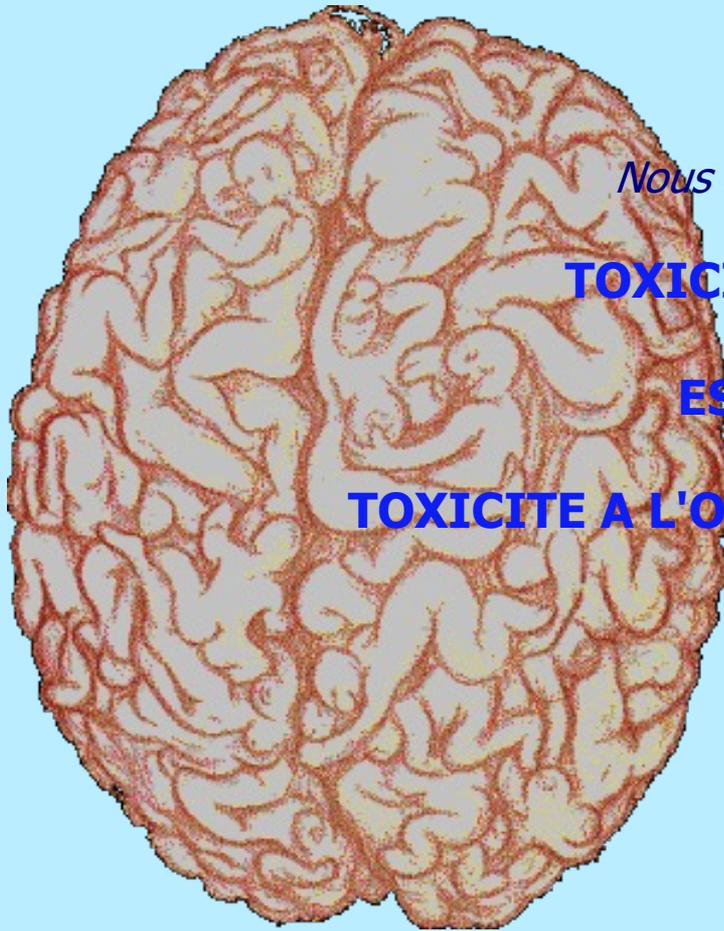
Il convient de remonter, afin de diminuer la pression partielle d'azote respirée; les symptômes régressent alors !!!



QUE FAIRE DANS L'EAU?

LES RISQUES BIO CHIMIQUE

Toxicité des Gaz



Nous Etudierons dans l'ordre:

TOXICITE A L'AZOTE, (N₂),

ESSOUFFLEMENT,

TOXICITE A L'OXYGENE, (O₂), (HYPEROXIE).



ESSOUFFLEMENT

L'Essoufflement peut se définir de différentes façons :

- Ventilation de l'espace mort anatomique,
- Augmentation de la fréquence et diminution de l'amplitude ventilatoire,
 - Ventilation haletante etc.

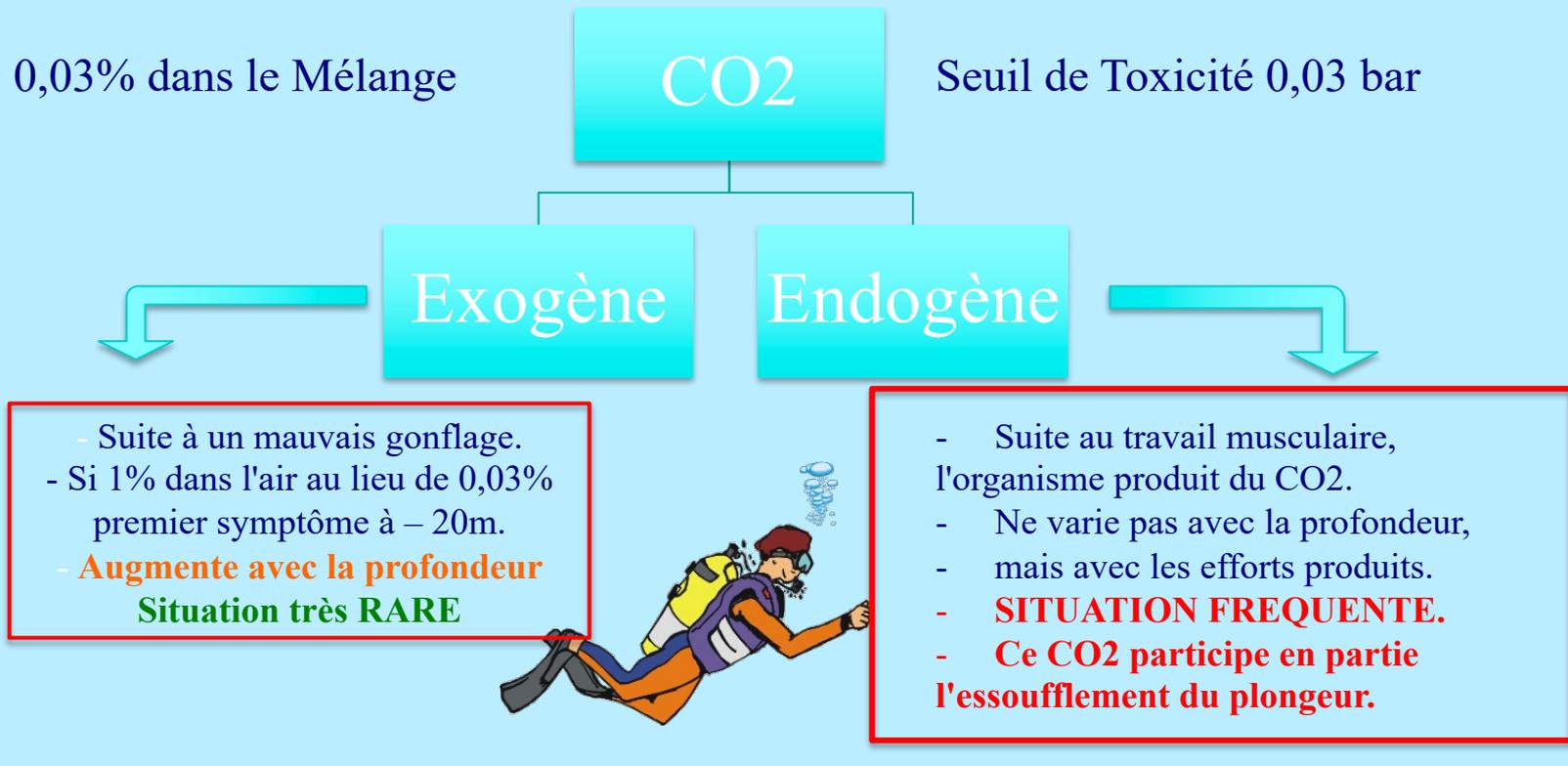
Quoiqu'il en soit, l'Essoufflement traduit l'inefficacité de la ventilation à apporter de l'air frais dans l'organisme et en extraire l'air vicié, à savoir chargé de CO₂.

Si dans la vie de tous les jours cette situation est totalement anodine, considérée comme une adaptation naturelle à l'effort, **sans aucune conséquence**, il en est totalement **différemment dans l'eau** pour plusieurs raisons :

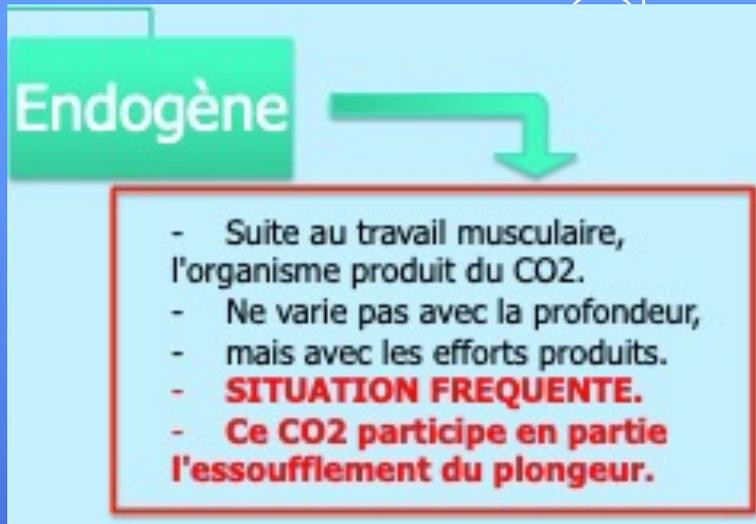
- Sur terre, l'unique facteur déclenchant sera l'effort, donc l'augmentation de CO₂ dans l'organisme, alors que dans l'eau, **les facteurs déclenchant sont multiples**.
- Notre appareil ventilatoire n'est pas adapté à la ventilation en milieu hyperbare.
- Sur terre, cette événement est quotidien, et sans aucune conséquence tandis que dans l'eau, **la finalité peut en être dramatique...**

ESSOUFFLEMENT

CO₂ nécessaire à la vie, mais point trop n'en faut...



ESSOUFFLEMENT



Donc quand nous évoquons la participation du CO₂ dans le processus déclenchant de l'Essoufflement, nous considérerons uniquement **le CO₂ Endogène**, déchet produit par l'organisme quand celui-ci consomme de l'Oxygène.

Quelles sont les différents facteurs déclenchant de l'Essoufflement ???

TRAVAIL et EFFORT MUSCULAIRE
(CO2 ENDOGENE)

MAUVAIS GONFLAGE
(CO2 EXOGENE)

LE STRESS
(HORMONES)

Inertie du Détendeur
(SPECIFICITES DU MATERIEL).

AUGMENTATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DE L'AIR.
(SPECIFICITES DU MILIEU).

LE FROID

Mécaniques Ventilatoire défaillante

ESSOUFFLEMENT

SUFFOCATION

PANIQUE

ESSOUFFLEMENT

Hypercapnie

Perte de
Connaissance

Désaturation insuffisante

Modification du pouvoir
filtrant des Poumons

NOYADE

ADD

SUFFOCATION

PANIQUE

Blocage de l'Expiration

SP

NOYADE

QUE FAIRE DANS L'EAU ?

ESSOUFFLEMENT

DANS UNE PALANQUEE AUTONOME DANS LA ZONE 40/60m.

TRAVAIL et EFFORT MUSCULAIRE
(CO2 ENDOGENE)

Attention au **lestage**, à votre **TRAINEE**, à votre stabilisation, vos appuis, palmage uniquement de propulsion, pas de trajet contre le courant, en restant vigilant sur la qualité de votre propre ventilation.

LE FROID

Dès les premières sensations de froid, regagnez une profondeur où la T° d'eau est plus chaude, à défaut abréguez votre plongée. Vêtement "SEC" nécessaire pour ce type de plongée.

LE STRESS
(HORMONES)

Plongez que si vous vous sentez bien dans votre tête et en confiance.
Si un événement Stressant pour vous intervient au cours de la plongée, prévenez votre (s) équipier (s) et rapprochez vous de la surface.

(CO2 EXOGENE)

Situation très RARE. Si vous sentez votre ventilation vous échapper même vers 10/12m lors de la descente faites surface immédiatement.

QUE FAIRE DANS L'EAU ?

ESSOUFFLEMENT

**DANS UNE PALANQUEE AUTONOME
DANS LA ZONE 40/60m.**

**AUGMENTATION DE LA MASSE
VOLUMIQUE DE L'AIR.**



- **Principal Facteur Favorisant de l'essoufflement lors de plongée profonde.**
- **A 50m, l'air devient pratiquement "Visqueux", le plongeur est "déficient ventilatoire".**
- **Soyez vigilant sur la qualité de votre ventilation et au moindre doute, gonflez immédiatement votre gilet et regagnez une profondeur moindre.**
- **N'essayez pas de perdre du temps à prévenir votre équipier si celui ne vous voit pas. Si vous vous perdez, vous vous retrouverez alors en surface.**

QUE FAIRE DANS L'EAU ?

ESSOUFFLEMENT

**DANS UNE PALANQUEE AUTONOME
DANS LA ZONE 40/60m.**

Inertie du Détendeur
*(SPECIFICITES DU
MATERIEL).*



Certains détendeurs, ne sont pas prévus pour de tels profondeurs. Opter pour une détendeur "Compensé", à défaut assurez vous que votre matériel est dans un état satisfaisant pour ce type de plongée.

Dans l'eau, au moindre doute sur la qualité de votre détendeur, prenez immédiatement l'octopus de votre Equipier et quitter immédiatement la zone

QUE FAIRE DANS L'EAU ?

ESSOUFFLEMENT

D'abord il faut détecter le début de l'essoufflement en utilisant autant que faire ce peut le **Poumon Ballast**. Tant que Vous êtes maître de votre ventilation, tout va bien. Si la Fréquence et l'amplitude ventilatoire échappent à votre volonté, **Attention danger !!!!**

Quand vous ressentez les effets de l'essoufflement, il faut immédiatement tenter de stopper tous mouvements et quitter sans attendre la zone dans laquelle vous vous situez et vous rapprocher de la surface, assisté en la circonstance par votre équipier si besoin est.

Dès le début de la remontée, vous vous sentirez mieux, mais il ne faudra pas préjuger pour autant de ce retour apparent à la normale pour continuer l'immersion. La plongée doit se terminer !!!

En effet, cette situation peut être un facteur potentialisateur dans la venue d'autres accidents de plongée, (narcose, ADD...).

QUE FAIRE DANS L'EAU ?

ESSOUFFLEMENT

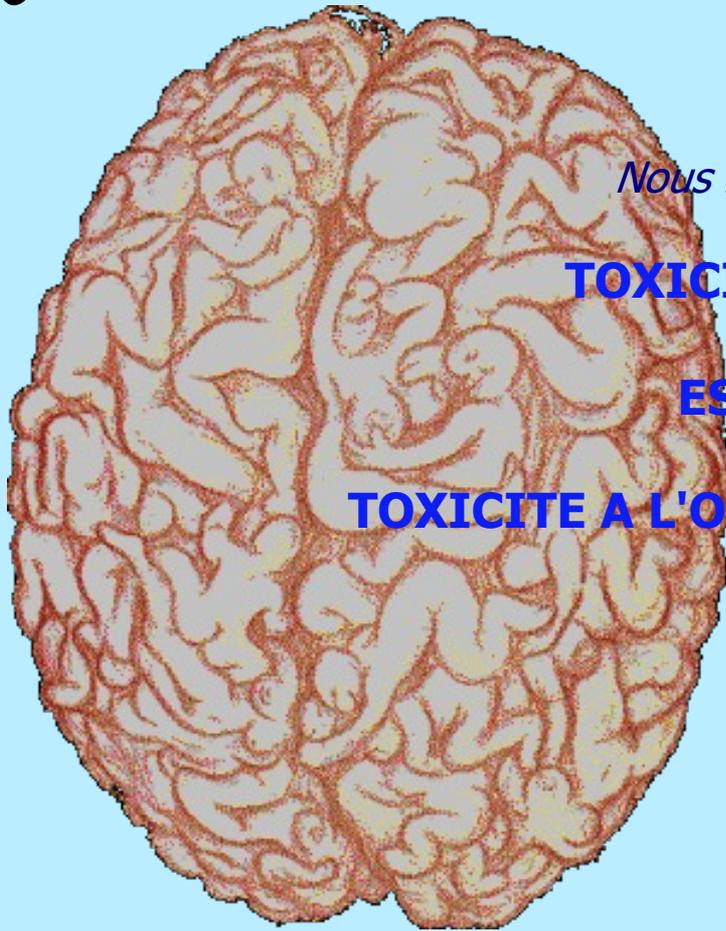
Si votre équipier se trouve en état d'Essoufflement et vous demande de l'aider, il faut **IMMEDIATEMENT** regagner la surface en l'assistant.



LES RISQUES BIO CHIMIQUE

Toxicité des Gaz

INTRODUCTION



Nous Etudierons dans l'ordre:

TOXICITE A L'AZOTE, (N₂),

ESSOUFFLEMENT,

TOXICITE A L'OXYGENE, (O₂), (HYPEROXIE)



TOXICITE DE L'OXYGENE

L'OXYGENE est nécessaire à la vie, mais là encore point trop n'en faut...

20% dans le Mélange

O₂

Seuil de Toxicité 1,6 bar

Neuro Toxicité

Toxicité
Pulmonaire



TOXICITE A L'OXYGENE

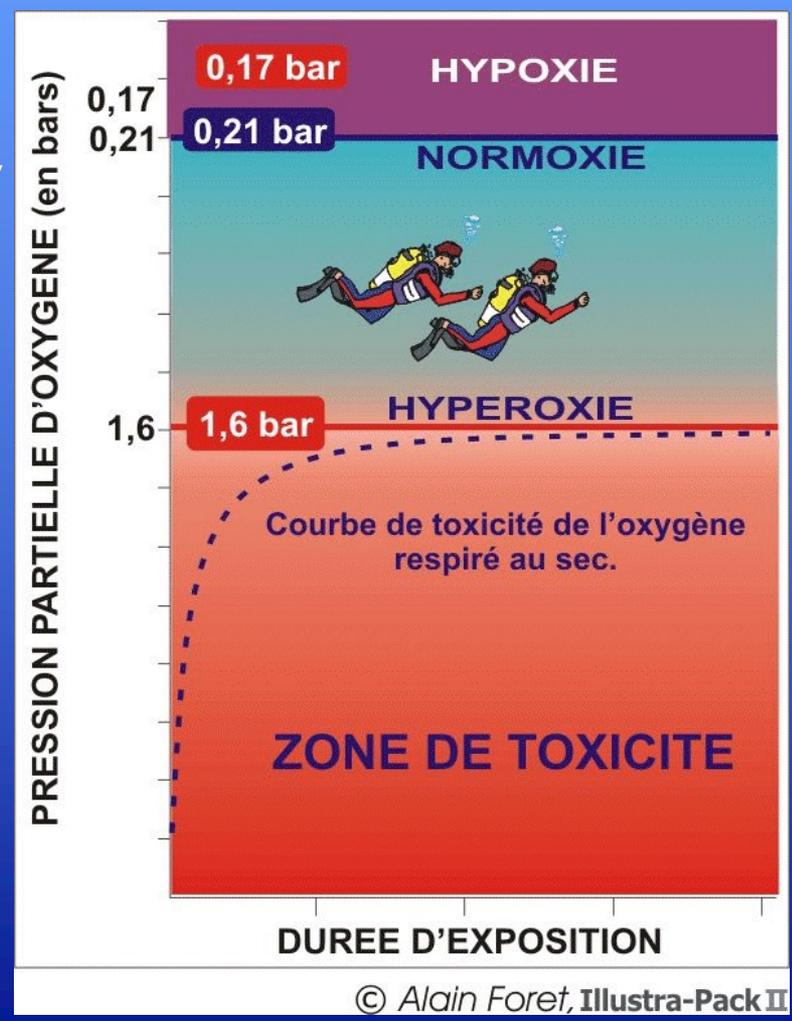
Intoxication à l'O2

INTRODUCTION

Respiré à des pressions élevées, l'oxygène a des effets toxiques sur le système nerveux "effet Paul BERT" et sur l'appareil pulmonaire, "effet Lorrain SMITH".

Ce Phénomène, est d'autant plus d'actualité depuis l'avènement du NITROX dans le paysage de la plongée loisir.

Ce Phénomène, évoqué ici mais développé surtout lors de la formation NITROX.



© Alain Foret, Illustra-Pack II

Les sites pour la toxicité oxygène



**Les
Poumons**

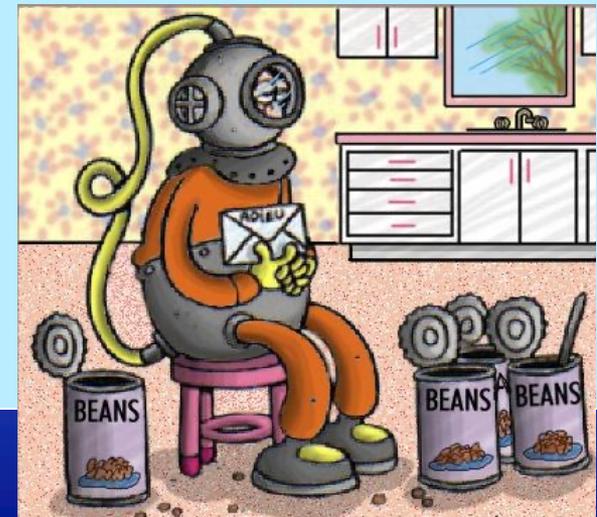
TOXICITE PULMONAIRE

Intoxication à l'O₂

MECANISME

Dans les années 70, le Docteur CJ LAMBERTSEN alors patron du laboratoire (Institute for Environmental Médecine) à Philadelphie, publie de nombreux papiers sur la Toxicité de l'Oxygène.

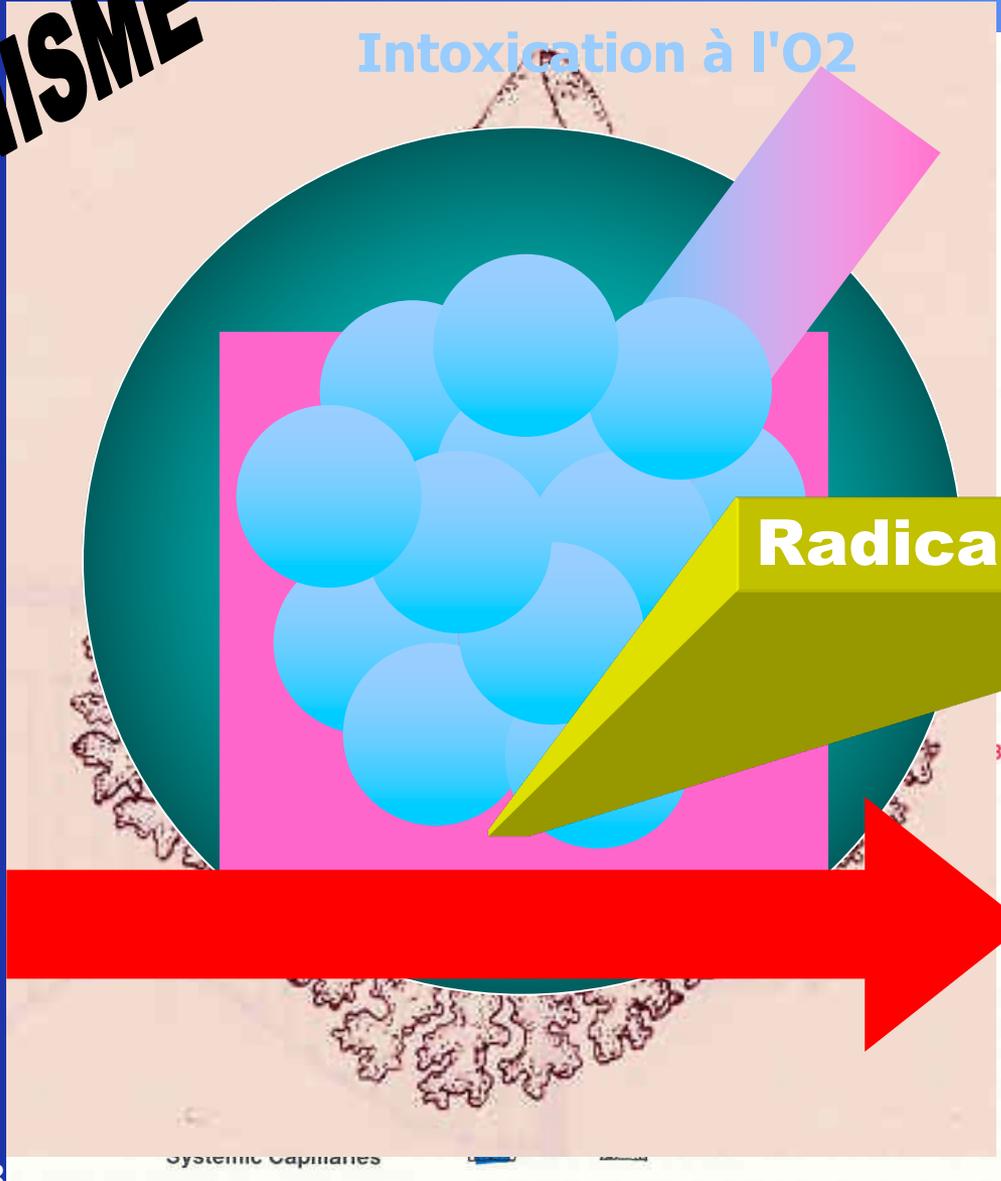
Il démontre notamment que lors d'exposition prolongée à de fortes pressions d'O₂, les sujets ont du mal à déployer leurs alvéoles pulmonaires et donc voient leur capacité vitale diminuer.



TOXICITE PULMONAIRE

MECANISME

Intoxication à l'O₂



Radicaux libres

[Infos IANTD](#)

21/01/2023

plongee-passion.com

TOXICITE PULMONAIRE

Intoxication à l'O2

CAUSES

PREVENTIONS

PSYCHOLOGIQUE

Néant

PHYSIOLOGIQUE

Susceptibilité individuelle à l'oxygène,
Faiblesse des agents Anti Radicaux libres.

TOXICITE PULMONAIRE

Intoxication à l'O₂

CAUSES

PREVENTIONS

TECHNIQUE

- Durée d'exposition trop longue à des doses trop importantes.
- Méconnaissance des moyens de calcul des doses max admissibles en fonction de la profondeur.

- Dans la plongée Loisir, il est improbable de se retrouver confronté à ce type de situation. En effet les temps d'exposition nécessaire à l'apparition des premiers symptômes sont trop longs

MATERIEL

TOXICITE PULMONAIRE

Intoxication à l'O₂

SYMPTOMES

**Irritation au niveau du Sternum,
Toux sèches,
Douleurs en Inspiration forcée,
Diminution de la capacité ventilatoire des Alvéoles.**

Si + d' exposition, cela peut entraîner des effets irréversibles pouvant aller jusqu' à l' Œdème ou l' Hémorragie alvéolaire.

CONSEQUENCES

ATTEINTE ALVEOLAIRE
Effet LORRAIN SMITH

Les sites pour la toxicité oxygène



**Le
cerveau**

TOXICITE NEUROLOGIQUE

Intoxication à l'O₂

MECANISME

La toxicité Neurologique de l'oxygène se manifeste à partir d'une pression partielle de 1,6 bar. Les cellules nerveuses et musculaires sont alors touchées en priorité.

La combat entre les Radicaux libres et les agents Anti Radicaux libres provoquent des dommages collatéraux notamment au niveaux des cellules Nerveuses du cerveaux.



TOXICITE NEUROLOGIQUE

Intoxication à H_2O_2

CAUSES

PREVENTIONS

PSYCHOLOGIQUE

PHYSIOLOGIQUE

- Effort,
- Faiblesse et dégâts causés par les agents Anti Radicaux libres.

TOXICITE NEUROLOGIQUE

Intoxication à l'O₂

CAUSES

PREVENTIONS

TECHNIQUE

- Durée d'exposition trop longue à des doses trop importantes.
- Méconnaissance des moyens de calcul des doses max admissibles en fonction de la profondeur.

MATERIEL

POUR INFORMATION:

- Si utilisation de mélanges suroxygénés, attention de bien connaître le % en O₂ du mélange et de ne surtout pas dépasser la Profondeur plancher à ne pas dépasser.
- **Il est nécessaire de suivre le "CNS Clock" de votre ordinateur. Il ne doit pas dépasser les 100%.**

TOXICITE NEUROLIQUE

Intoxication à l'O₂

SYMPTOMES

**Troubles de l'Equilibre, (Nausées),
-Troubles Auditifs, (Bourdonnements),
Troubles Visuels, (Visions en tunnel),
Troubles Moteurs, (contraction
musculaires (lèvres)).**



**Il s'agit là d'atteintes Cérébrales donc les
Symptômes neurologiques vont de la simple
angoisse à la convulsion**

CONSEQUENCES

Convulsion cérébrale avec risque de Noyade évidente.
Crise convulsive de type "Epileptique"

TOXICITE NEUROLIQUE

Intoxication à l'O₂

SYMPTOMES

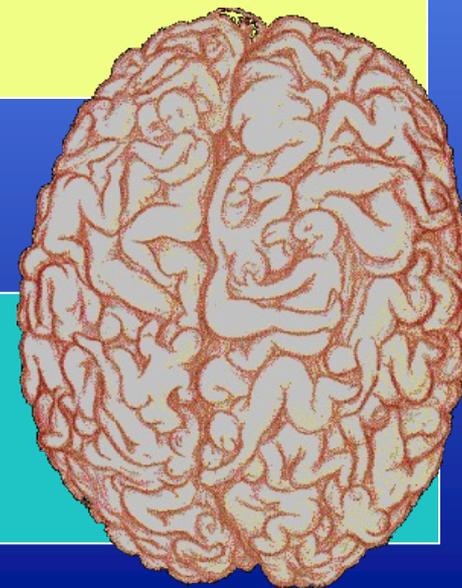
**Troubles de l' Equilibre, (Nausées),
-Troubles Auditifs, (Bourdonnements),
Troubles Visuels, (Visions en tunnel),
Troubles Moteurs, (contraction
musculaires (lèvres)).**

**Il s'agit là d'atteintes Cérébrales donc les
Symptômes neurologiques vont de la simple
angoisse à la convulsion**



CONSEQUENCES

Convulsion cérébrale avec risque de Noyade évidente.
Crise convulsive de type "Epileptique"



Bibliographie "Toxicité des gaz" :

Philip FOSTER (La plongée sous-marine à l'air),

SCIARLI et FRUCTUS, La plongée),

BROUSSOLLE, (Physiologie et Médecine de la plongée),

CTR Ile de France, (Théorie et Plongée).

Photos et animation JP Imbert

Support illustra Pack A



LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

MAIS OU EST PASSE L'AZOTE ?

Phénomène Physique

3 juillet 18... 21 h 30

4 juillet 18... 9 h 30

Couvercle mobile chargé

Étanchéité

Azote

Eau

Navigation arrows: ◀ ▶

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

MAIS OU EST PASSE L'AZOTE ?

Phénomène Physique

La quantité de gaz (azote) dissous dans un liquide (notre organisme), est proportionnelle à la pression partielle exercée par ce gaz sur ce liquide.

Gaz

Contact

Liquide

Gaz dissous dans le liquide

Pression P_p : pression partielle exercée par le gaz à l'état libre

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

MAIS OU EST PASSE L'AZOTE ?

Phénomène Physique

Les facteurs qui déterminent la solubilité d'un gaz dans un liquide :

- Nature du Gaz,
- Nature du Liquide,
- Surface de Contact,
- Température.

Pression,
Durée,
Agitation

Gaz

Surface contact

Liquide

Gaz dissous dans le liquide

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

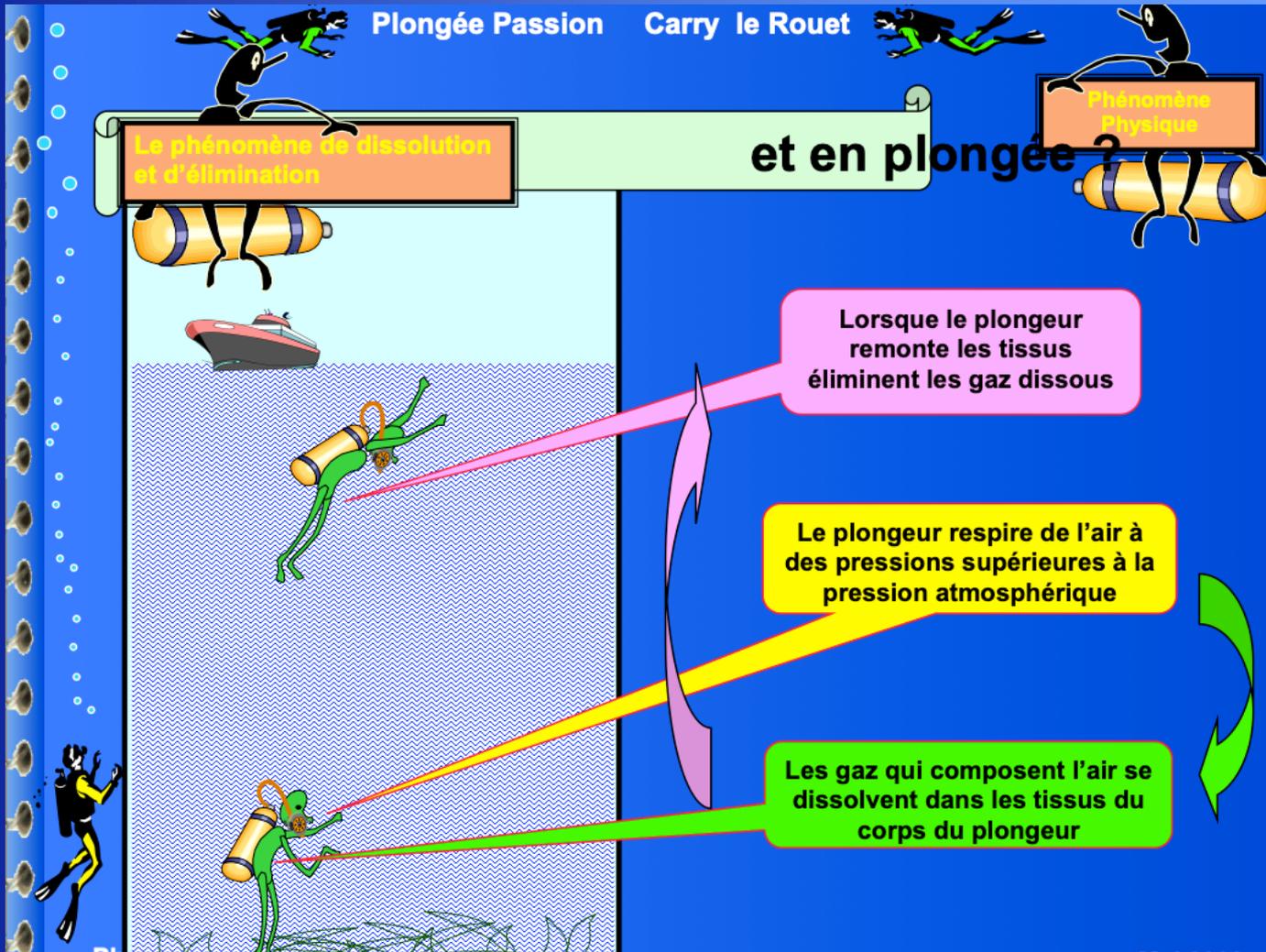
Dissolution et élimination

Phénomène
Physique

Pour vous plongeur, la vitesse de dissolution ou d'élimination d'un gaz par un liquide est fonction des facteurs de solubilité :

- La Nature du Liquide, (Notre Organisme),
- La Nature du Gaz, (l'Azote),
- La surface de Contact, (Notre Surface Alvéolaire),
- La Température, (37°)
- la pression partielle à l'interface, (La Profondeur de notre Plongée),
- Le temps d'Exposition, (Durée de la Plongée),
- L'Agitation, (L'effort durant la Plongée).

LA DISSOLUTION



LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

Dissolution et élimination

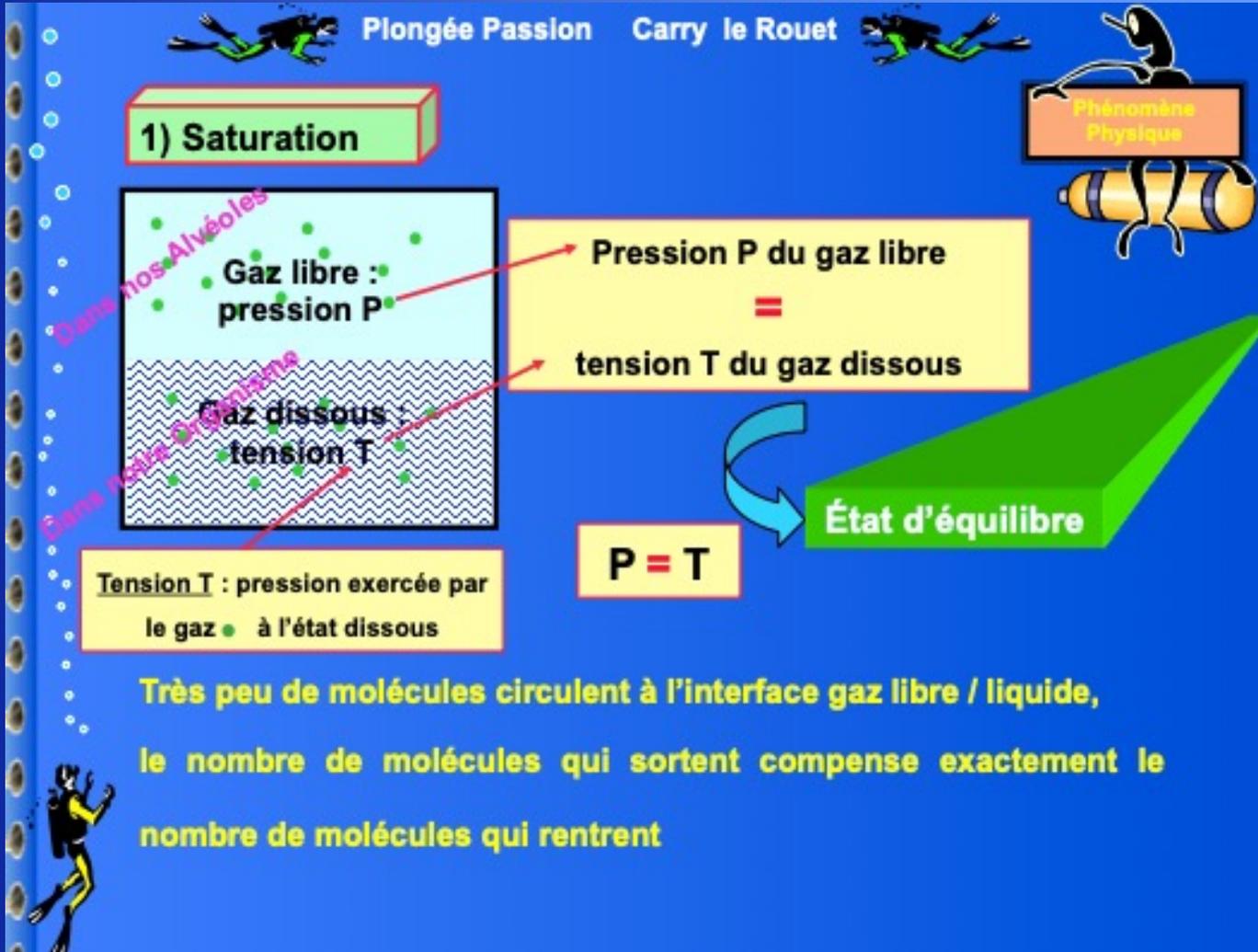
Phénomène Physique

L'état du couple gaz / liquide est instable lorsqu'il existe une différence de pression entre le gaz libre, (dans nos alvéoles) et le gaz dissous, (dans notre organisme).

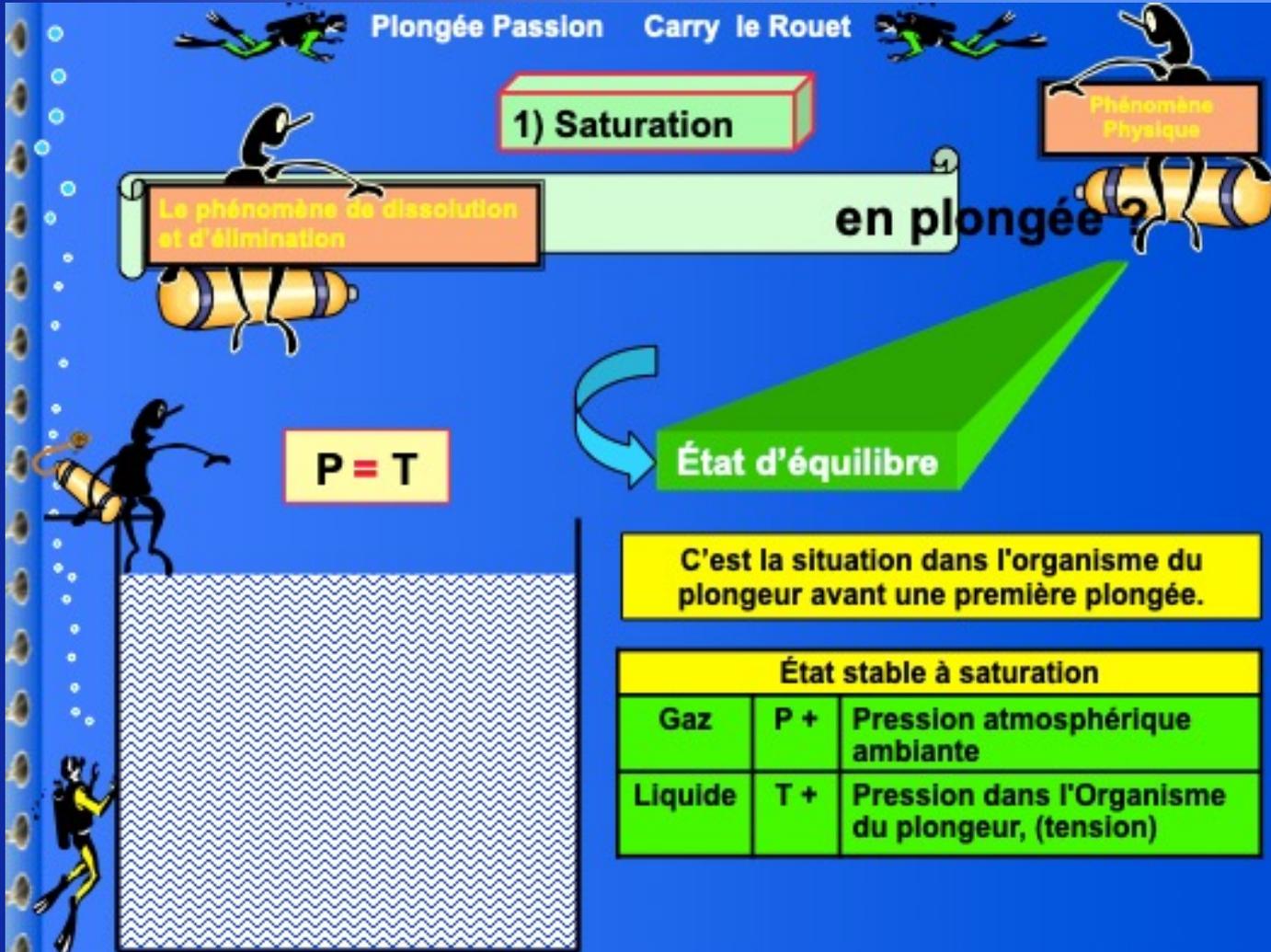
La différence de pression provoque un passage des molécules de gaz de la pression la plus haute vers la pression la plus basse.

Quatre situations se présentent

LA DISSOLUTION



LA DISSOLUTION



LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

Phénomène Physique

2) Sous saturation

Pression P du gaz libre
 $>$
tension p du gaz dissous

$P > T$

État de déséquilibre

Gaz libre : pression P

Gaz dissous : tension T

Des molécules de gaz libre passent dans le liquide.
La vitesse de passage du gaz est grand tant que le déséquilibre est important. Au fur et à mesure que la quantité de gaz dissous augmente, la vitesse de passage diminue et s'annule lorsque P est de nouveau égal à T .

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

2) Sous saturation

Phénomène Physique

Le phénomène de dissolution et d'élimination en plongée

État de déséquilibre

C'est la situation dans l'organisme du plongeur pendant la descente

État instable en sous saturation

| | | |
|---------|-------|-----------------------------------------------|
| Gaz | P +++ | Pression délivrée par le détendeur (ambiante) |
| Liquide | T ++ | Pression dans les tissus du corps du plongeur |

$P > T$

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

3) Sur saturation

Phénomène Physique

Pression P du gaz libre
<
tension p du gaz dissous

$P < T$

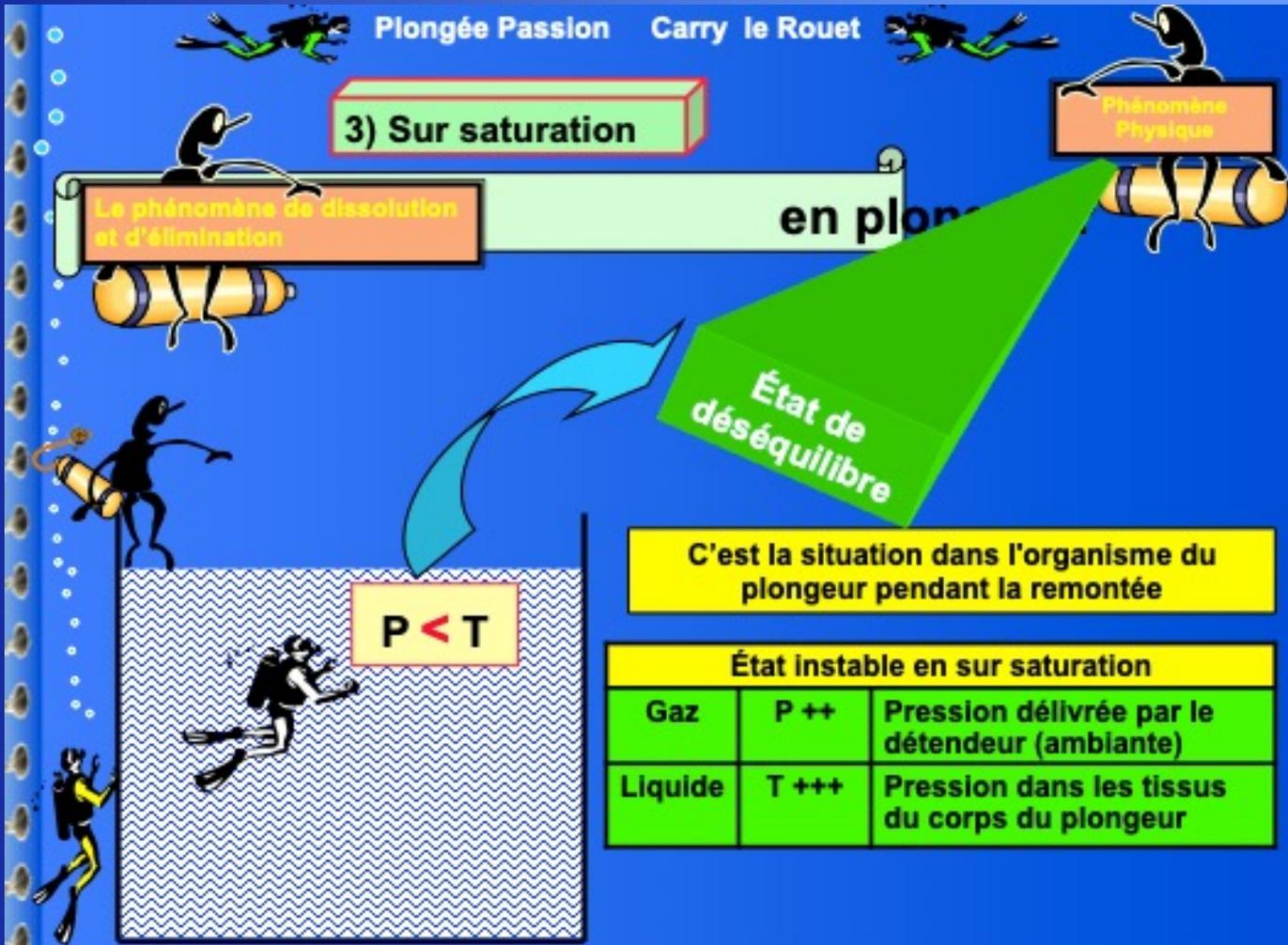
État de déséquilibre

Gaz libre : pression P

Gaz dissous : tension T

Des molécules de gaz libre passent du liquide vers le gaz.
La vitesse de passage des molécules de gaz dans le liquide est grande tant que le déséquilibre est important. Au fur et à mesure que la pression du gaz libre augmente, la vitesse d'élimination diminue et s'annule lorsque $P = T$

LA DISSOLUTION



LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

4) Sur saturation critique

Le phénomène de dissolution et d'élimination en plongée ?

Phénomène Physique

État de déséquilibre critique

C'est la situation dans l'organisme du plongeur lorsque la différence entre P et T est **trop importante**

État instable en Sur Saturation Critique : il y a risque de formation de bulles de gaz dans les tissus de l'organisme

| | | |
|---------|------|-----------------------------------------------|
| Gaz | P + | Pression délivrée par le détenteur (ambiante) |
| Liquide | T ++ | Pression dans les tissus du corps du plongeur |

LA DISSOLUTION



Plongée Passion

Carry le Rouet



LA SURSATURATION CRITIQUE

*Tension 2 fois Supérieure à la
Pression*

Pression

+

Tension

+

+

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

Phénomène critique

LA SURSATURATION CRITIQUE

Tension T_o plus Supérieure à la Pression

RISQUE D'ACCIDENT DE DESATURATION

Pression

Tension



The diagram shows a rectangular container. The top portion is white and contains a white plus sign (+). The bottom portion is blue and contains two red plus signs (+), one on the left and one on the right.

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

MAIS OU EST PASSE L'AZOTE ???

Phénomène Physique

YOUPIII C'EST GENIAL

Elaboration des Moyens de Désaturation pour prévenir les Accidents de DESATURATION

The collage features several elements: a diver in a green and black suit at the top left; a yellow and black scuba tank at the top right; a green thumbs-up icon in the center; a yellow and red 'ATTENTION!' warning sign on the left; a document with a table on the bottom left; and a dive computer on the bottom right. The background is blue with white bubbles and a vertical strip of bubbles on the left side.

LA DISSOLUTION

Plongée Passion Carry le Rouet

Le phénomène de dissolution et d'élimination

CONCLUSION !

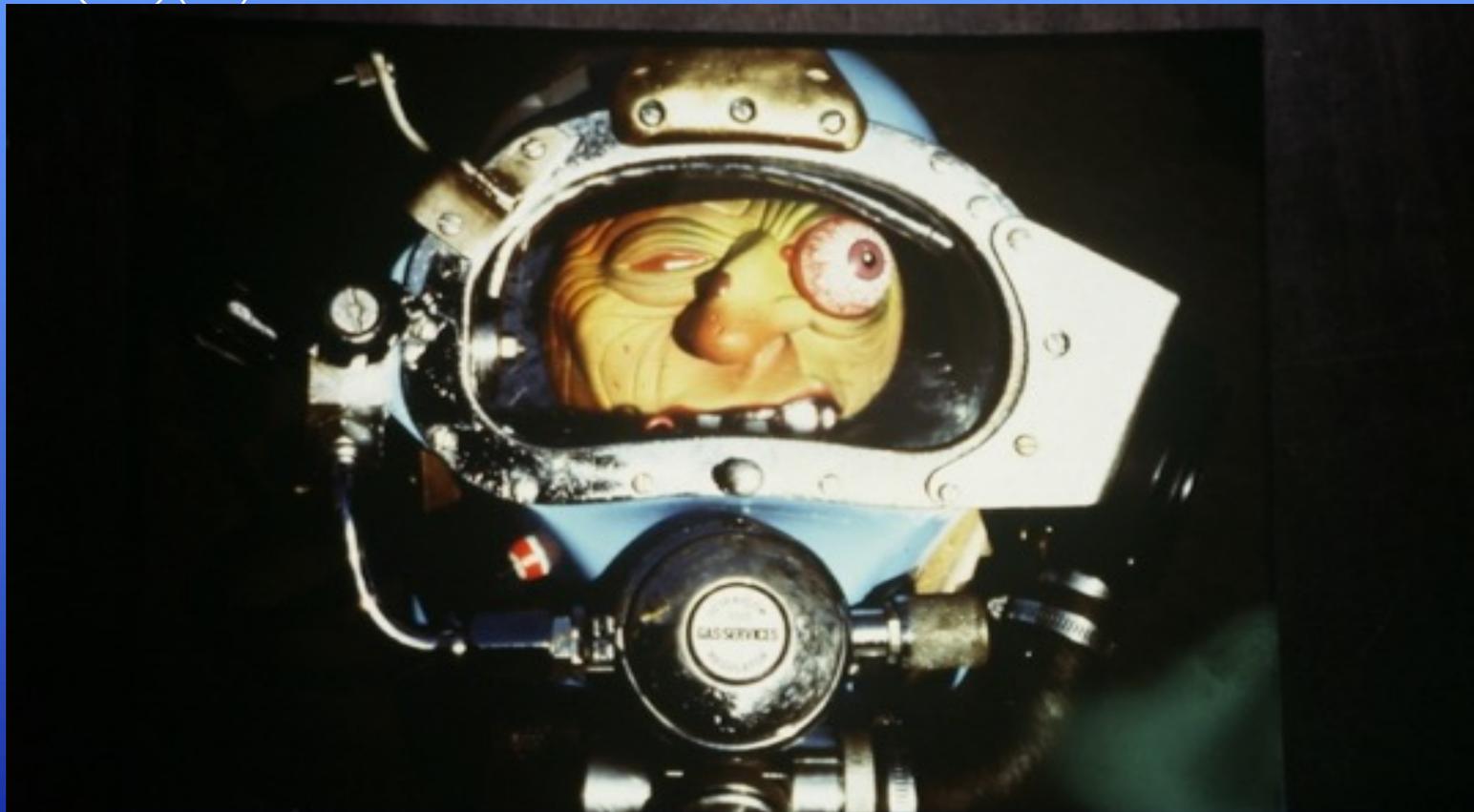
En plongée, l'azote se dissous dans l'organisme du plongeur : **processus de dissolution**

Pendant la remontée et après la plongée, les liquides et les tissus humains vont éliminer l'azote dissous : **processus d'élimination**

Le **processus d'élimination** nécessite des précautions particulières qui ont pour objectif de prévenir les accidents de désaturation (ADD)

The diagram is set against a blue background representing water. At the top, two divers are shown swimming. Below them, a large light blue box contains text. On the left, a diver is shown at depth with a fish nearby. A blue arrow points from the fish towards the diver, indicating the process of nitrogen dissolution. On the right, a diver is shown ascending towards the surface. A large blue arrow points upwards from the diver, indicating the process of nitrogen elimination. The text is written in black and yellow, with key terms highlighted in yellow. The word 'CONCLUSION !' is written in large, bold, black letters. The overall scene is framed by a dark blue border with white circles.

- **Les Risques bio Physiques**
- Les Risques du Milieu (Froid)



LES RISQUES DE DESATURATION

LA DISSOLUTION





LA DISSOLUTION



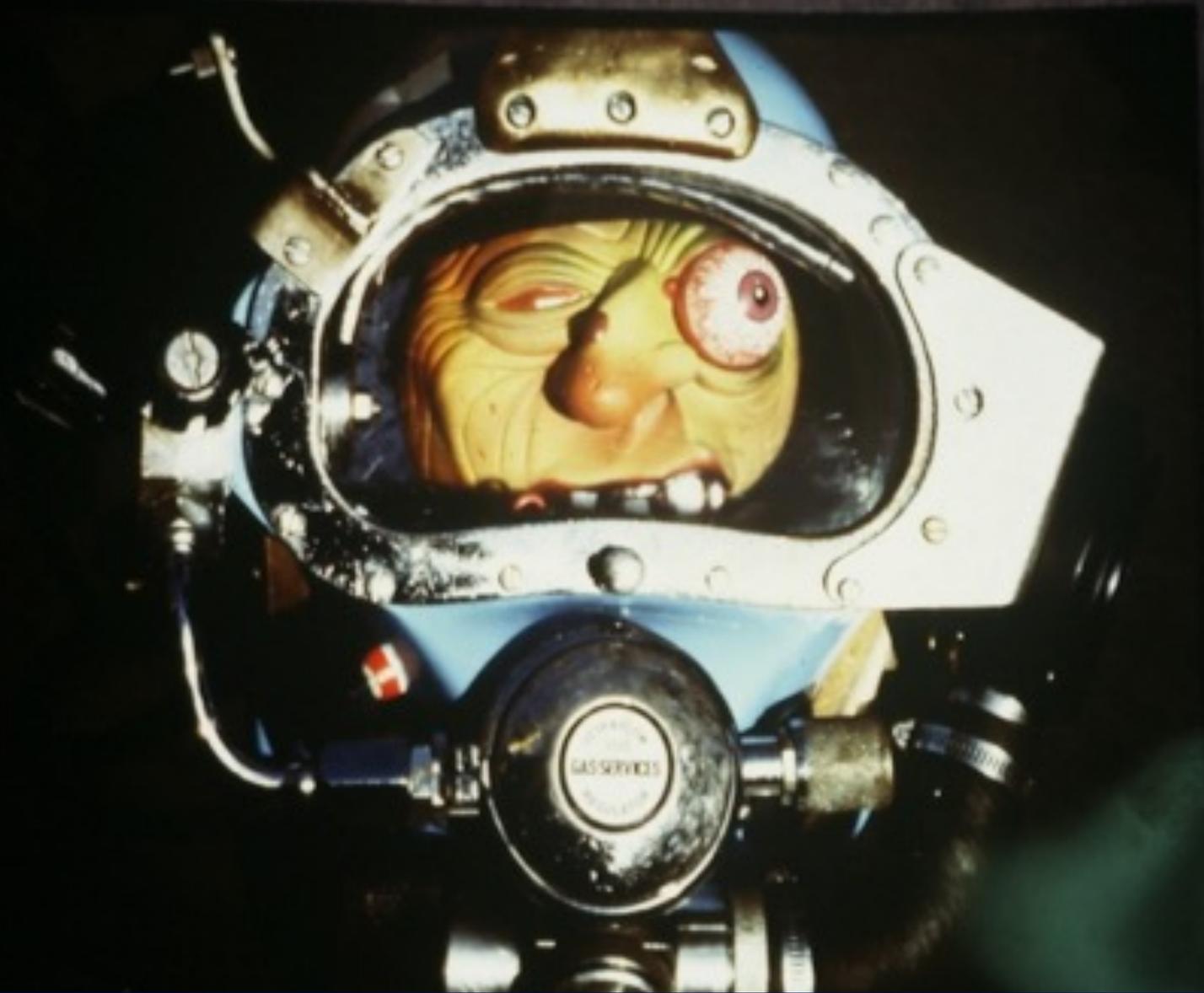
ACCIDENT DE DESATURATION



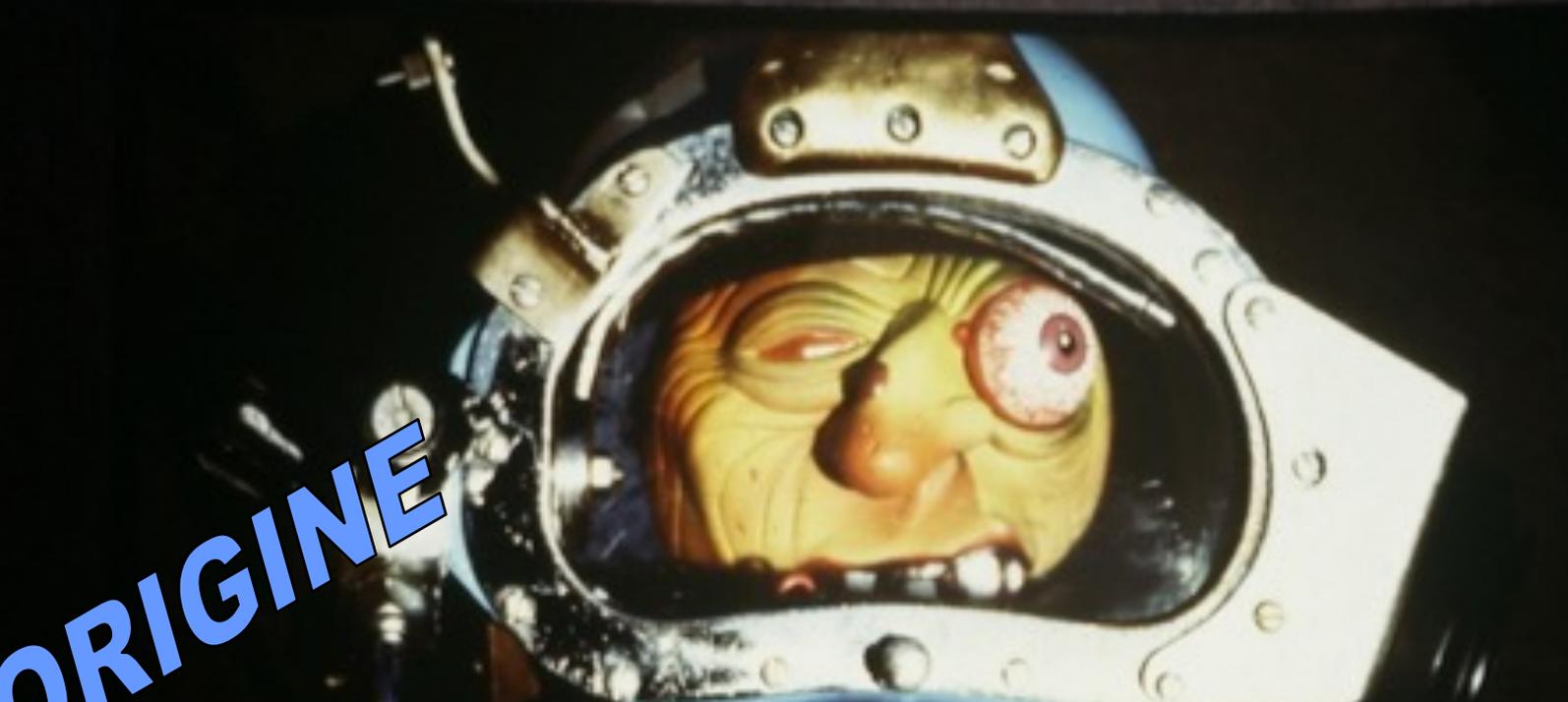
ADD

pour les intimes

Plongée Passion Carry



LES RISQUES DE DESATURATION



ORIGINE

Au cours de la plongée, votre organisme a dissout une quantité importante d'azote. En fin de plongée, cette Azote devra être restitué par la respiration pour que sa Tension ne soit pas 2 fois supérieur à la valeur de la Pression d'azote dans vos poumons, (*cf Dissolution des gaz en milieu liquide*). Dès lors, quelles éléments peuvent venir contrarier ce phénomène d'élimination.

LES RISQUES DE DESATURATION

LES RISQUES DE DESATURATION

PSYCHOLOGIQUE

- Stress.

L'angoisse, l'inquiétude, le manque de confiance en soi, peut faire augmenter votre Fréquence Cardiaque, donc ventilatoire.

PHYSIOLOGIQUE

- Essoufflement, froid, agitation, travail musculaire, pendant la plongée,
- Méforme physique, fatigue générale avant la plongée,
- Consommation d'alcool,
- Valsalva à la remontée,
- Malformation (Foramen ovale),
- Altitude après plongée.

- Evitez toutes situations susceptibles de voir votre ventilation augmenter
- En cas de fatigue, évitez strictement la plongée profonde au delà de 40m.
- Attention à la prise d'alcool, qui peut perturber l'élimination de l'azote
- **Attention pas de Valsalva ou tout effort "Glotte Bloquée" après la plongée,**
- Evitez un environnement où la pression ambiante pourrait être inférieure à 1bar.

LES RISQUES DE DESATURATION

CAUSES

PREVENTIONS

TECHNIQUE

- Profils à risque type "Yoyo"
 - Méconnaissance de l'utilisation de votre ordinateur
 - Remontée à la mauvaise vitesse, (trop vite)
 - Mauvaise stabilisation lors du maintien du palier
- Plongée successive avec intervalle surface rapproché

MATERIEL

- Manque de précision du capteur de pression, de votre ordinateur.

- Attention, évitez les montées/descentes durant la plongée
- Prenez le temps de lire la notice de votre ordinateur
- Respecter la vitesse de remontée de votre ordinateur et éviter les petits Yoyo proche de la surface
- Pour tenir la bonne profondeur de votre palier, maintenez vous à la profondeur ou gilet vide vous êtes correctement stabilisé
- Ne pas se ré immerger quelque soit la raison après le retour en surface
- Mettre le plus de temps possible entre 2 plongées. Votre DP en sera garant
- Pas plus de 2 plongées max par jour.
- Attention aux anciens ordinateurs qui manqueraient de précision. Ne pas hésiter à choisir un ordinateur récent.



LES 4 PILIERS DE LA PRÉVENTION

Source A. FORET

PRÉVENTION DES RISQUES

ADD : LES 4 PILIERS DE LA PRÉVENTION

1

RESPECTER
LE PROTOCOLE

(profondeur et
durée des paliers
obligatoires)

2

PRENDRE EN
COMPTE LES
FACTEURS
INDIVIDUELS
DE RISQUE

3

ÉVITER LES
PROFILS À RISQUE

4

ÉVITER LES
COMPORTEMENTS
À RISQUE

A graphic with the word "ATTENTION!" in bold, red, stylized letters inside a blue and white jagged speech bubble shape.

LES ENJEUX DE LA PREVENTION

Pourquoi les plongées successives rapprochées ou les consécutives sont-elles considérées comme dangereuses ?

(A.FORET)

L'étude de DAN Europe sur le sujet (projet Safe Dive) a montré que la quantité de bulles détectables par effet Doppler était près de deux fois plus importante dans le cadre de plongées successives que pour des plongées unitaires. Afin de limiter ce phénomène, il est recommandé de respecter un délai d'au moins **3 ou 4 heures entre deux plongées** (BONNIN J.-P. et coll., La plongée sous-marine sportive, Masson, 1999).

Généralement, il est conseillé de ne pas effectuer plus de 2 plongées par 24 heures, avec une pause tous les 6 ou 7 jours. Cependant, l'utilisation désormais généralisée des ordinateurs et le développement du tourisme sur de courtes périodes (1 à 2 semaines) font que les pratiquants souhaitent plonger 3 ou 4 fois par jour, afin de profiter pleinement de leurs vacances.

Face à cette réalité, rappelons qu'un ordinateur calcule un profil de désaturation à partir d'un modèle mathématique valable pour 2 plongées par 24 h, successives ou non. Au-delà, un ordinateur effectue tout de même les calculs mais rien n'indique actuellement que les données affichées sont fiables. Dans ces conditions, l'emploi d'un ordinateur ne dispense pas de respecter la « règle des 2 plongées par jour ».

LA DISSOLUTION



*Important
A savoir!*

ATTENTION.

© canichensurfer.wordpress.com

RAPPEL



IMPORTANT



LA DISSOLUTION

POUR PREVENIR L'ADD :

- Savoir lire/INTERPRETER les infos sur votre Ordinateur,
- **IL EST IMPERATIF DE PLANIFIER LA PLONGEE AVEC VOTRE (S) EQUIPIER (S), EN UTILISANT LA "DTR"**
- Bien planifier la Communication pour la Désaturation,
 - Bien planifier le stock d'air pour bien favoriser l'élimination d'azote en fin de plongée,
 - Ajustez au mieux le lestage,
 - Pas d'effort durant la plongée, (Palmage/Stabilisation/Appuis...),
 - Profil rectiligne, (pas de Yoyo),
 - Si "Froid" plongée terminée,



LA DISSOLUTION

POUR PREVENIR L'ADD :

- Savoir lire/INTERPRETER les infos sur votre Ordinateur,
- **IL EST IMPERATIF DE PLANIFIER LA PLONGEE AVEC VOTRE (S) EQUIPIER (S), EN UTILISANT LA "DTR"**
- Bien planifier la Communication pour la Désaturation,
 - Bien planifier le stock d'air pour bien favoriser l'élimination d'azote en fin de plongée,
 - Ajustez au mieux le lestage,
 - Pas d'effort durant la plongée, (Palmage/Stabilisation/Appuis...),
 - Profil rectiligne, (pas de Yoyo),
 - Si "Froid" plongée terminée,



Important
A savoir!

ATTENTION

LA DISSOLUTION

POUR PREVENIR L'ADD :

- En fin de plongée, remontée lente à la vitesse de votre ordinateur,
- Arrivée en surface, pas de ré-immersion immédiate, pas d'effort "glotte bloquée" (remontée à l'échelle, portage de blocs, remonter le mouillage etc.),
- Mettre le maximum de temps entre les 2 plongées de la journée.

"PAS PLUS DE 2 PLONGEES/JOUR" surtout après une plongée au delà de 40m.



LA DISSOLUTION

**AU BAR DES PLONGEURS LE PALIER DE SECURITE DE 3mn / 3m
NE FAIT PLUS RECETTE !!!**

Explications: (A. DELMAS Guide Impertinent de la Plongée)

Ce célèbre "Palier de Sécurité" est souvent pris comme garde fou contre tous les excès, (*palier rédempteur de tous les abus*). Mais si quelques entorses ont été réalisées durant la plongée, les effets de ce palier supplémentaires en seront limités.

- **En réalité, mieux vaut tout mettre en œuvre pour éviter les problèmes plutôt que d'essayer d'en traiter les conséquences.**
- **Quand la procédure de remontée est fidèle aux besoins, il n'est pas nécessaire de prolonger le séjour à 3m.**
- **La plupart des ADD actuels, n'ont pas pour origine le non-respect d'un palier, mais bien celui de la vitesse de remontée.**

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD BENINS

- Démangeaisons, Sensations de piqûres ou de brûlures.

- Eruption cutanée évoquant une urticaire, (moins douloureux).

- Douleur lancinante, sensation d'arrachement des membres. . .

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD BENINS

- PUCES

- Eruption cutanée évoquant une urticaire, (moins douloureux).

- Douleur lancinante, sensation d'arrachement des membres. . .

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD BENINS

CONSEQUENCES
SYMPTOMES

CONSEQUENCES
SYMPTOMES

SYMPTOMES

- MOUTONS

- MOUTONS

- Douleur lancinante, sensation d'arrachement des membres. . .

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD BENINS

CONSEQUENCES
SYNDROMES

CONSEQUENCES
SYNDROMES

CONSEQUENCES
SYNDROMES

- JUCES

- MOITONS

Le Bend, (du verbe " to bend " qui signifie "courber" comme l'étaient les ouvriers grecs qui réalisaient des travaux portuaires)

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD GRAVES

SYMPTOMES

- Douleurs au niveau des "Lombaires" en coup de poignard,
- Sensations de picotements dans un/plusieurs membres),
- Faiblesse, grosse fatigue anormale
- Difficultés à uriner.

SYMPTOMES

- Étourdissement, perte de connaissance,
- Confusion, désorientation, troubles du comportement,
- Troubles de la parole, maux de tête,

SYMPTOMES

- Grand vertige rotatoire pouvant être confondu avec le mal de mer,
- Nausées et vomissements,
- Perte de l'audition, bourdonnement d'oreilles,
- Somnolence inhabituelle,

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD GRAVES

Accident Neurologique "MEDULAIRE".

- Difficultés à uriner.

- Étourdissement, perte de connaissance,
- Confusion, désorientation, troubles du comportement,
- Troubles de la parole, maux de tête,

- Grand vertige rotatoire pouvant être confondu avec le mal de mer,
- Nausées et vomissements,
- Perte de l'audition, bourdonnement d'oreilles,
- Somnolence inhabituelle,

CONSEQUENCES
SYMPTOMES

SYMPTOMES
SYMPTOMES

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD GRAVES

Douleur dorsolombaire en cours de traitement

Accident Neurologique "MEDULAIRE".

- Difficultés à uriner.

- Etourdissement, perte de connaissance,

Accident Neurologique "CEREBRALE"

- Grand vertige rotatoire pouvant être confondu avec le mal de mer,
- Nausées et vomissements,
- Perte de l'audition, bourdonnement d'oreilles,
- Somnolence inhabituelle,

LES RISQUES DE DESATURATION

ADD GRAVES

Douleur dorsolombaire en cours de regard.

Accident Neurologique "MEDULAIRE".

- Difficultés à uriner.

- Etourdissement, perte de connaissance.

Accident Neurologique "CEREBRALE"

Atteinte cérébrale postérieure.

- Grand vertige rotatoire pouvant être confondu avec le mal de mer,

Accident Neurologique "Vestibulaire"

- Nystagmus, nystagmus paroxysmique (épisodes paroxysmiques de nystagmus oculaires dans le sens inverse du mouvement des yeux), souvent horizontal, signant ainsi la lésion des canaux semi-circulaires.

CONSEQUENCES
SYNDROMES

CONSEQUENCES
SYNDROMES

CONSEQUENCES
SYNDROMES

RESUME

ACCIDENTS DE DESATURATION

ADD

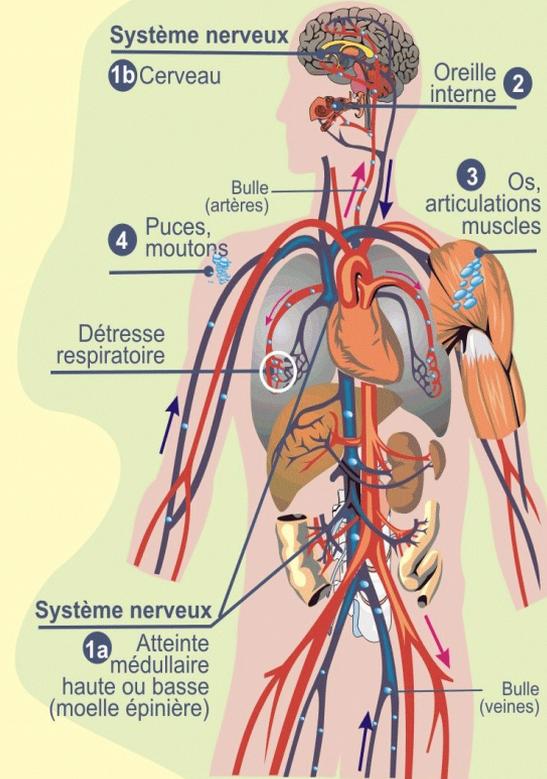
PROCEDURES PROFIL COMPORTEMENT

PREVENTION

Bon état général
Vitesse de remontée lente
Respect des paliers
Eviter les profils à risque
Comportement adapté
Accroître les paliers en cas
de facteurs favorisants

SYMPTOMES

Fourmillements
"Coup de poignard" dans
le bas du dos
Paralysies (hémiplégie,
tétraplégie, paraplégie)
Incapacité à uriner
Troubles : parole, vision...
Nausées
Vertiges
Fatigue générale
Troubles ventilatoires
Démangeaisons (puces,
moutons)
Douleur vive et localisée
(bends)



ALERTER

En mer : VHF, Canal 16 (CROSS)*
A terre : Téléphone 15 (SAMU)

*l'oxygène
c'est la vie*

* Conformément au décret 88-531 du 2 mai 1988

SECOURIR

OXYGENE 100%

REHYDRATER (eau, jus de fruit : 1 litre)

ALLONGER ET RECHAUFFER

* Conformément aux dispositions de l'arrêté du 22 juin 1998 modifié.
Sujets conscients ni allergiques ni intolérants. L'aspirine est un médicament, il doit donc être prescrit par un médecin ou donné à la demande expresse de la victime.

- Les Risques du Milieu (Froid,...)

PLAN GRAND FROID NIVEAU 2



J'PEUX PAS

J'AI

SPRE FROID!



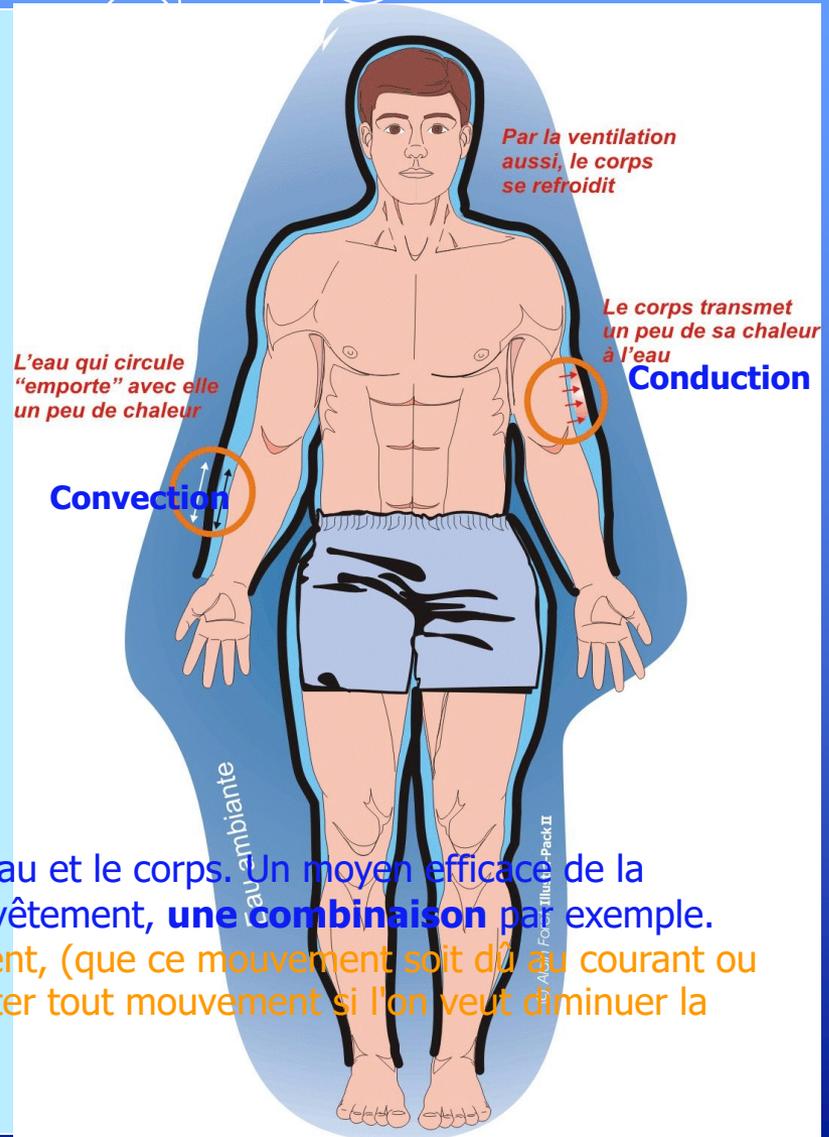
ORIGINE

LE FROID

En périphérie se trouve l'enveloppe constituée de la peau et des tissus sous-cutanés au niveau desquels s'effectue la déperdition calorifique. Les échanges thermiques entre le corps humain et l'eau se font principalement par "**Conduction**", par "**Convection**" et "**Ventilation**".

La conduction a lieu lors du contact entre l'eau et le corps. Un moyen efficace de la diminuer est de supprimer le contact avec un vêtement, **une combinaison** par exemple.

La convection se fait avec l'eau en mouvement, (que ce mouvement soit dû au courant ou au déplacement du plongeur). Il faut donc éviter tout mouvement si l'on veut diminuer la perte de chaleur.



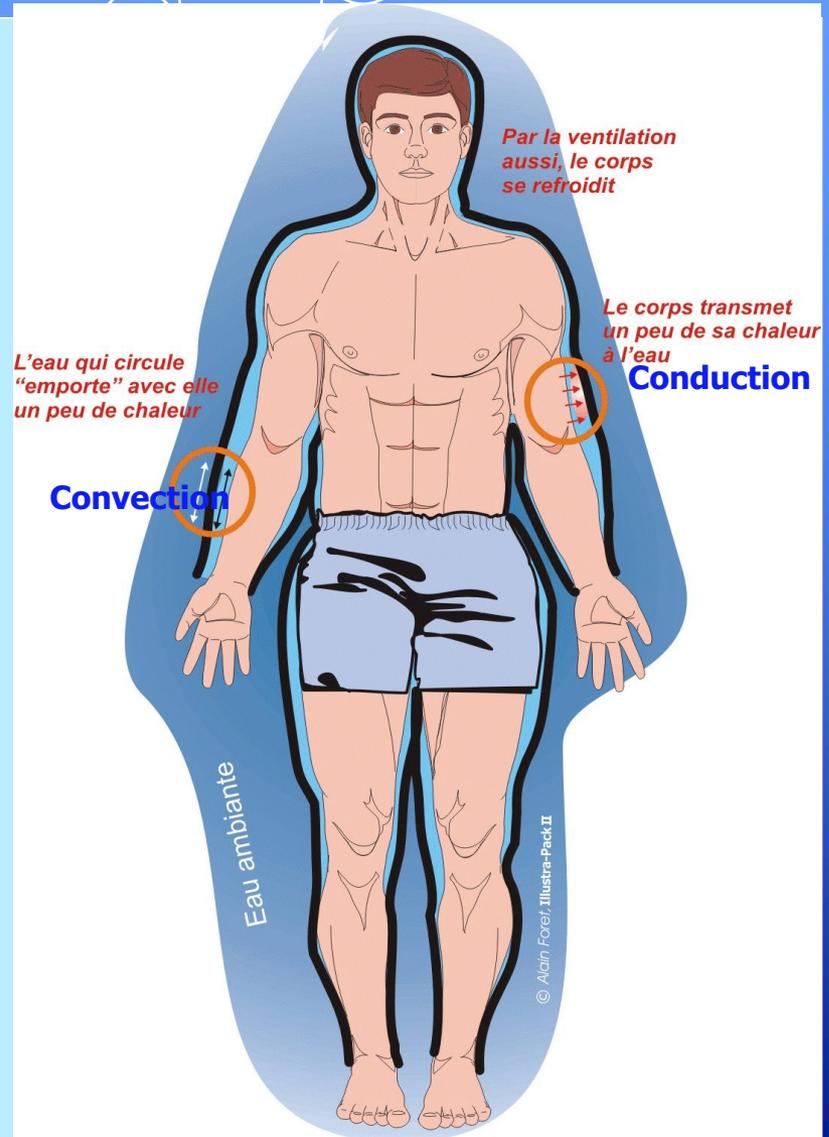
ORIGINE

LE FROID

L'homme est un être homéotherme qui tente en toute circonstance de maintenir sa température centrale à 37° C afin de protéger ses organes vitaux (cerveau, cœur,...). Son enveloppe externe (peau, muscles,...) voit sa température se modifier en fonction de l'exposition à la chaleur ou au froid.

FROID = "HEMORRAGIE DE CALORIES".

**Calories = Substrats (carburant) +
Oxygène (comburant).**

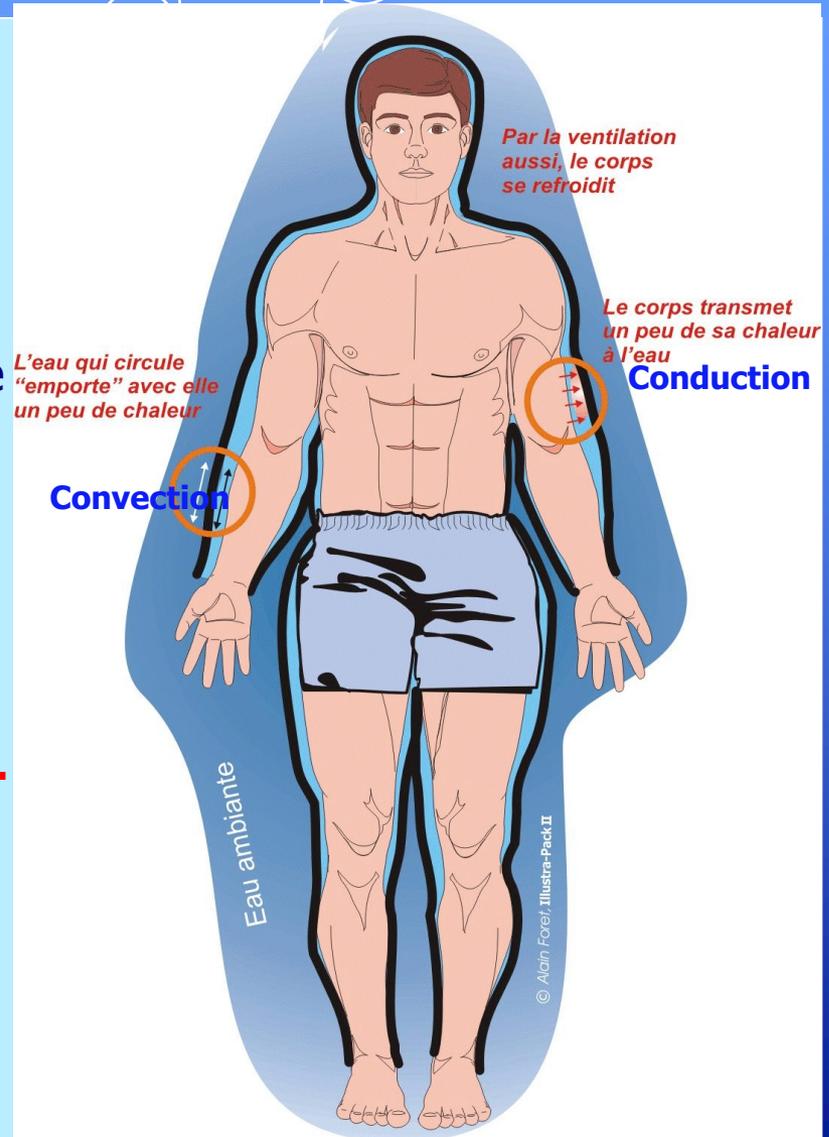


ORIGINE

LE FROID

Dans l'eau, tout se passe beaucoup plus **rapidement** : à température égale, **le refroidissement est 20 à 30 fois plus rapide dans l'eau que dans l'air**, (en raison de la plus grande conductibilité thermique de l'eau). La Neutralité thermique dans l'air est aux alentours de 24/26° , tandis qu'elle aux alentours de 33° dans l'eau.

Or, toutes les mers du globe ont une température inférieure à 37° C. Il y a donc toujours un risque de refroidissement voire d'hypothermie pour le plongeur. Même dans une eau tropicale à 30° C, le corps se refroidit rapidement...



LE FROID

CAUSES

PREVENTIONS

PSYCHOLOGIQUE

PHYSIOLOGIQUE

- Refroidissement de la nuque et de la tête,
- Accoutumance et susceptibilité individuelle,
- Alimentation mal adaptée et fatigue.

- 40% de déperdition calorifique au niveau de la tête. **Donc port de la cagoule obligatoire.**
- Ne pas surestimer vos capacités à résister au froid. Votre organisme lutte, cela favorise tous les autres accidents.

LE FROID

CAUSES

PREVENTIONS

TECHNIQUE

- Plongée en eau trop froide, (hiver ou lac)
- Durée de la plongée pas adaptée à vos capacités physique et matériel

- NE PAS ATTENDRE L'APPARITION DES PREMIERS FRISSONS POUR ABREGER LA PLONGEE.
- STOPPEZ LA PLONGEE ET APPLIQUEZ LE PROTOCOLE DE VOTRE ORDINATEUR POUR FAIRE SURFACE.

MATERIEL

- Mauvaise protection vestimentaire, (combinaison, cagoule, gants pas adaptés ou défectueux), pendant la plongée,
- Ventilation d'air comprimé. De l'air froid arrive au niveau des poumons pour vous refroidir plus.

- Faire attention à votre équipement (Vêtement SEC très utile voire nécessaire pour ce type de plongée).
- **Protégez vous sur le bateau avant et après la plongée.**

LE FROID

CE QUE JE RESENS

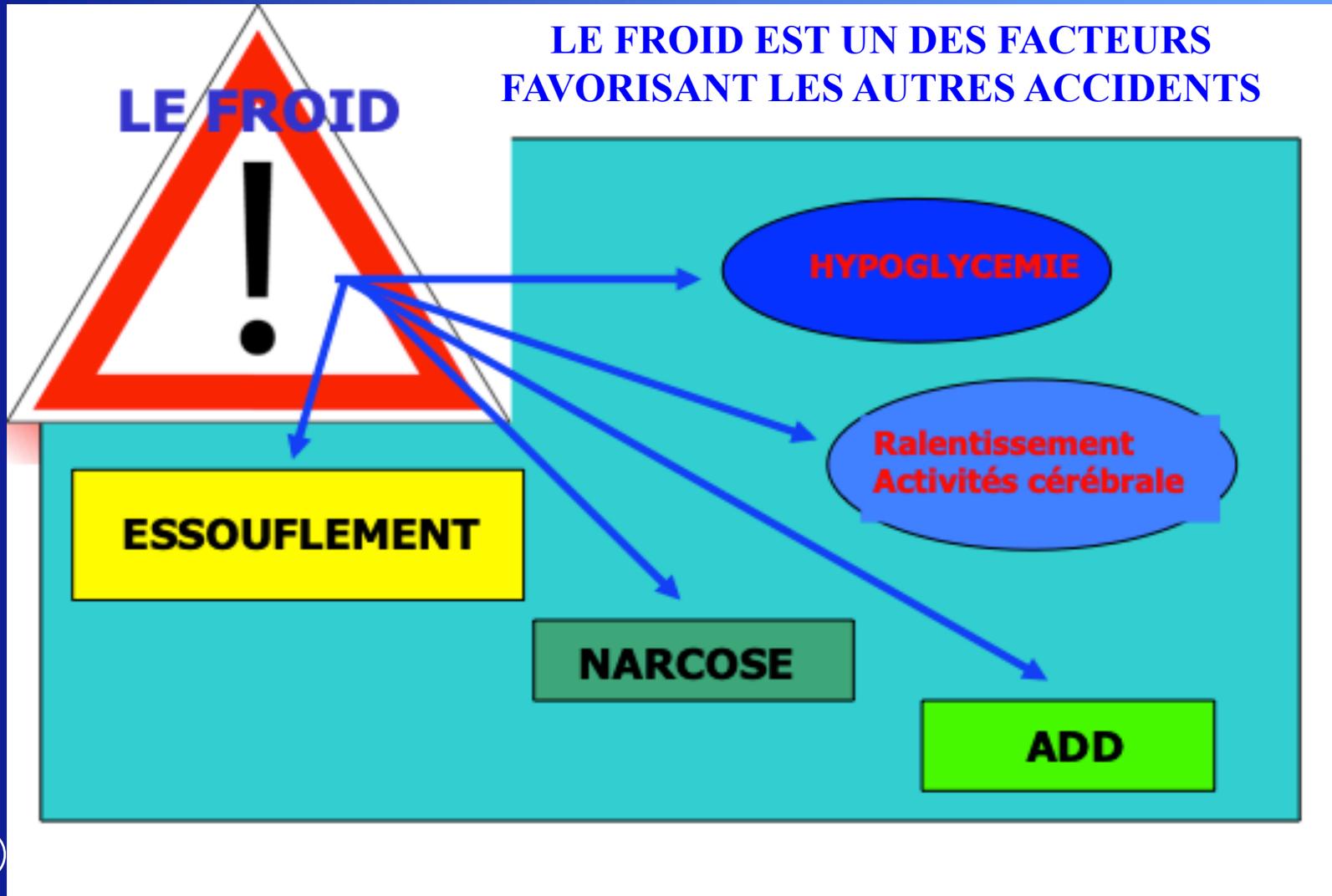
LE FROID

- Sensation de froid, pâleur, extrémités froides,
- Envie d'uriner,
- Augmentation de la Fréquence cardiaque, dans un premier temps...
- Augmentation de la Fréquence ventilatoire,
- Activités motrices et intellectuelles diminuées.

- **Hypothermie légère. (35 à 34°)**

LE FROID

LE FROID EST UN DES FACTEURS FAVORISANT LES AUTRES ACCIDENTS



Quelques idées à REFROIDIR (Alain DELMAS)

"Il faut bouger pour éviter de se refroidir dans l'eau"

FAUX !

L'exercice physique et les mouvements dans l'eau ne réchauffent pas. Au contraire, par la vasodilatation qu'ils provoquent, ils augmentent la fuite de chaleur et diminuent le capital énergétique. De plus, les mouvements favorisent la perte de chaleur par convection. En situation à risque d'hypothermie, il faut s'efforcer de rester immobile et de prendre une position de type H.E.L.P, (Heat Escape Lessening Position).

• ***"Un petit verre d'alcool pour se réchauffer !"*** **FAUX !**

Au-delà de la fausse et fugace impression de réchauffement qu'il donne, l'alcool est à proscrire car il provoque une vasodilatation aux dépens de la température centrale. De plus, il peut entraîner une somnolence dangereuse en situation d'hypothermie.

• ***"Frictionner pour réchauffer"*** **FAUX !**

Le réchauffement doit être très progressif et il faut éviter de renvoyer trop vite vers le noyau central le sang qui s'est refroidi sous la peau. De plus, il faut éviter de manipuler inutilement une victime d'hypothermie.

"Se soulager la vessie dans la combinaison pour se réchauffer..." **FAUX !**

Le froid provoque un besoin d'uriner que certains concrétisent "pour se réchauffer"
Malheureusement, ce n'est pas efficace et ils perdent par la même occasion une véritable "bouillotte" de liquide chaud dans la vessie.

"Je suis habitué au froid, je risque moins l'hypothermie" **FAUX !**

S'il est exact que l'on peut s'entraîner et s'habituer au froid, on n'en sera pas moins sujet à l'hypothermie pour autant. Au contraire, on risque d'être moins sensible et moins conscient du moment où l'on bascule vers l'hypothermie. Cette hypothermie "silencieuse" est une cause de décès observée chez des plongeurs expérimentés et chez des plongeurs professionnels.

INFOS FROID



PHYSIQUE (Rappels/Révisions)



PREVENTIONS DES RISQUES



LES ORDINATEURS



INFOS MATERIEL



LA PLANIFICATION, ELEMENT ESSENTIEL DE CETTE FORMATION, EST ABORDEE TOUT AU LONG DES SEANCES "PRATIQUE"



LE CALCULATEUR D'AIDE A LA DESATURATION

ORDINATEUR DE PLONGEE

Selon JC LE PECHON :

"L'ordinateur ne permet RIEN ..."

"Il faut être conscient de ce que l'on ne peut pas faire..."



ORDINATEUR DE PLONGEE



I) GENERALITES

II) Point de vue du MATERIEL

- HISTORIQUE
- MODELE ET ALGORITHMES
- SCHEMA DE PRINCIPE
- FONCTIONNALITES

III) Point de vue UTILISATION

- LA PLANIFICATION
- LA SECURITE
- RESUME
- POUR INFOS :
PARALLELE TABLE/ORDI

ORDINATEUR DE PLONGEE



I) GENERALITES

L'ordinateur est un outil précis d'Aide à la Désaturation, qui considère environ toutes 2 ou 3 secondes la profondeur du plongeur ainsi que le temps passé à cette profondeur pour lui proposer, en temps réel, un protocole pour l'assister lors de son retour vers la surface. Pour ce faire le concepteur de l'ordinateur s'appuie sur un modèle théorique de désaturation, modèle qui sera traduit en algorithme pour être utilisable numériquement.

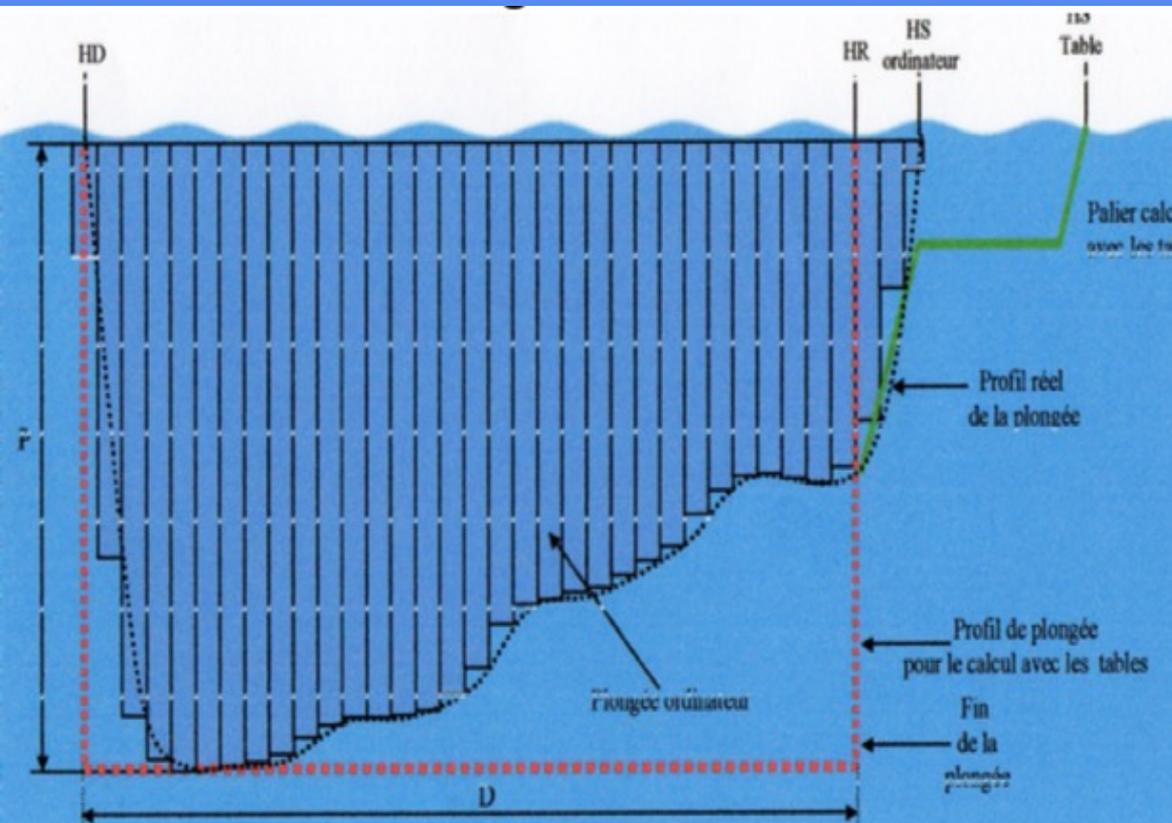
"Chaque plongée avec Ordinateur est une plongée inédite, jamais expérimentée. Elle n'a donné lieu à aucune expérimentation scientifique, ni à validation" (Le Péchon).

**Un Ordinateur est un moyen de désaturation
INDIVIDUEL**

ORDINATEUR DE PLONGÉE

I) GENERALITES

L'ECHANTILLONNAGE



La Table considère que toute la plongée s'est effectuée à la profondeur maximum, (ligne rouge).

Ce type de plongée dite "Carrée" est assez rare en plongée loisir puisque les profils sont essentiellement "multiprofondeurs".

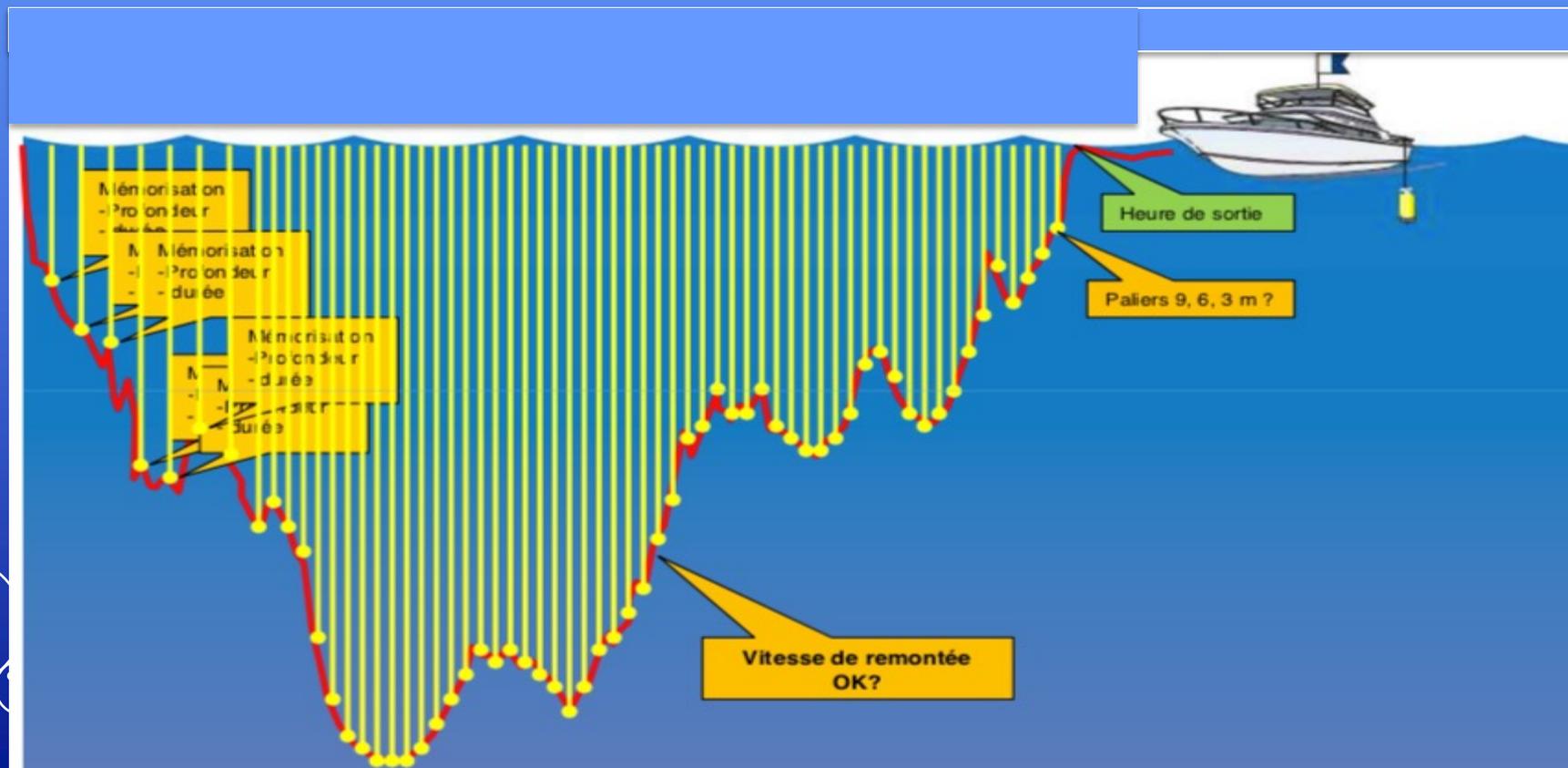
Le concept d'échantillonnage des ordinateurs convient mieux à ce type de profil.

En effet, dès l'immersion, l'ordinateur mesure à intervalle régulier (2 ou 3 secondes) la profondeur réelle. On dit alors qu'il échantillonne la profondeur.

ORDINATEUR DE PLONGEE

I) GENERALITES

L'ECHANTILLONNAGE



ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue du MATERIEL

HISTORIQUE :

- 1907 : John Scott Haldane crée des tables de décompression à l'air (modèle par perfusion) permettant de descendre jusqu'à 204 pieds, (68 m), pour la Royal Navy.
- 1945, John Von NEUMANN élabore les règles de base de conception des ordinateurs.
- 1962, Apparition des "Décompressimètres Pneumatiques", à 4 tissus (le SOS).
- 1965 : Workman introduit le modèle des M.Values.
- 1966 : Hills travaille sur le modèle thermodynamique (taille critique des bulles).
- 1970 : Spencer parle des bulles silencieuses.
- 1983, Premier Ordinateur de plongée loisir, le "Déco Brain".



ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue du MATERIEL

HISTORIQUE :

- 1983 : Bühlmann publie son jeu de paramètres, adapté aux plongées en altitude, sur une base de modèle haldanien. Bühlmann donnera naissance aux premiers ordinateurs, et est toujours largement utilisé (chez Uwatec, Aqualung, Mares...).
- 1986 : Yount et Hoffman introduisent le modèle de perméabilité variable (VPM), implanté sur le VR3 (Delta P Technology) depuis 2005.
- Fin des années 80, les ordinateurs débarquent dans le monde de la plongée loisirs avec le modèle « ALADIN » de UWATEC diffusé alors par BEUCHAT.
- 1991 : Wienke introduit le concept de bulle à gradient réduit (RGBM). Ce jeu de paramètres s'utilise sur une couche "Spencer", et est utilisé dans les ordinateurs récents (Suunto).
- 1996, Un nouvel ordinateur apparaît tous les 3 mois...
- 1999 : Pyle introduit les paliers profonds, aujourd'hui utilisés dans les derniers ordinateurs, en particulier avec le modèle RGBM (Suunto).
Ce concept ne fait l'objet d'aucune validation scientifique actuellement.



ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue
du
MATERIEL

MODELE



UN MODELE DE DESATURATION EST UNE REPRESENTATION SIMPLIFIÉE DES PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES RELATIFS À LA DESATURATION DES GAZ EN SOLUTION DANS L'ORGANISME DU PLONGEUR , LORS DE LA REMONTÉE VERS LA SURFACE.

LE MODELE ??? :

LES ORDINATEURS EMBARQUENT LE MODELE UNIQUE DE HALDANE QUE CE SOIT AVEC LE JEU DE PARAMÈTRES DE BÜLHMANN OU CELUI DU RGBM. LE MODELE, SERT A GERER LE NOMBRE ET LA TAILLE DES BULLES DANS LES TISSUS ET DANS LE SYSTEME VEINEUX ET CELA JUSQU'AU FILTRE PULMONAIRE

• La Modélisation de phénomènes complexes, a permis d'élaborer des protocoles de désaturation pour prévenir les ADD.

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
du
MATERIEL

MODELE



LES ORDINATEURS EMBARQUENT UN **MODELE** MATHEMATIQUE SERVANT A GERER LE NOMBRE ET LA TAILLE DES BULLES DANS LES TISSUS ET DANS LE SYSTEME VEINEUX ET CELA JUSQU'AU FILTRE PULMONAIRE.

QUEL JEU DE
PARAMETRES
DANS LES
ORDINATEURS ?

A) Jeux de paramètres à "Gaz Dissous". (Haldane Bühlmann, Workman)

Le critère limitant la remontée est **une sursaturation critique maximale admissible**, explicité sous la forme de :

- M Value ou de
- Coefficient de sursaturation critique.

La charge en gaz est exponentielle par compartiments (de 6 à 16).
La décharge est « symétrique », limitée par les critères de remontée
Une vitesse maximale de remontée, en général autour de 12 m/min

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
du
MATERIEL

MODELE



LES ORDINATEURS EMBARQUENT UN **MODELE** MATHEMATIQUE SERVANT A GERER LE NOMBRE ET LA TAILLE DES BULLES DANS LES TISSUS ET DANS LE SYSTEME VEINEUX ET CELA JUSQU'AU FILTRE PULMONAIRE.

QUEL JEU DE
PARAMETRES
DANS LES
ORDINATEURS ?

B) Jeu de paramètres à "Croissance de bulles"
(Yount, Wienke)

Hypothèse : Il existe des noyaux gazeux pré existants dont le nombre, selon leur taille, suit une loi exponentielle, (peu de grosses, beaucoup de petites...).



ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
du
MATERIEL

MODELE



LES ORDINATEURS EMBARQUENT UN **MODELE** MATHEMATIQUE SERVANT A GERER LE NOMBRE ET LA TAILLE DES BULLES DANS LES TISSUS ET DANS LE SYSTEME VEINEUX ET CELA JUSQU'AU FILTRE PULMONAIRE.

B) Jeu de parametres à "Croissance de bulles"
(Yount, Wienke)

QUELS MODELES
DANS LES
ORDINATEURS ?

L'instabilité est déclenchée par les gaz dissous et activée par Mariotte ($r > r_c$) // (r =rayon de la bulle et r_c =rayon critique) cf cours "Bulles"

Une fois déstabilisée, la bulle suit Mariotte, Laplace (Tension superficielle) et ...

la loi de Fick de diffusion selon la tension du gaz du tissus environnant .



ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue
du
MATERIEL

ALGORITHMES



LES ORDINATEURS EMBARQUENT UN **MODELE** MATHEMATIQUE SERVANT A GERER LE NOMBRE ET LA TAILLE DES BULLES DANS LES TISSUS ET DANS LE SYSTEME VEINEUX ET CELA JUSQU'AU FILTRE PULMONAIRE.

LES ALGORITHMES

- Les algorithmes sont des suites logiques de calculs, programmées et résolues numériquement.
- L'ordinateur reçoit une multitude d'informations grâce aux **capteurs**, puis en fonction du/des Modèle(s) embarqué(s), le **Processeur** effectuera en temps réel la suite logique de calculs dont les résultats seront visibles et exploitables par le plongeur sur son **affichage**.

UN ALGORITHME S'APPUIE SUR UN MODELE DE DESATURATION POUR MODELISER LA PLONGEE

QUEL JEU DE
PARAMETRES
DANS LES
ORDINATEURS ?



ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue
du
MATERIEL

ALGORITHMES



LES ORDINATEURS EMBARQUENT UN **MODELE** MATHEMATIQUE SERVANT A GERER LE NOMBRE ET LA TAILLE DES BULLES DANS LES TISSUS ET DANS LE SYSTEME VEINEUX ET CELA JUSQU'AU FILTRE PULMONAIRE.

LES ALGORITHMES

- Les ordinateurs récents embarquent un jeu de paramètres et des Algorithmes dits:

QUEL JEU DE
PARAMETRES
DANS LES
ORDINATEURS ?

PREDICTIF MULTIGAZ (PMG)

Modèles et Algorithmes permettent de prédire le protocole de désaturation lorsque plusieurs gaz sont programmés dans l'ordinateur.

ADAPTATIF (ADT)

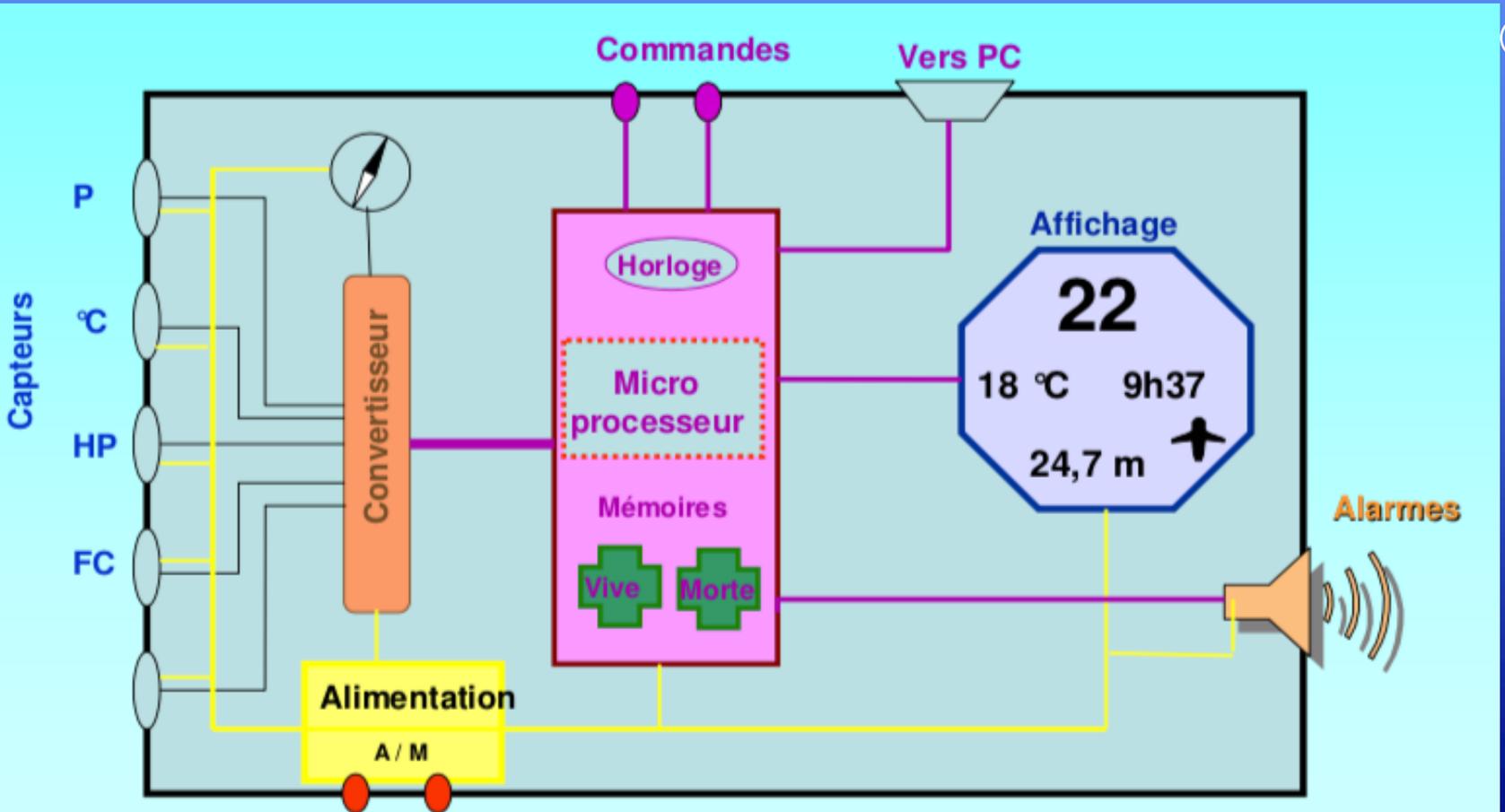
Outre le couple basique (profondeur/durée), les Modèles et Algorithmes adaptent le protocole de désaturation en fonction de paramètres divers: Gaz, Ventilation, Température, Pouls, conservatisme individuel..)



ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue du
MATERIEL

SCHEMA DE
FONCTIONNEMENT



ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue du
MATERIEL

LES FONCTIONNALITES



Le marché propose de
nombreux produits, du
plus basique au plus
sophistiqué

Le budget

Plongeur
Loisir

Plongeur
occasionel

Plongeur
Profond loisir

Plongeur
assidu

Plongeur
Spécifique

Plongeur Bio

Plongeur
Photos/Vidéo

Plongée Tech

Plongeur
recycleur

Plongeur
Trimix

Plongeur
Moniteur

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



| LES MESURES | LES CALCULS | LES ALERTES | LES MODES | CONFORT/ SECURITE |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Pression - Durée - Température - Pression air restante - Pouls - Vitesse de remontée - Pression atmo | <ul style="list-style-type: none"> - Temps restant avant palier - Palier à effectuer (Profondeur, Durée, DTR) - Simulation d'une décompression avec plusieurs gaz - Simulation d'une plongée - RBT: Remaning bottom Time - Calcul N2 résiduel et "No Flight" | <ul style="list-style-type: none"> - Descente ou remontée rapide - Palier non effectué correctement - Profondeur plancher dépassée (Nitrox) - Essoufflement - Pression air trop basse - Low batterie | <ul style="list-style-type: none"> - Plongée Air - Plongée Nitrox - Plongée Trimix - Plongée Multigaz (Prédictif) - Recycleur Circuit Fermé (CCR) - Apnée - Profondimètre - Ecran" Light, Classique, Full" <i>(moins ou plus d'informations sur l'écran)</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Modèle/Algorithm e prédictif /adaptatif - Ecran Led/Oled ou matriciel - Retro éclairage - Transfert données - Processeur programmable - Boussole numérique /GPS - Changement pile utilisateur ou batterie rechargeable |

ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



La tendance classique et la plus répandue, l'ordinateur en "Bracelet". Une sonde est nécessaire pour l'option "Gestion d'air"



Moins répandu l'ordinateur en "Console". Toujours à poste, il est relié en permanence au bloc via le détendeur. Idéal pour la gestion d'air.



Encore très marginal, puisque TROP récent, fruit d'une technologie de pointe par Scubapro, l'ordinateur à "Lecture Tête Haute", HUD, (Head Up Display) permet de profiter au maximum de l'environnement sous marin, sans aucune rupture avec les informations de l'ordinateur.



La "Montre Ordinateur" pratique, compact, regroupe toutes les fonctionnalités des autres types d'ordinateurs.

ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



ORDINATEUR CLASSIQUE
"PLONGEE LOISIR"

ORDINATEUR TEC
"OPEN SOURCE"



Ce type d'ordinateur représente 90% du marché car dédié à la plongée Type Loisir. Hormis le changement de gaz, et le niveau de conservatisme individuel préprogrammé, l'utilisateur n'accède.

Ce type d'ordinateur, environ 10% du marché est destiné aux plongeurs Tec pour de la plongée engagée. Ces ordinateurs proposent pour certains des logiciels libres, "Open Source" (*OSTC*) et une configuration en détail par l'utilisateur lui même.

A ne pas mettre dans les palmes de n'importe qui !!!

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



JEUX DE PARAMETRES

POUR INFO

| | | |
|-------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|
| AQUA LUNG | Azote dissous | Bühlmann Pelagic Z+ (PZ+) |
| ATOMIC | Azote dissous + germes gazeux | Atomic RGBM |
| CRESSI | Azote dissous + germes gazeux | RGBM – Bruce Wienke |
| HOLLIS | Azote dissous | Bühlmann ZH-L16C |
| LIQUIVISION | Azote dissous | Bühlmann ZH-L16C |
| MARES | Azote dissous + germes gazeux | RGBM Mares-Bruce Wienke |
| OCEANIC | Azote dissous | Au choix Bühlmann PZ+ ou US-Navy (Rodgers & Powell – DSAT) |
| OSTC | Azote dissous | Bühlmann ZH-L16C |
| PETREL | Azote dissous | Bühlmann ZH-L16C |
| SCUBAPRO | Azote dissous + germes gazeux | Bühlmann ZH-L16C ADT |
| SUUNTO | Azote dissous + germes gazeux | Suunto Fused RGBM – Bruce Wienke |

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



JEUX DE PARAMETRES

SCUBAPRO

Azote dissous + germes gazeux

Bühlmann

ZH-L16C ADT MB



Modèle de HALDANE avec
Jeu de paramétrage Bühlmann
Multicompartiments
ET
gestion des Microbulles

intégré



Dans l'Algorithme *ZH-L16C ADT MB*

- ZH pour : *Zurich*
- L 16C pour : *Limité à 16 Compartiments*
- ADT : *Adaptatif*
- MB : *Microbulles*

POUR INFO

ORDINATEUR DE PLONGEE

Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



Infos vers
plongeur en
temps réel

Calculs en
temps Réel

Profondeur
Réelle

Gestion du protocole
de remontée en
temps réel.

Le plongeur est
informé à tout instant
du temps nécessaire
pour regagner la
surface

**OPTIMISATION
MAXIMALE DE
LA DUREE DE LA
PLONGEE.
(PLUS DE PLAISIR
POUR LE
PLONGEUR)**

**Le plongeur planifie sa désaturation
avant l'immersion (DTR)**



ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue du
MATERIEL

LES
FONCTIONNALITES



Infos vers
plongeur en
temps réel

Calculs en
temps Réel

Profondeur
Réelle

Gestion du protocole
de remontée en
temps réel.

Le plongeur est
informé à tout instant
du temps nécessaire
pour regagner la
surface

**OPTIMISATION
MAXIMALE DE
LA DUREE DE LA
PLONGEE.
(PLUS DE PLAISIR
POUR LE
PLONGEUR)**

SECURITE



PLAISIR

**Le plongeur planifie sa désaturation
avant l'immersion (DTR)**

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION

LA
PLANIFICATION



UNE REGLE ABSOLUE ET ELEMENTAIRE

- Quelque soit la plongée et le Moyen de Désaturation utilisé, **il est impératif de planifier la plongée avant l'immersion.**
- **Planifier la Désaturation fait partie intégrante de la planification de la plongée.**
- **L'Outil de planification** de la désaturation sur un ordinateur se nomme **la DTR** (Durée Totale de Remontée).

Cette information est clairement affichée sur tous les ordinateurs, quelque soit le mode d'affichage choisi et identifié par:

- DTR (Durée Totale de Remontée)
- TAT : Total Ascent Time) (temps total de remontée)
- ASC : Ascend Time (temps de remontée)



ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION

LA
PLANIFICATION



POURQUOI LA DTR

HOMOGENEISER TOUS LES ORDINATEURS

des plongeurs de la palanquée pour
planifier un protocole de Décompression
commun

Quelque soit le type d'ordinateur, le degré de
conservatisme individuel, l'historique de plongée de
chaque plongeur, la DTR planifiée identifiera
clairement la limite maximale de "Désaturation"
acceptée par la palanquée

PERMETTRE LA PLANIFICATION DU STOCK D'AIR

nécessaire pour le retour jusqu'à la surface

Chaque plongeur connaissant sa propre
consommation, la DTR étant fixée, chacun pourra
quantifier ses besoins en Air pour le retour en surface.
La valeur la plus importante sera pris en compte pour
toute la palanquée.

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION

LA
PLANIFICATION



POURQUOI LA DTR

Proposer un
PROCEDE DE RATRAPAGE
en cas de PANNE ou d'erreur de
l'ordinateur.

Pour faire face à un dysfonctionnement ou une panne de l'ordinateur, une panoplie de procédures de rattrapage est proposée, mais tous aussi empiriques les uns que les autres.

Le seul et unique procédé à mettre place en pareil cas, consiste à remonter immédiatement bien sûr mais en appliquant la DTR max prévue pour gérer la décompression pour le retour en surface

- Tous autres procédures sont empiriques, donc à EVITER !!!

LA DTR permet de **REGULER LE TIMING** de remontée sur plongée à profil carré

Au moment de la prise de décision de quitter le fond :

Lire la DTR affichée et la durée de la plongée :
(DTR + Durée de la plongée) **au décollage** doit rester **égal** à (DTR + Durée de la plongée) **tout le long de la remontée !**

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION

LA
SECURITE



"Chaque plongée avec Ordinateur est une plongée inédite, jamais expérimentée. Elle n'a donné lieu à aucune expérimentation scientifique, ni à validation" (Le Péchon)".



UN ORDINATEUR EST
MOYEN DE
DESATURATION
INDIVIDUEL



ORDINATEUR DE PLONGÉE



Point de vue
UTILISATION

LA
SECURITE



➤ **Pas de mélange de protocole de désaturation dans la palanquée :**

◆ Si tous les plongeurs possèdent un ordinateur →



◆ Si au moins un seul plongeur ne possède pas un ordinateur, tous les plongeurs optent alors pour une "Désaturation Collective", c'est à dire à la Table.

◆ Dans le cadre de "l'Obligation de Moyen", un GP doit absolument mettre des moyens pour prendre en compte la saturation/désaturation des plongeurs qu'il encadre même dans la zone **des 20m**. C'est le cas des plongeurs Niveau 1 qui doivent être "PORTEUR" d'un ordinateur ou à défaut, à minima d'un profondimètre.



L'ordinateur du GP pour toute la palanquée = DANGER

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION

LA
SECURITE



➤ Dans le cas d'une plongée avec un "NO DECO", il est conseillé de ne pas "flirter" avec le "0" avant palier.

◆ Ne pas descendre au maximum en dessous de 5mn avant palier.

◆ Dans le cas contraire, il est préférable de rentrer franchement dans le palier de 3m et faire une désaturation "propre".



ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION

LA
SECURITE



- **L'ordinateur ne propose aucun protocole de rattrapage. Donc plus que jamais, il convient de planifier la plongée et respecter la planification. Pas de place à l'improvisation !**

"Plan your dive and dive your plan"



- **L'ORDINATEUR NE PERMET RIEN !!!** Il sera donc nécessaire de posséder un minimum de connaissances sur les enjeux de la désaturation pour pouvoir au delà de l'ordinateur, prévenir les risques.
- Pas plus de 2 plongées par jour, et l'intervalle surface le plus grand entre les 2 plongées .

ORDINATEUR DE PLONGÉE



**Point de vue
UTILISATION**



ORDINATEUR VUE PAR

| SECURITE | CONFORT | TECHNIQUE | DANGER |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Algorithmes modernes prenant en compte de nombreux paramètres pour affiner la désaturation | Optimisation de la durée de la plongée | - Notion de profondeur Plafond | Pas de protocole de rattrapage |
| Facilite le contrôle de la remontée | Alarmes sonores et visuels pour avertir le plongeur | Lestage optimisé : Possibilité de faire les paliers dans une zone favorable plutôt que 6 ou 3m | Courbe unique, jamais validée |
| Marge de sécurité constante quelque soit le profil | Se décline en 3 supports - Bracelet, - Console - Lecture tête haute | Des ordinateurs adaptés à tous les types de plongées | Pas de mixe entre Table et Ordi |

ORDINATEUR DE PLONGEE



Point de vue
UTILISATION



ORDINATEUR VUE PAR

| SECURITE | CONFORT | TECHNIQUE | DANGER |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|--------|
| 1 ordinateur par plongeur | Confort de lecture sur écran Matriciel, Led, Oled | | |
| Possibilité de MaJ de l'algorithme | Données téléchargeables sur PC | | |
| Possibilité de durcir l'algorithme pour personnalisation | | | |



POUR INFOS

PARALLELE ORDIS / TABLES



ORDINATEUR

TABLES

Chaque plongée avec ordinateur est une plongée inédite, jamais expérimentée, car elle n'a donné lieu à aucune expérimentation scientifique, ni à validation.

Tous les profils de plongées, donc de Désaturation, ont été testés et validés des milliers de fois.

Quels que soient les profils de plongées, (carrés ou multiniveaux), la marge de sécurité sera toujours la même. De plus le plongeur peut lui-même augmenter cette marge.

Présente une marge de sécurité importante sur des profils de plongées multiniveaux. Plus le profil de la plongée est "Carré", plus la marge de sécurité diminue.



POUR INFOS

PARALLELE ORDIS / TABLES



ORDINATEUR

TABLES

Appareils adaptés aux profils de plongées multi profondeurs. En effet, ils optimisent la désaturation en fonction de la profondeur réelle de la plongée (Individuel).

Moyen qui ne gère que les plongées à Profils Carrés (Collectif).

La profondeur de la désaturation peut être inférieure à la zone de "profondeur plafond".

Obligation de respecter scrupuleusement la profondeur de désaturation, (6 ou 3 mètres).

Attention à l'excès de confiance aveugle pour les non avertis ou un relâchement dangereux de l'attention, du fait de l'automatisme de l'appareil.

Obligation pour le plongeur de rester concentré sur sa désaturation. (Evite un relâchement qui peut être fatal).



POUR INFOS

PARALLELE ORDIS / TABLES



ORDINATEUR

TABLES

Equipés d'alarmes sonores, ils libèrent le plongeur du souci de consulter fréquemment l'affichage.

La vitesse de remontée est contrôlée de façon rigoureuse.

Utilisation d'un seul appareil, avec plus de précision dans les mesures, et de facilité dans l'utilisation.

Ils sont d'utilisation facile et limitent les erreurs de calculs et/ou de lecture.

Obligation pour l'utilisateur de consulter fréquemment ses paramètres.

Aucun contrôle de la vitesse de remontée.

Nécessite d'utiliser un appareillage annexe, (montre, profondimètre mécanique ou électronique).

Possibilité d'erreurs de calcul et/ou de lecture.



POUR INFOS

PARALLELE ORDIS / TABLES



ORDINATEUR

TABLES

Ils prennent en compte tous les compartiments pour les plongées successives, (jusqu'à 640 minutes).

Ne prends en compte qu'un seul compartiment pour les plongées successives, (120 mn).

La plupart d'entre eux ne tiennent pas compte de certains facteurs de risques ou de certains profils de plongées dangereux, (remontées trop rapides ou trop fréquentes avec des intervalles courts). De plus ils n'imposent ou ne suggèrent pas de procédures de rattrapage. Ils s'arrêtent tout simplement. Ne proposent pas de solutions. Il n'existe aucune normalisation des appareils. La gestion de la palanquée lors de la remontée est plus problématique.



MATERIEL



www.plongee-passion-carry.com



MATERIEL

A l'issue de ce cours, en qualité de plongeur PA60, vous serez capable de :

- **Comprendre de mieux choisir le matériel adapté à ce type de plongée.**



MATERIEL

Nous étudierons le Matériel suivant :



- BLOC
- DETENDEUR
- GILET
- COMBINAISON





LE BLOC !

Le Choix





LE BLOC !

ALUMINIUM



A capacité égale, un cylindre en alu est plus léger qu'un cylindre en acier. Cette caractéristique peut être intéressante lors des plongées en eau douce, en piscine, quand l'utilisateur ne dispose pas d'un vêtement isothermique et (ou) d'un appareil stabilisateur.

Les cylindres en alu sont peu sensibles à la corrosion mais les phénomènes d'oxydation peuvent être insidieux et seul un spécialiste équipé peut en mesurer les effets.

**CE TYPE DE BLOC EST PRICIPALEMENT UTILISE EN
"BLOC DE DESATURATION"**



LE BLOC !

ALUMINIUM



- Plusieurs Volumes disponibles : 5,7l / 7l / 11,1l
- Flottabilité dans l'eau, positive de 1 à 2 kg environ, (bloc nu et vide)
- Blocs dégraissés pour tous types de gaz (Air, Nitrox, O2, trimix) – avec indication compatibilité oxygène par le fabricant (CE).





LE BLOC !

ACIER



L'acier est lourd et il rouille. Néanmoins, bien protégé et entretenu, l'acier d'un cylindre est fiable et a une durée de vie importante. Cette durée de vie a semble-t-il été raccourcie par rapport à il y a une quinzaine d'années.

**CE TYPE DE BLOC EST PRICIPALEMENT
UTILISE EN "BLOC FOND"**



Autant jusqu'à la profondeur de - 40m il n'est pas nécessaire de prendre des blocs de gros volumes, autant, pour évoluer au delà de cette profondeur, il est conseillé d'utiliser des blocs de volumes adéquats:
15l / 18l / BI 7,5l à BI 15l



LE BLOC !

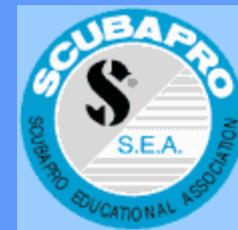
CARBONE



- Grâce à une technologie innovante, les bouteilles en CARBONE sont particulièrement efficaces dans tous types de plongées.
- Elles sont légères par rapport aux blocs traditionnels en Acier. Réalisées avec un contenant acier, elles comportent en surface extérieure un liner (des couches empilées) de fibres de carbone liées avec de la résine (technologie aéronautique).
- Elles offrent une pression de service de 300b pour un poids divisé par deux.
- Plusieurs volumes disponibles pour tous usages.



LES DETENDEURS



- Comment ca marche
(déjà vue au Niveau 2)
- Comment Choisir



LES DETENDEURS

Mécanique et Physique





LES DETENDEURS

LA COMPENSATION

"COMMENT RENDRE DES FORCES INDEPENDANTES LES UNES DES AUTRES"

CONSTAT : La variation de la HP entraîne une variation proportionnelle de la Moyenne Pression. Quand le bloc se vide, la HP diminue, la MP diminue aussi, donc la ventilation sur le détendeur est plus difficile

SOLUTION : Trouver une solution pour que les variations de la HP n'est aucune incidence sur la Moyenne Pression.

PRINCIPE DE LA "COMPENSATION" :



LES DETENDEURS

LA SURCOMPENSATION

"COMMENT RENDRE DES FORCES **DE NOUVEAU DEPENDANTES**
LES UNES DES AUTRES"

SCUBAPRO (Surcompensation Pneumatique).

L'idée sera d'agir sur des rapports de surface (queue de piston pour les modèles à Piston et les clapets pour les modèles à Membrane pour **élever** la MP d'environ 0,5 bar alors que la **HP chute en fin de plongée**. Le débit des détendeurs Scubapro étant suffisamment élevés en profondeur, un confort ventilatoire supplémentaire est privilégié en fin de plongée quand le plongeur est au palier, éventuellement fatigué, soumis au froid etc.



LES DETENDEURS

LA SURCOMPENSATION

"COMMENT RENDRE DES FORCES **DE NOUVEAU DEPENDANTES**
LES UNES DES AUTRES"

AQUALUNG (Amplification Hydrostatique).

Le débit des détendeurs à Membrane étant limité rendant le confort ventilatoire en profondeur difficile, les ingénieurs d'AQUALUNG ont mis au point la technologie de l'Amplification Hydrostatique qui consiste à utiliser la pression de l'eau (pression ambiante) pour augmenter la PI et améliorer le confort ventilatoire en profondeur.

La pression ambiante agit déjà sur la MP pour donner la PI (Pression Intermédiaire), mais en faisant agir l'eau sur une première membrane plus grande que la membrane MP du détendeur, la PI sera encore plus forte donc meilleur rendement du détendeur.



LES DETENDEURS

Les 2 Gdes Familles,





LES DETENDEURS

MEMBRANE



LES DETENDEUR



- Un peu moins chère à l'achat,
- Détendeur dit "sec". Adapté pour la plongée en eau chargée.

Le "4X4" de la Plongée



- **Technologie ANCIENNE**
donc:

- Un débit moyen, donc risque de moins bonne stabilité du 2^{ème} étage en plongée engagée
- 8 pièces en mouvement
- Principe du clapet Amont.





LES DETENDEURS

PISTON





LES DETENDEURS



- **Une Technologie moderne, Donc:**
- Un débit important donc, une très bonne stabilité de la PI,
- 2 pièces en Mouvement
- Principe du clapet Aval.

Détendeur particulièrement adapté à la plongée profonde



- Un peu plus cher à l'achat,
- Détendeur dit "humide".



LES DETENDEURS

DES IDEES A REFROIDIR

PISTON

 Nombre de pièces réduit, maintenance plus facile, fiabilité plus importante.

 Nombreux frottements, usure plus rapide.

 Pièces en mouvement au contact de l'eau, à déconseiller en eau chargée et froide

 Moins coûteux

MEMBRANE

 Plus de pièces, plus complexe au démontage/remontage.

PLUS  de pièces en mouvement, plus robuste.

 Les pièces en mouvement sont isolées du milieu extérieur.

 Plus cher



LES DETENDEURS



"ETRIER", le plus commun chez nous et dans les pays sous influence américaine, s'effectue grâce à un étrier que l'on serre sur la robinetterie à l'aide d'une molette.

Possible jusqu'à HP 230 bar

"DIN" est plus répandu dans les pays nordiques ou sous dominance germanique. Dans ce cas, c'est un filetage mâle qui se visse dans le filetage femelle de la robinetterie.

La quasi totalité des détendeurs sont disponibles dans l'une ou l'autre version.
Obligatoire si HP > 230 bar

ETRIER ou DIN ?



LES DETENDEURS

NOMBRES DE SORTIES

Ça n'a l'air de rien mais le nombre de sorties HP et MP n'est pas sans intérêt. Deux sorties HP peuvent paraître superflues. Cependant, elles permettent de monter une console, un manomètre ou un ordinateur à gestion d'air du côté droit ou gauche. Un choix impossible avec un modèle à sortie unique.

Quant aux sorties MP, faisons le compte: 1 pour le détendeur principal, 1 pour l'Octopus, 1 pour l'inflateur, 1 pour le vêtement sec. Total: 4. Tous les détendeurs haut de gamme sont dotés de 4 sorties.

Sur tourelle, c'est pratique, mais si les sorties fixes sont correctement disposées et orientées, cela va tout aussi bien.

LE CHOIX ???



LES DETENDEURS

Le 2ème Etage





LES DETENDEURS

2ème Etage à réglage ...

La tendance est aux réglages tous azimuts;
Autrement dit, ces boutons, molettes et autres leviers permettent d'agir sur le flux (injection ou effet Venturi) et/ou directement sur le clapet afin de "durcir" le détendeur pour éviter un débit continu face au courant, etc.
Tout cela n'est en aucun cas indispensable. Mais bon, c'est la mode, ça fait Hi Tech et ça ne mange pas de pain. A vous de voir.



LES DETENDEURS

ENTRETIEN COURANT





LES DETENDEURS A FAIRE !!!

FAIRE ENTRETENIR TOUS LES ANS LE DETENDEUR PAR UN
AGENT AGREE,

RINCER A L'EAU DOUCE COURANTE ET FAIRE SECHER A L'OMBRE
APRES CHAQUE PLONGEE

MONTER ET ENLEVER LE DETENDEURS JUSTE AVANT ET JUSTE
APRES LA PLONGEE

L'ENTRETIEN COURANT ...



LES DETENDEURS

A NE PAS FAIRE !!!

- OUVRIR BRUTALEMENT LE ROBINET DE LA BOUTEILLE LORSQUE LE DETENDEUR EST MONTE,
- EXPOSER LONGTEMPS LE DETENDEUR AU SOLEIL,
- L'EXPOSER AUX CHOCS,
- FAIRE ENTRER DE L'EAU DANS LE 1° ETAGE PAR LE FILTRE,
- APPUYER SUR LE BOUTON DE SURPRESSION DU 2° ETAGE PENDANT SON RINCAGE.

L'ENTRETIEN COURANT ...



LES DETENDEURS

A NE PAS FAIRE !!!

- RANGER LE DETENDEUR EN FAISANT DES BOUCLES SERREES AVEC LES FLEXIBLES ,
- FAIRE TREMPER LE DETENDEUR POUR LE NETTOYER,
- TENTER DE DEMONTER ET D'ENTREtenir SOI-MEME SON DETENDEUR,
- PORTER LA BOUTEILLE PAR LES FLEXIBLES DU DETENDEUR,
- PULVERISER DES AEROSOLS AU SILICONE SUR LES MEMBRANES EN SILICONE.



LE GILET !

Le Choix





LE GILET !

Le Choix





LE GILET !



Etant données les spécificités de la plongée profonde, il est nécessaire de privilégier un gilet de type "3 bouées" ou de type "Wing" pour une flottabilité optimale avec des anneaux Inox permettant le transport de "Blocs suroxygénés"

Attention à la qualité de l'inflateur qui doit proposer un débit confortable pour injecter suffisamment et rapidement assez d'air dans le gilet surtout en profondeur.





LE VETEMENT SEC !

Le Choix





LE VÊTEMENT SEC !

Le Froid est le principal facteur aggravant de tous les accidents de plongée, (Narcose, Essoufflement, ADD ect...)



Pour limiter les effets du froid et ses conséquences, il est impératif de s'en protéger, et même en Méditerranée, l'usage du Vêtement Sec est plus que conseillé.



Au delà de l'aspect Sécurité, l'utilisation du Vêtement Sec permet entre autre de profiter au mieux des plongées, toute l'année, de pouvoir ainsi amortir tout le reste du matériel de plongée.

Merci d'avoir suivi ce cours...

FIN

Parce que **PLONGER** est une **PASSION**

**Plongée
Passion**

Carry-le-Rouet

CARRY

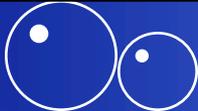
Dites-nous vos besoins...
nous ferons le reste

Groupes - Individuels - Enfants

Individuels - Groupes - Enfants

**AIR
NITROX**

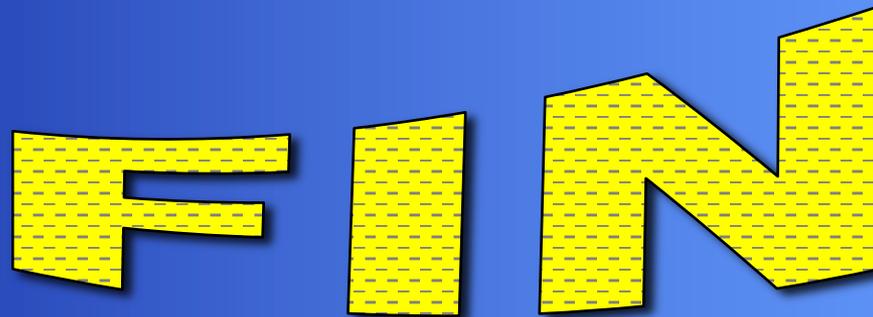
Tél/Fax 04.42.45.08.00
Portable 06.08.51.78.02
E-mail ppassion@club-internet.fr
plongee-passion-carry.com
12, bd J. Valensi 13620 Carry-le-Rouet



Merci d'avoir suivi ce cours...

REMERCIEMENTS

- Patrick BAPTISTE MF 1
- Alain DELMAS BEES 3



FIN