

Niveau PE40 : Accidents

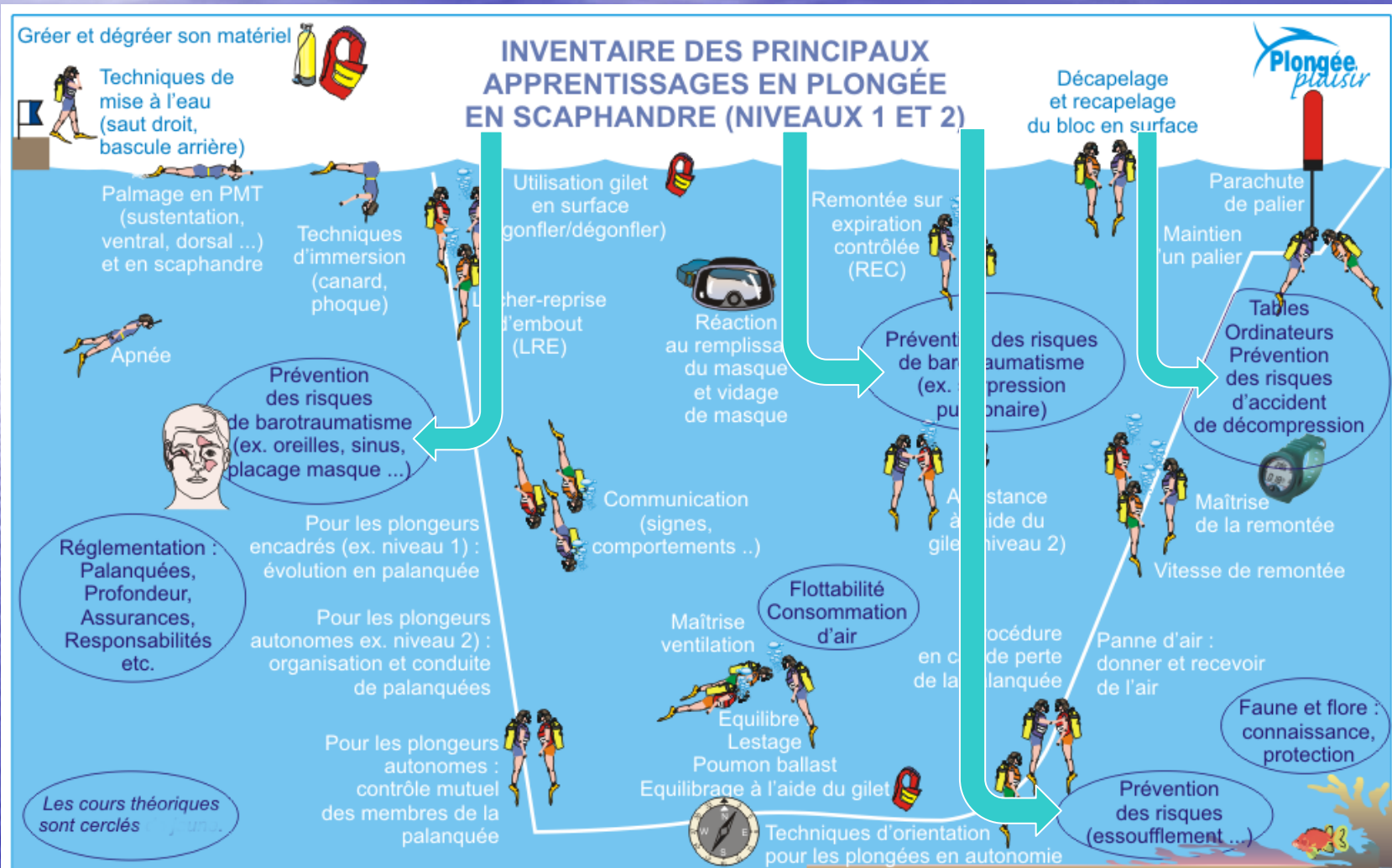
Version juin 2025



Olivier KOPERNIK
BEES 1° n° 033970227
Guide de la mer n° 1086
Moniteur Nitrox n°3317
OWSI SDI/TDI n°24727



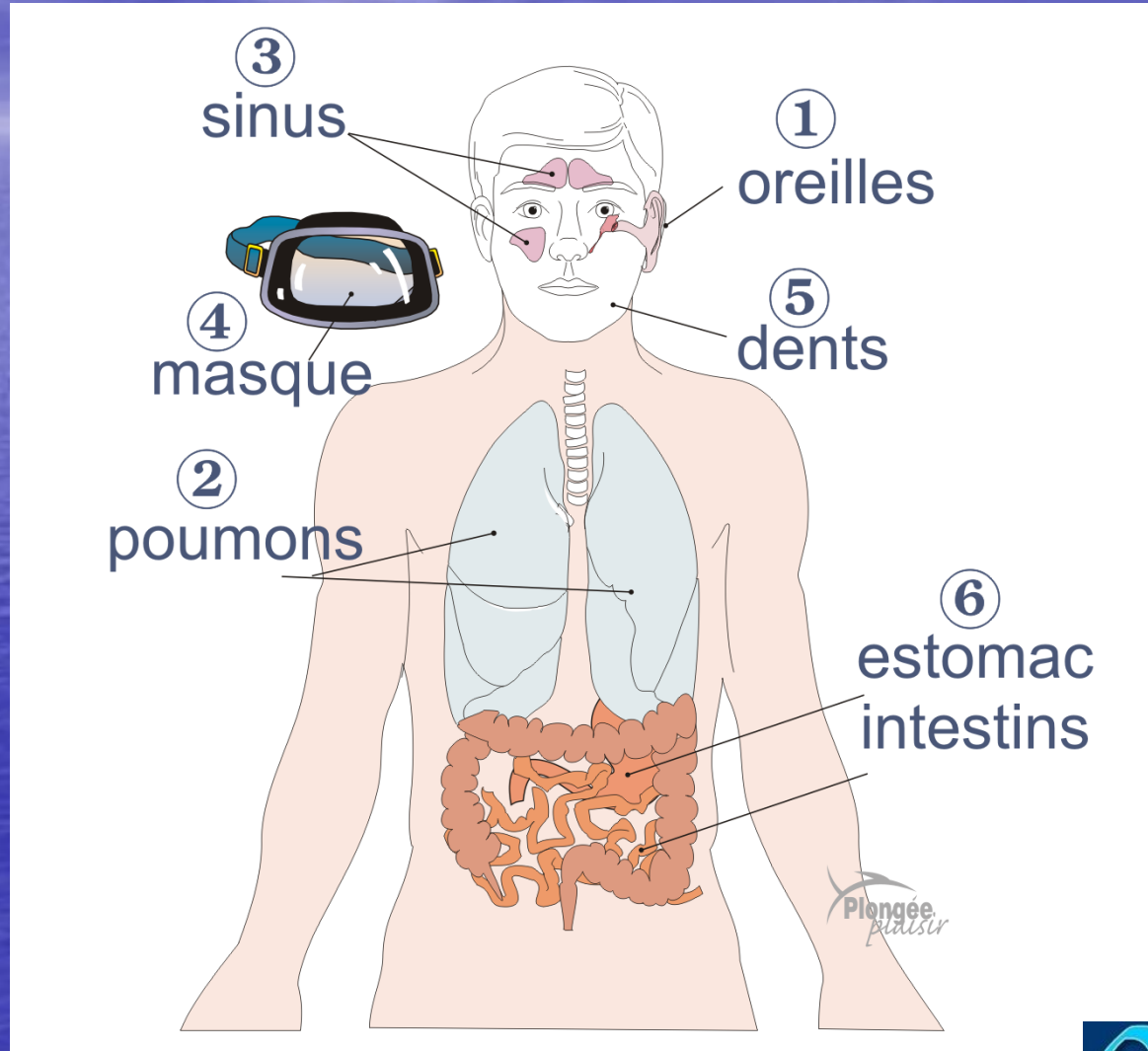
Niveau PE40 : Accidents



Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

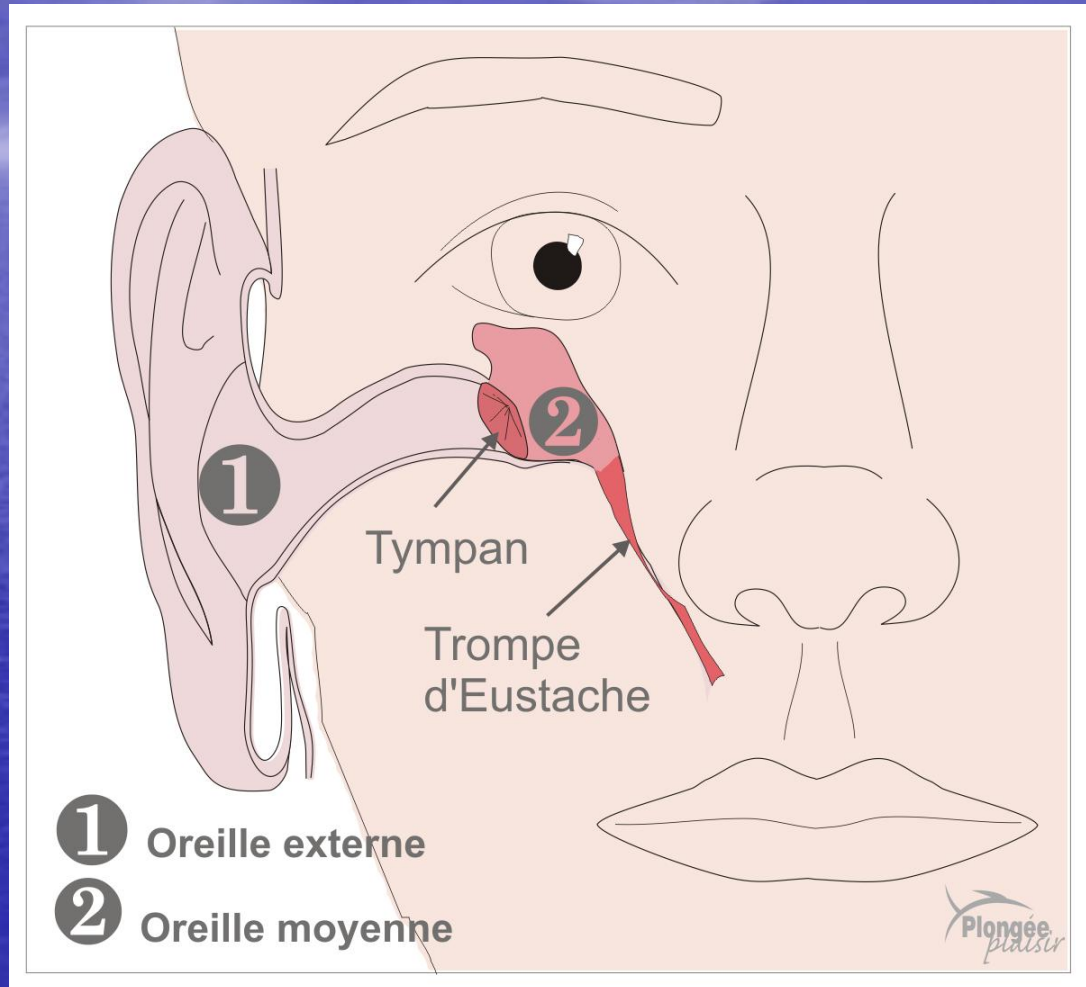
Où ?



Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

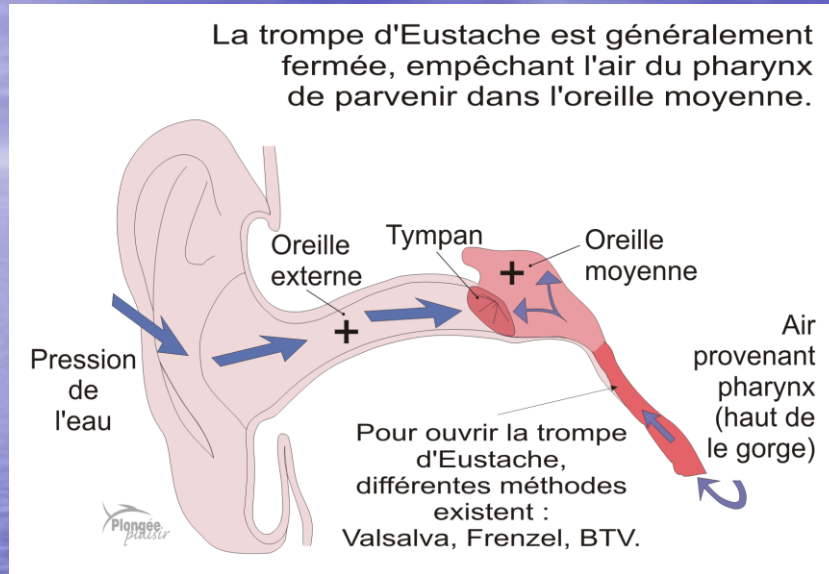
Oreille et
pression



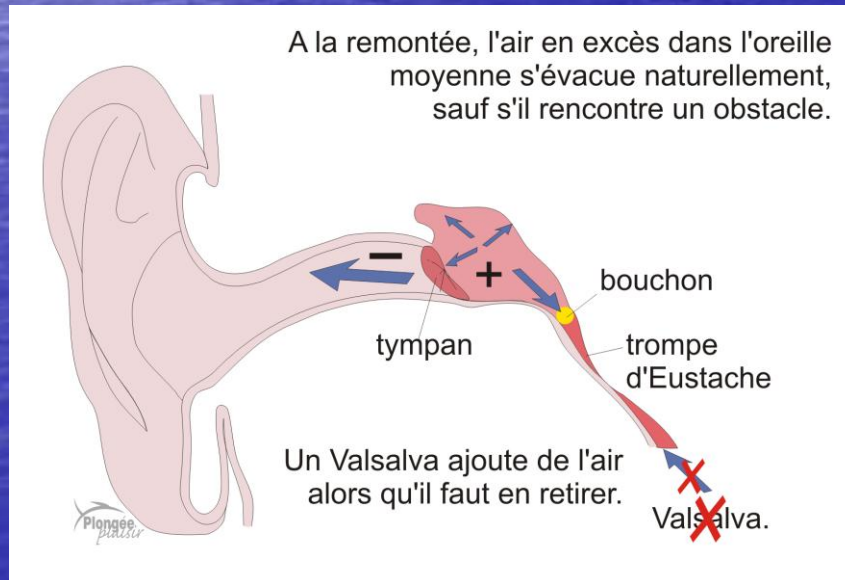
Plongée
plaisir

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes



La cas normal est que l'air issu du larynx vienne compenser l'augmentation de la pression extérieure après une manœuvre de type valsalva.



A la remontée comme à la descente, si quelque chose empêche la trompe d'Eustache de s'ouvrir, une rupture de tympan est possible.

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Plongée plaisir

LES OREILLES EN PLONGÉE

*Organes fragiles très sollicités
80% des accidents ou incidents en plongée*

Audition : trajet du son et spécificités dans l'eau

Organes de l'équilibre

EAU (pression) ++

Manoeuvres d'équipression

- facteurs de perméabilité
- description des méthodes
- avantages et inconvénients

Méthodes actives (descente)

- Valsalva
- Frenzel

Méthodes passives

- Déglutition
- B.T.V.

Méthodes actives (remontée)

- Toynbee

Gymnastique tubaire

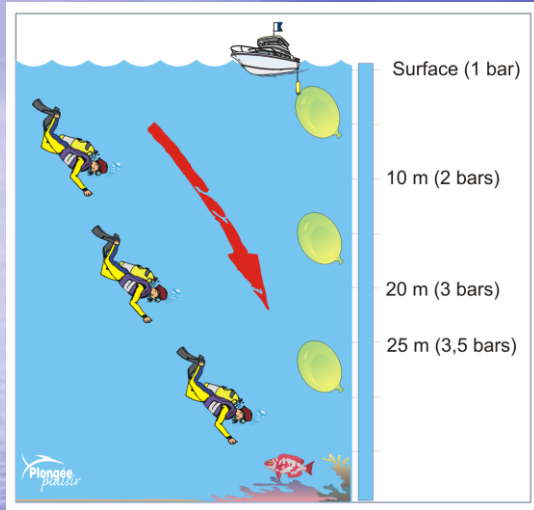
Risques en plongée

1. Otite barotraumatique
2. Atteinte du tympan
3. Barotraumatisme de l'oreille interne
4. Vertige alterno-barique
5. Accident de décompression
6. Otite infectieuse

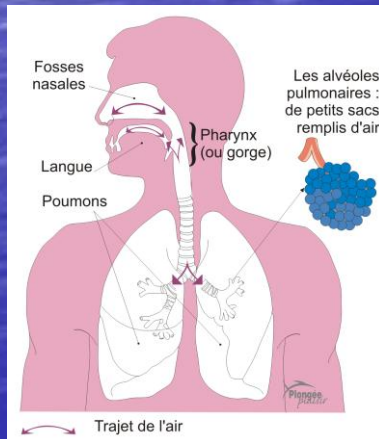
*Rôle du guide de palanquée
(prévention et conduite à tenir)*

Niveau PE40 : Accidents

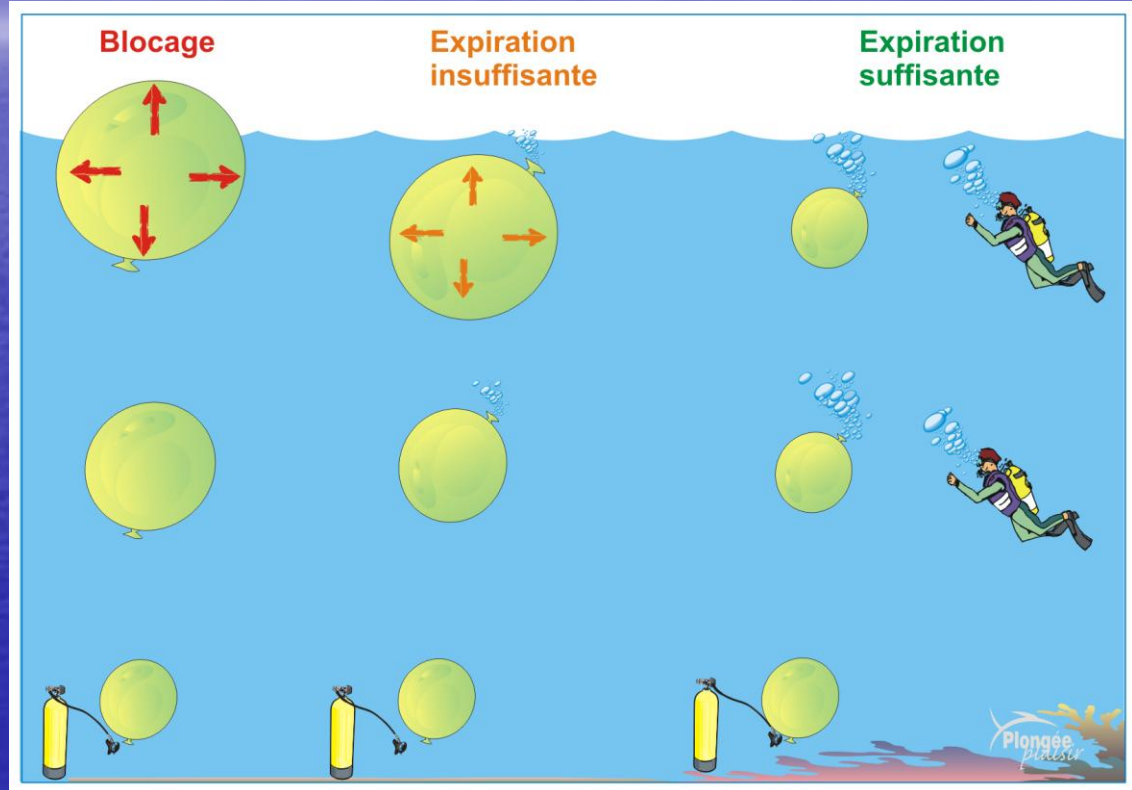
Les barotraumatismes



Les poumons à la descente



Les poumons à la remontée



Surpression pulmonaire

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Plongée Pailleur

SURPRESSION PULMONAIRE

Sang mêlé à la salive

1. **Embolie cérébrale**
(oblitération de vaisseaux sanguins par des bulles d'air)

2. **Lésions alvéolaires**
(air dans la petite circulation)

3. **Pneumothorax**
(atteinte de la plèvre, air dans la cavité pleurale)

4a. **Emphysème du médiastin**
(gaz dans les tissus)

4b. **Emphysème sous-cutané**

Schéma inspiré par C. Arzillier

CAUSES

Blocage expiration
Expiration insuffisante

PREVENTION

Pour soi :

- Ne jamais bloquer l'expiration
- Insister sur l'expiration si remontée rapide
- Développer de bons automatismes

Guide :

- Vitesse de remontée (9 à 12 m/min)
- Vigilance accrue dans les 10 derniers mètres
- Jamais plus vite que le guide
- Empêcher remontée panique
- Si eau trouble, limiter le nombre de plongeurs

ALERTE

En mer : VHF-16 ou ASN-70 (CROSS)*
A terre : Téléphone 15 (SAMU)

* Conformément au décret 88-531 du 2 mai 1988

SECOURIR

OXYGENE 100%
REHYDRATER (eau, jus de fruit : 1 litre)
ASPIRINE* (proposer : 500 mg maximum pour un adulte)
ALLONGER ET RECHAUFFER

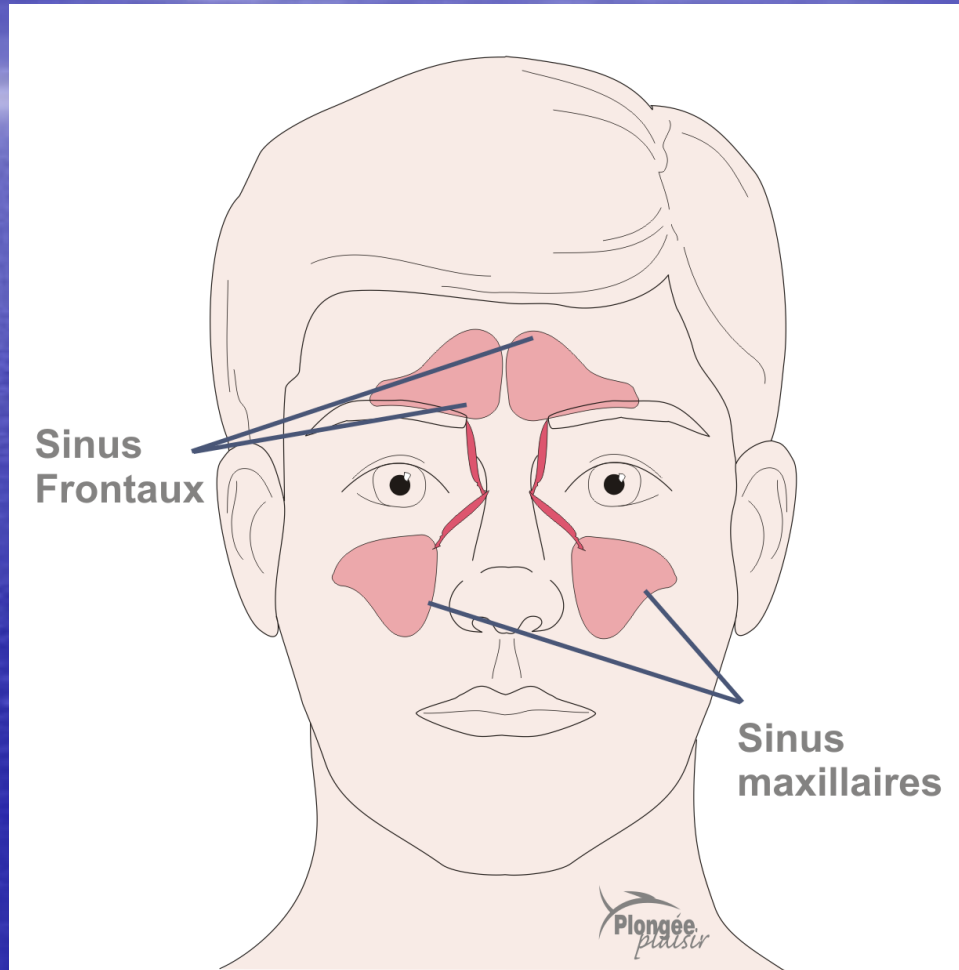
* Conformément aux dispositions du code du Sport.
Sujets conscients ni allergiques ni intolérants. L'aspirine est un médicament, il doit donc être prescrit par un médecin ou donné à la demande expresse de la victime.

Nota : Les médecins des centres hyperbares préfèrent un accidenté vierge de toute prise médicamenteuse, donc pas d'aspirine.

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

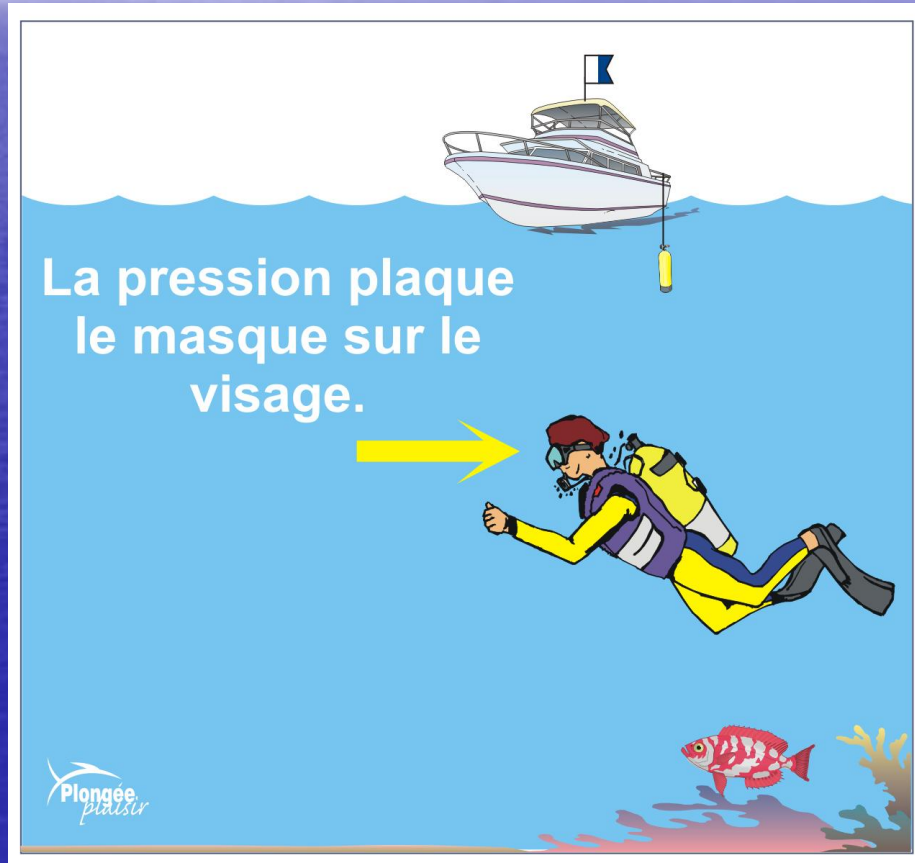
A la remontée
et à la descente



Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Le placage peut
survenir aussi en
plongeant du
bateau avec la
bouteille dans le
dos



Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Accident	Quand	Symptômes	Conduite à tenir	Prévention
Oreilles	Remontée Descente	Douleurs parfois violente Baisse d'audition Vertiges Acouphènes Écoulement par le conduit	Revenir à une profondeur sans douleur Redescendre doucement Si cela est impossible, stopper la plongée	Équilibre dès le début Ne pas continuer à descendre Pas de Valsalva forcé en profondeur Ne pas plonger enrhumé Pas de pulvérisation de vasoconstricteur

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Accident	Quand	Symptômes	Conduite à tenir	Prévention
Poumons	Remontée	Signes généraux État de choc, hypotension Tachycardie Signes pulmonaires Violente douleur à la Poitrine Sensation d'étouffement d'angoisses Cyanose superficielle Toux, crachat « rouge » Signes neurologiques Crise convulsive, éphasie Hémiplégie ou quadriplégie Coma Emphysème sous-cutané Signe de la surpression pulmonaire	Évacuation caisson hyperbare O2 Aspirine Position semi assise (si conscient) Position de Trendelenburg (sinon) (30 à 40°) Nota : Les médecins des centres hyperbares préfèrent un accidenté vierge de toute prise médicamenteuse, donc pas d'aspirine.	Pas de Valsalva à la remontée Contrôler sa vitesse de remontée Ne pas retenir sa respiration Remonter en regardant la surface Respecter les contre-indications Signaler lors de la visite médicale tout problème pulmonaire Ne pas plonger juste après une bronchite Toujours penser à expirer en remontant Prudence pendant les exercices de remontée sans embout

Le comité directeur de la FFESSM a décidé de supprimer la prise d'aspirine en février 2020 dans les cas d'accident de plongée car l'aspirine n'est pas prévue par le code du sport. (CR 02/2020).

Cependant, le consensus de 1996 qui avait instauré cette « règle » optionnelle n'a pas été modifié.

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Accident	Quand	Symptômes	Conduite à tenir	Prévention
Sinus	Descente Remontée	Douleur très intense Mouchage muqueux ou saignement du nez	Sous l'eau Revenir jusqu'à la disparition de la douleur Sur le bateau Si la douleur persiste, consulter	Ne pas plonger enrhumé Descendre et remonter doucement en soufflant par le nez

Niveau PE40 : Accidents

Les barotraumatismes

Accident	Quand	Symptômes	Conduite à tenir	Prévention
Masque	Saut Descente	Douleur au niveau de l'œil Gonflement des paupières Saignement de nez Hémorragie sous conjonctivale	Sortir de l'eau Consulter un ophtalmologiste	Limiter la vitesse de descente Souffler à la descente Ne pas plonger du bateau
Dents	Descente Remontée	Douleur de plus en plus grande pouvant aller jusqu'à l'implosion ou l'explosion de la dent	Revenir à une profondeur sans douleur	Dentiste une fois par an Avoir une bonne hygiène dentaire Attention aux prothèses ou appareils en retirant l'embout Ne pas prendre d'aspirine
Estomac Intestins	Remontée	Douleur abdominale Contraction abdominale	Prendre un antispasmodique si la douleur persiste sur le bateau Consulter un médecin si cela ne passe pas	Alimentation, boisson gazeuse Manger calmement en mastiquant bien Attendre 2 ou 3h après un repas copieux un embout adapté pour ne pas respirer trop d'air Pas de stress

Niveau PE40 : Accidents

L'œdème pulmonaire d'immersion

L'œdème pulmonaire d'immersion peut survenir durant une plongée sous-marine, une plongée en apnée ou durant la natation. C'est une pathologie rare, souvent récidivante, touchant principalement les individus âgés de plus de 50 ans et hypertendus mais qui survient également chez des individus jeunes avec un cœur sain. Les symptômes principaux sont une dyspnée (sensation de respiration désagréable et gênante), une toux et des hémoptysies (une expectoration de sang). L'évolution est souvent favorable sous traitement d'oxygène mais des décès sont rapportés. Un bilan cardiologique et pulmonaire est nécessaire pour évaluer le risque de récurrence et une éventuelle contre-indication à l'immersion.

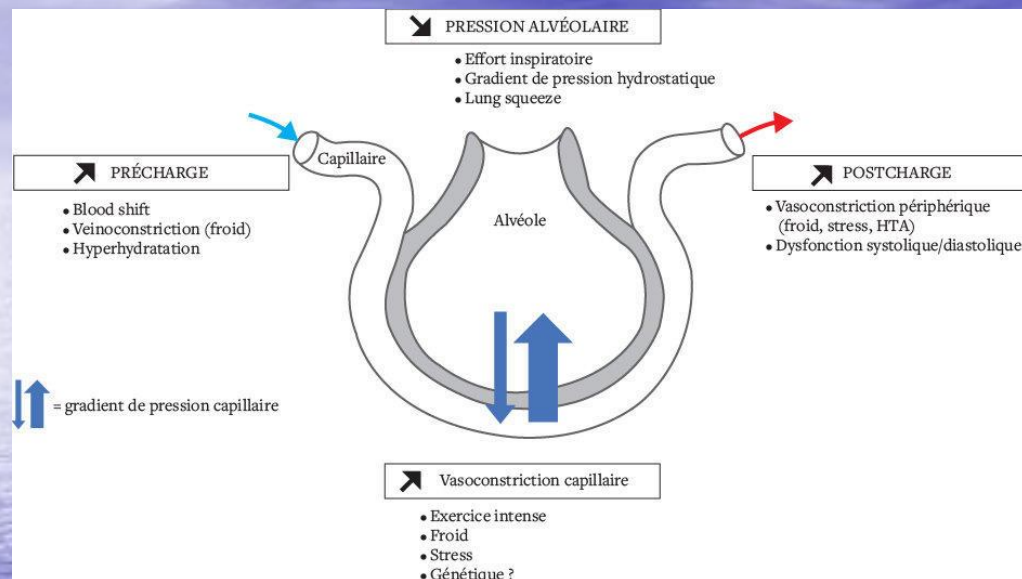
Reconnus	Possibles
Eau froide	Obésité
Effort physique	Age
HTA	Stress
	Sexe féminin
	Matériel (détendeur mal réglé, combinaison serrée,...)
	Hyperhydratation
	AINS

HTA : hypertension artérielle
AINS : Prise d'anti-inflammatoire
non stéroïdien

Liste des facteurs favorisant la survenue d'un OPI (œdème pulmonaire d'immersion)

Niveau PE40 : Accidents

L'œdème pulmonaire d'immersion



L'œdème pulmonaire se définit par la présence de liquide dans l'alvéole suite à la rupture de la barrière alvéolocapillaire.

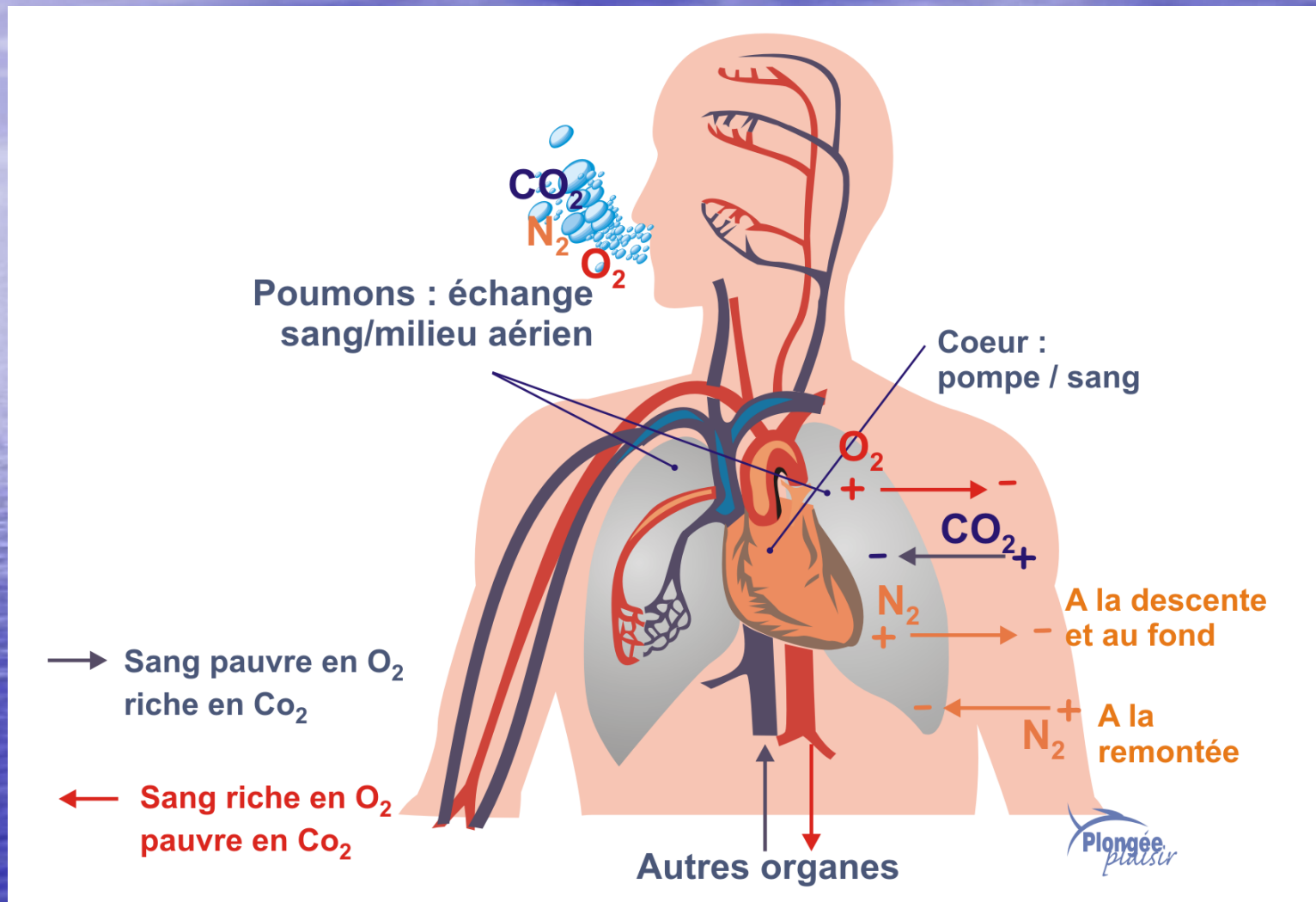
Lung squeeze : compression des poumons
Blood shift : Transfert de sang

	OPI	Barotraumatisme	ADD pulmonaire
Début de la symptomatologie	Début au fond, s'aggrave à la remontée	Immédiat, lors de la remontée	Début tardif, à la remontée ou au décours d'une plongée
Profil de la plongée	Variable	Vitesse de remontée rapide, glotte fermée	Plongée à saturation, non-respect des paliers de décompression
Caractéristique du plongeur	Variable	Novice	Expérimenté
Spécificités	Tendance à la récurrence, associé à l'HTA et au froid	Pathologie pulmonaire sous-jacente (asthme, BPCO, emphysème, dyskinésie du larynx)	Symptômes cutanés, articulaires ou neurologiques concomitants

Diagnostics différentiels d'un OPI

Niveau PE40 : Accidents

La décompression

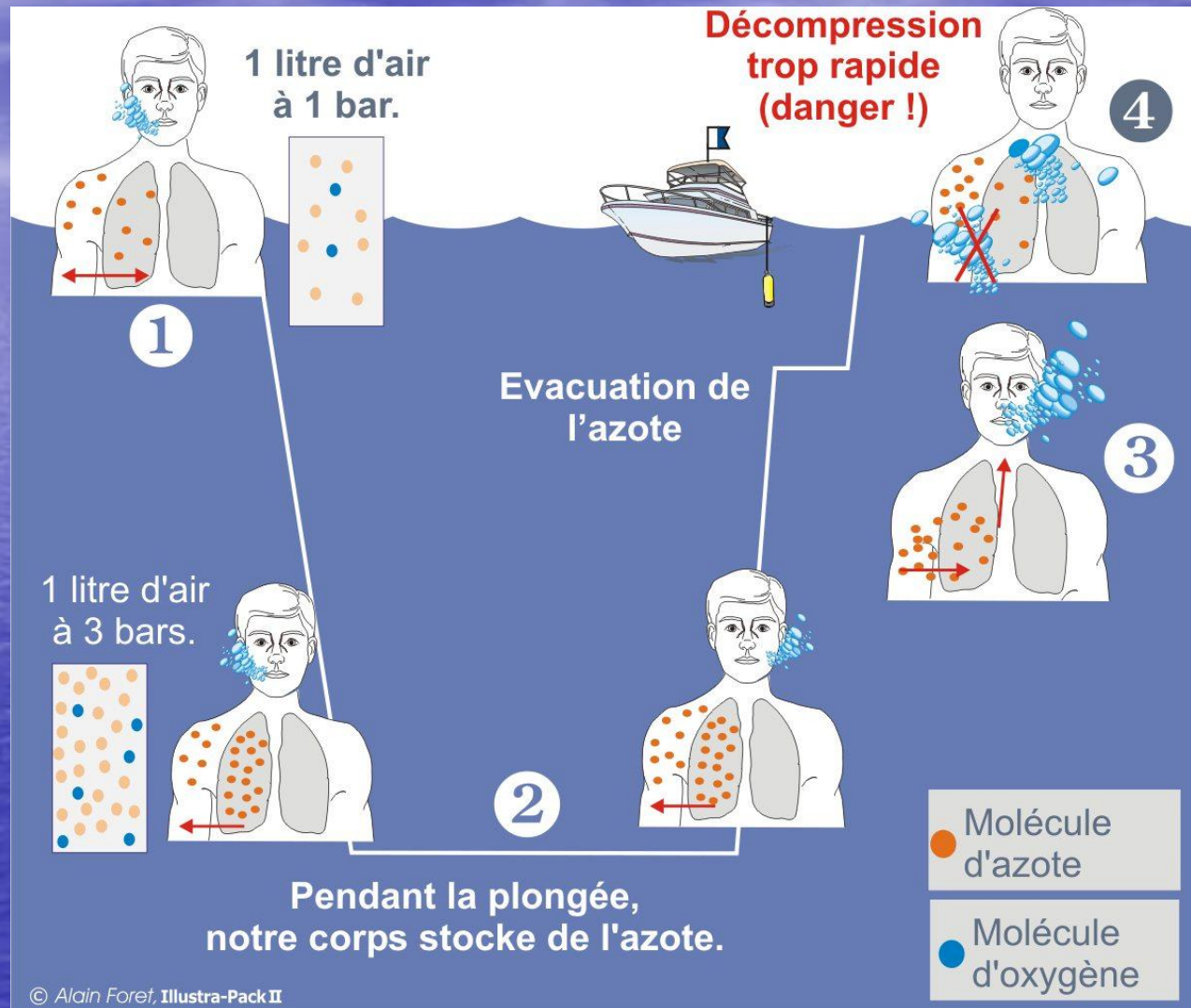


Les échanges gazeux

Niveau PE40 : Accidents

La décompression

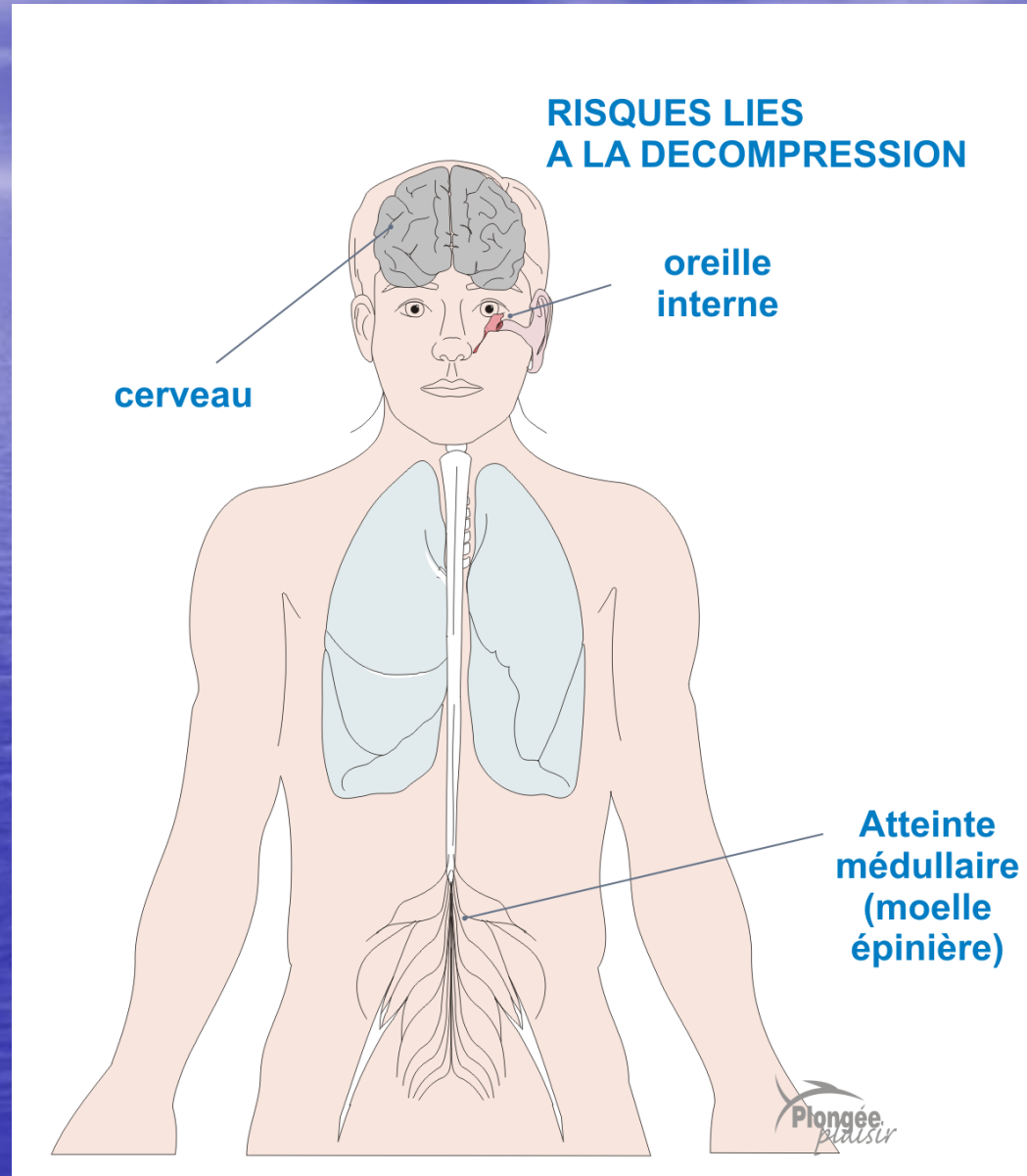
Plongée et azote



© Alain Foret, Illustra-Pack II

Niveau PE40 : Accidents

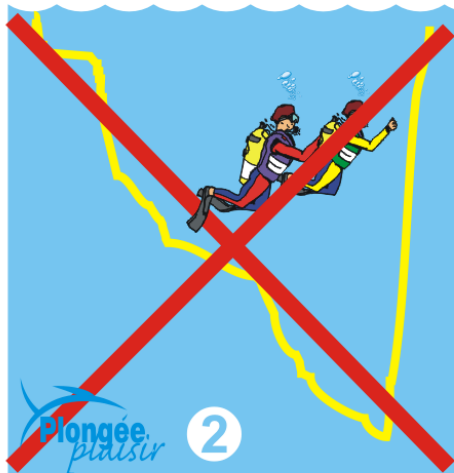
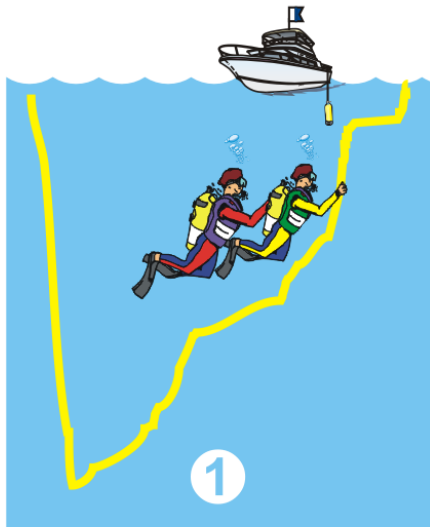
La décompression



Niveau PE40 : Accidents

La décompression

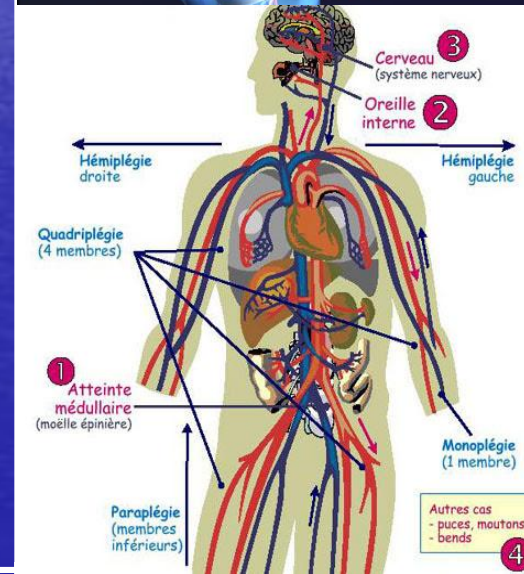
Profils à risques



Niveau PE40 : Accidents

L'accident et la maladie de décompression

Type	Quand	Symptômes	Conduite à tenir
Bend	Lors de la décompression	Douleur lancinante aux Articulations (genoux, épaule, etc.)	Allonger le plongeur jambe surélevées Le sécher et le tenir au chaud Lui faire respirer de l'O ₂ 15l/mn Consigner l'état initial Appeler les secours VHF canal 16 ou 112
Cutanés	Plus courant avec les vêtements secs	Puces (démangeaisons) Moutons (douleur, éruption cutanée), sur Le tronc, les mains etc. Jamais pieds et jambes	Si le plongeur est conscient : Faire boire 1l d'eau/heure Si le plongeur est inconscient Ne pas lui donner à boire PLS
Médullaire	Remontée En surface Différé	Douleur dorsolombaire Picotement des membres Engourdissement Faiblesse des membres Paraplégie Rétention d'urine	Nota : Les médecins des centres hyperbares préfèrent un accidenté vierge de toute prise médicamenteuse, donc pas d'aspirine.
Cérébraux	Remontée En surface Différé	Étourdissement => Coma Confusion, désorientation Trouble du comportement Convulsions Maux de tête Troubles de l'élocution Amnésie	Hémiplégie Monoplégie Paraplégie Tétraplégie Trouble de la sensibilité ➔ Arrêts cardio-respiratoire



Conseil futé

Faire un palier de sécurité de 3' à 5m ou majorer les paliers donnés par l'ordinateur de 3'.

La plupart des ordinateurs proposent ce « stop » de 3'.

Niveau PE40 : Accidents

La décompression

Type	Quand	Symptômes
Vestibulaire	Remontée En surface Différé (jusqu'à 3 jours)	Grand vertige rotatoire Nausées, vomissements Perte d'audition, bourdonnement Somnolence inhabituelle

Paliers profonds : à désactiver, au moins pour les plongées à l'air

La pratique des paliers profonds n'est pas validée sur le plan scientifique, au moins pour les plongées à l'air.

Elle conduirait à générer plus de bulles que les paliers conventionnels et donc à augmenter le risque d'accident. En conséquence cette pratique est déconseillée.

L'option "paliers profonds" des ordinateurs de plongée doit donc être désactivée.

Les facteurs individuels de risque

1. Mauvaise forme physique, longs trajets pour aller plonger, manque de sommeil, fatigue excessive y compris sur le plan psychique : stress au travail, problèmes familiaux ou professionnels durables, perte d'emploi, situation de divorce, etc. ;
2. Mauvaise hygiène de vie : tabac (cela augmenterait la viscosité sanguine par 3 ou 4 , alcool, nourriture trop riche...) ;
3. Âge > 40 ans ;
4. Poids ;
5. Antécédent de maladie grave, prise régulière de médicaments ;
6. Manque de pratique récente : plongées précédentes remontant à plusieurs semaines. Pour les plongeurs de loisir français de Métropole, le cas typique est celui des plongées du mois de mai, à l'ouverture de la saison. C'est la période où le CROSS constate le plus d'accidents graves de plongée car de nombreux plongeurs sédentaires durant l'hiver, plutôt que de prévoir une phase de réadaptation progressive à la profondeur, en profitent pour plonger à la limite de leurs prérogatives. Le bon sens voudrait pourtant que l'on soit prudent et qu'après une interruption de quelques semaines ou mois, on reprenne l'activité progressivement, à l'image de ce qui se pratique en alpinisme ou en aéronautisme par exemple. Profil à risque : 50 ans, 50 m, plongeur aguerri.

Selon que vous cumulez 2, 3, 4, ou plus de ces facteurs favorisants, il vous faut :

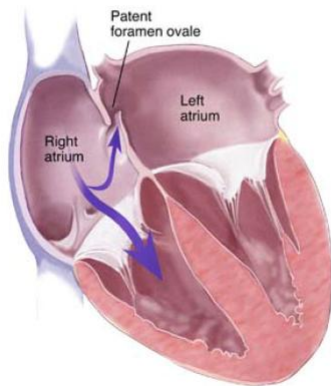
- Limiter la profondeur (ex. 20 m) ;
- Limiter le temps de plongée ;
- Utiliser du nitrox ;
- Respecter un intervalle entre deux plongées d'au moins 3 à 4 h ;
- Accroître les paliers (par exemple en utilisant le mode « personnalisation » de votre ordinateur) ;
- Ne faire qu'une plongée par jour ;
- Voire même renoncer temporairement à plonger lorsque trop de facteurs sont réunis.

Le FOP (foramen ovale perméable)

En 2018, pour la Commission médicale et de prévention de la FFESSM (Fédération française d'études et de sports sous-marins), un FOP ne représente qu'une contre-indication temporaire à la plongée, le temps de conduire une évaluation spécifique au patient et de statuer sur les mesures de prévention à prendre. Sur avis médical spécialisé, un plongeur porteur d'un FOP peut être autorisé à plonger en respectant des consignes de prévention (dites "*low-bubble diving*" : plongée peu génératrice de bulles), certes contraignantes, mais qui permettent de ne pas abandonner la discipline.

FOP et PLONGEE

Le casse tête du plongeur !



.... Ou pas ?

30% de la population

SUHMS
SWISS UNDERWATER AND HYPERBARIC MEDICAL SOCIETY
SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR UNTERWASSER-
UND HYPERBARMEDIZIN
SOCIÉTÉ SUISSE DE MÉDECINE SUBAQUATIQUE ET HYPERBARE
SOCIETÀ SVIZZERA DI MEDICINA SUBACQUEA E IPERBARICA

RECOMMANDATIONS 2007
FORAMEN OVALE PERMÉABLE

15 Règles pour la plongée „low bubble diving”

.... diminution de la formation de bulles:

- 1 Débuter la plongée à la profondeur maximale prévue.
- 2 Pas de plongée yoyo. Pas de descentes répétitives dans la zone des 10m.
- 3 Réduction de la vitesse de remontée à 5 m/min. pour les derniers 10 m.
- 4 Palier de sécurité entre 3 et 5 m pendant au minimum 5 à 10 minutes.
- 5 Uniquement des plongées dans la courbe de sécurité. Pas de plongée avec décompression.
- 6 Au minimum 4 heures d'intervalle de surface avant la prochaine plongée.
- 7 Maximum deux plongées par jour.
- 8 Au moins deux heures d'attente avant de rejoindre un point plus élevé en altitude que le site de plongée.
- 9 Eviter un grand réchauffement de la peau après la plongée. P.ex. bain de soleil, douche chaude, sauna.
- 10 Eviter le froid, la déshydratation ainsi que l'abus de nicotine.
- 11 Plonger avec un mélange de Nitrox mais avec les tables de décompression à l'air. Attention à la toxicité de l'O₂.
- 12 Des ordinateurs de plongée avec des logiciels spécialisés permettent de diminuer les risques.

.... diminution du risque de passage des bulles dans la circulation artérielle:

- 13 Pas d'effort physique dans les 10 derniers mètres de la remontée. Eviter le travail physique ainsi que le palmage dans les courants en fin de plongée.
- 14 Pas d'effort physique dans les 2 heures qui suivent une plongée. Ne pas gonfler son gilet par insufflation directe. Décapelage dans l'eau et prise en charge du matériel par des aides à la sortie. Pas de remontée en forcé sur le bateau ou sur la rive (sans pression!). Le matériel lourd ne sera pas transporté par le plongeur.
- 15 Défense formelle de plonger en cas de refroidissement. La toux ainsi que les manœuvres d'équilibrage forcées (Valsalva) favorisent le passage de bulles.

Le FOP (foramen ovale perméable)

L'intervention chirurgicale : La fermeture du **FOP** est réalisée dans une salle de cathétérisme cardiaque spacieuse avec un environnement stérile. Une perfusion est placée au niveau du bras du patient afin de lui administrer divers médicaments (anticoagulants, sédatifs, antibiotiques pour prévenir l'infection).

Selon le Dan, Après la fermeture du FOP, le plongeur doit patienter au minimum trois mois avant de reprendre ses activités de plongée. Les tests médicaux doivent confirmer la fermeture complète du foramen ovale, et le patient doit avoir achevé son traitement antiplaquettaire. Il est important de garder à l'esprit que la principale cause de la MDD est une exposition significative à la plongée (en termes de profondeur, temps et vitesse de remontée). Toute personne effectuant des plongées extrêmes court un risque de MDD, et ce même sans présenter de FOP.



Le FOP (foramen ovale perméable)

Préconisations de la FFESSM en cas de poursuite de l'activité après la découverte d'un FOP

Réduire la production de bulles circulantes, c'est-à-dire :

- ne pas réaliser de plongées nécessitant des paliers (plonger uniquement dans la courbe de sécurité),
- ne pas réaliser de plongées successives,
- ne pas plonger au-delà de 30 m,
- éviter les efforts en plongée,
- éviter les efforts musculaires pendant les 3 h suivant l'émersion,
- ne pas réaliser de plongées ludion (profil en "yo-yo"),
- réaliser une remontée lente (proche de 10 m/min),
- privilégier la plongée au nitrox.

Ne pas modifier la pression intrathoracique, c'est-à-dire :

- ne pas réaliser de manœuvre de Valsalva intempestive ou forcée,
- ne pas pratiquer d'apnée après une plongée en scaphandre au cours de la même journée,
- éviter les efforts en isométrie à glotte fermée (remontée du mouillage, portages intempestifs, remontée à bord avec le bloc sur le dos, efforts de toux...),
- éviter la plongée en cas de mal de mer avec vomissements,

Contrôler les facteurs de risque, c'est-à-dire :

- ne pas plonger fatigué, stressé...,
- avoir une bonne condition physique,
- avoir un entraînement progressif et régulier,
- se méfier de la surcharge pondérale, être encore plus vigilant au-delà de 40 ans.

Eviter les profils à risque

Il est aujourd'hui avéré que certains profils de plongée comportent des risques, par l'augmentation du nombre de bulles qu'ils occasionnent.

Ce sont :

- Les remontées rapides.
- Les plongées « yo-yo » ou en « dents de scie » (même si la vitesse de remontée est lente), une remontée de 10 m (1 bar de variation de pression, indépendamment de la profondeur) étant suffisante pour créer des bulles dont les effets physiologiques ne sont pas neutralisés par une redescente.
- Les plongées consécutives, et les plongées successives rapprochées.

L'étude de DAN Europe sur le sujet 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.

Eviter les comportements à risque

- Éviter les hyperpressions thoraciques, elles peuvent provoquer l'ouverture de shunts cardiaque (foramen ovale perméable) ou pulmonaires, ce qui autorise le passage de bulles veineuses dans le circuit artériel. Il faut donc proscrire les manœuvres de Valsalva à la remontée ou au palier, ainsi que les efforts violent (exemple, relever une ancre à la main, remonter une bouteille en force à bord d'un pneumatique...).
- Éviter de faire du sport, et de manière générale, tout effort violent (exemple, remonter un mouillage conséquent), dans les 2 heures qui suivent une plongée. Dans un organisme sursaturé en azote, cela ne peut que favoriser la création de bulles.
- Éviter aussi de pratiquer de l'apnée moins de 6 heures après une plongée en scaphandre. Cela entrave l'élimination naturelle de l'azote, avec des conséquences non mesurées sur les plongées successives. De plus, les multiples phases de descentes et remontées, souvent rapides, augmentent les risques d'apparition de bulles.
- Monter en altitude ou prendre l'avion après une plongée peut favoriser l'apparition d'un accident de désaturation.
- 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 très répandue 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 » ... ou de prendre ses responsabilités.

Le Two-tanks dive (Selon plongée Plaisir/Worlddivers)

Pour plongée plaisir, la plongée en partant avec deux blocs (« two-tank dive ») est une pratique courante dans les eaux tropicales. Elle permet au prestataire de proposer deux plongées en une seule sortie et aux plongeurs d'avoir une demi-journée de libre tout en ayant effectué deux plongées, ce qui est idéal en vacances. Les conditions habituelles de réalisation sont fondamentales car elles déterminent le domaine de validité de cette pratique :

- Une première plongée sans palier, limitée à 1 h, dans la zone des 18 m ;
- Une seconde plongée moins profonde, de l'ordre de 12/15 m, dans les 30 à 45 min qui suivent la sortie de la première plongée, limitée également à 1 h.

Conseil

Nous **déconseillons** la pratique du « two-tank dive » :

- lors de plongées avec paliers obligatoires ;
- pour une plongée au-delà de 20 m, même sans palier obligatoire ;
- lors de plongées de reprise d'activité.

Le Two-tanks dive

Notre avis :

A partir du Niveau PE40, vous avez assez d'éléments théoriques pour décider ce que vous souhaitez faire. Et comme l'autonomie entre niveaux 2 est limitée à 20m, l'incidence n'est pas forcément capitale.

Ayez juste en tête que ce type de plongée augmente le risque d'ADD que vous ayez ou non des facteurs de risque, sachant qu'après 2 plongées dans la journée, votre ordinateur ne donne qu'une indication, pas un modèle aussi précis que lors des deux premières journées.

Par contre, ce que ne dit pas « plongée plaisir », c'est que cette pratique est très rentable pour les clubs, sachant que certains clubs facturent même un supplément en plus du prix de 2 plongées : Moins de carburant, et un staff qui travaille moins puisqu'il n'y a pas d'AR vers le club, tout comme il n'y a pas de rangement à faire.



Niveau PE40 : Accidents

La décompression

PREVENTION

- Eviter les hyperpressions thoraciques, elles peuvent provoquer l'ouverture de shunts cardiaque (foramen ovale perméable) ou pulmonaires. Il faut donc proscrire les manœuvres de Valsalva à la remontée ou au palier, ainsi que les efforts violents (exemple, relever une ancre à la main, remonter une bouteille en force à bord d'un pneumatique...).
- Éviter de faire du sport, et de manière générale, tout effort violent (exemple, remonter un mouillage conséquent), dans les 2 heures qui suivent une plongée.
- Éviter aussi de pratiquer de l'apnée moins de 6 heures après une plongée en scaphandre. Cela entrave l'élimination naturelle de l'azote, avec des conséquences non mesurées sur les plongées successives. De plus, les multiples phases de descentes et remontées, souvent rapides, augmentent les risques d'apparition de bulles.
- Monter en altitude ou prendre l'avion après une plongée peut favoriser l'apparition d'un accident de désaturation (12 à 24h)
- 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 très répandue 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 » ... ou de prendre ses responsabilités.

Concept des M-values

- M-value = limite de sursaturation tolérée par un compartiment

Développé d'abord par Workman (~1965) :

- Relation linéaire entre P ambiante et Tension gaz inerte (N2 et Hélium) tolérée dans chaque compartiment
- Fonction des périodes des compartiments ET de la profondeur
- M-values = Paire de coefficient (a, b) définissant une droite:
 $TN_2 = a \times P_{abs} + b$ pour chaque compartiment

Améliorations Bühlmann (ZH-L12 en 1983 puis ZH-L16 en 1990...):

- Adaptation pour les plongées en altitude: prise en compte du gaz alvéolaire (vapeur d'eau et CO2)

=> Utilisé par la plupart des ordinateurs du marché 16 compartiments dont le plus long est 635 mn !

Concept des GF (facteurs de gradient)

Le concept consiste à rajouter une sécurité pour les paliers sur les données issues des ordinateurs. Il permet de tenir compte de facteurs de risque tels que l'âge, le surpoids, la fatigue, l'effort, etc.

Selon les marques, ce sont les réglages :

- L0, L1, L2. . . (Scubapro) ;
- MBL0, MBL1, MBL2. . . (Scubapro) ;
- P0, P1, P2. . . (Suunto) ;
- R0, R1, R2. . . (Mares) ;
- SF0, SF1, SF2. . . (Cressi sub, Tusa);
- SFT LEV (Seac) ;
- ...

L0 signifie un GF de 90/90 (absence de facteur de risque). C'est le mode le moins conservateur.

L1 est donc plus conservateur 85/85.

Etc.

Caractéristiques des modèles (néo) Haldanien

- L'air respiré sous pression entraîne la dissolution de l'azote dans un nombre fini de compartiments qui représentent le plongeur (exemples: 12 pour MN90, 16 pour Bühlmann)
- Les échanges alvéole /sang et sang / compartiment sont instantanés
- Chaque compartiment est défini par:
 - Sa période définissant la vitesse de charge / décharge : Plus les compartiments sont irrigués (modèle à perfusion), plus l'équilibre des pressions est réalisé rapidement (période courte = taux de perfusion élevé)
 - Un Critère de remontée défini par un coefficient ou limite de sursaturation admissible – on remonte tant que la limite n'est pas atteinte : les paliers lorsqu'ils sont nécessaires sont réalisés proches de la surface
- Pour chaque compartiment :
 - Répartition du gaz dissout homogène et pas d'échanges entre les compartiments
 - Charge et décharge sont symétriques (même vitesse)
 - Une bonne désaturation est une désaturation sans bulles – bulles = accident

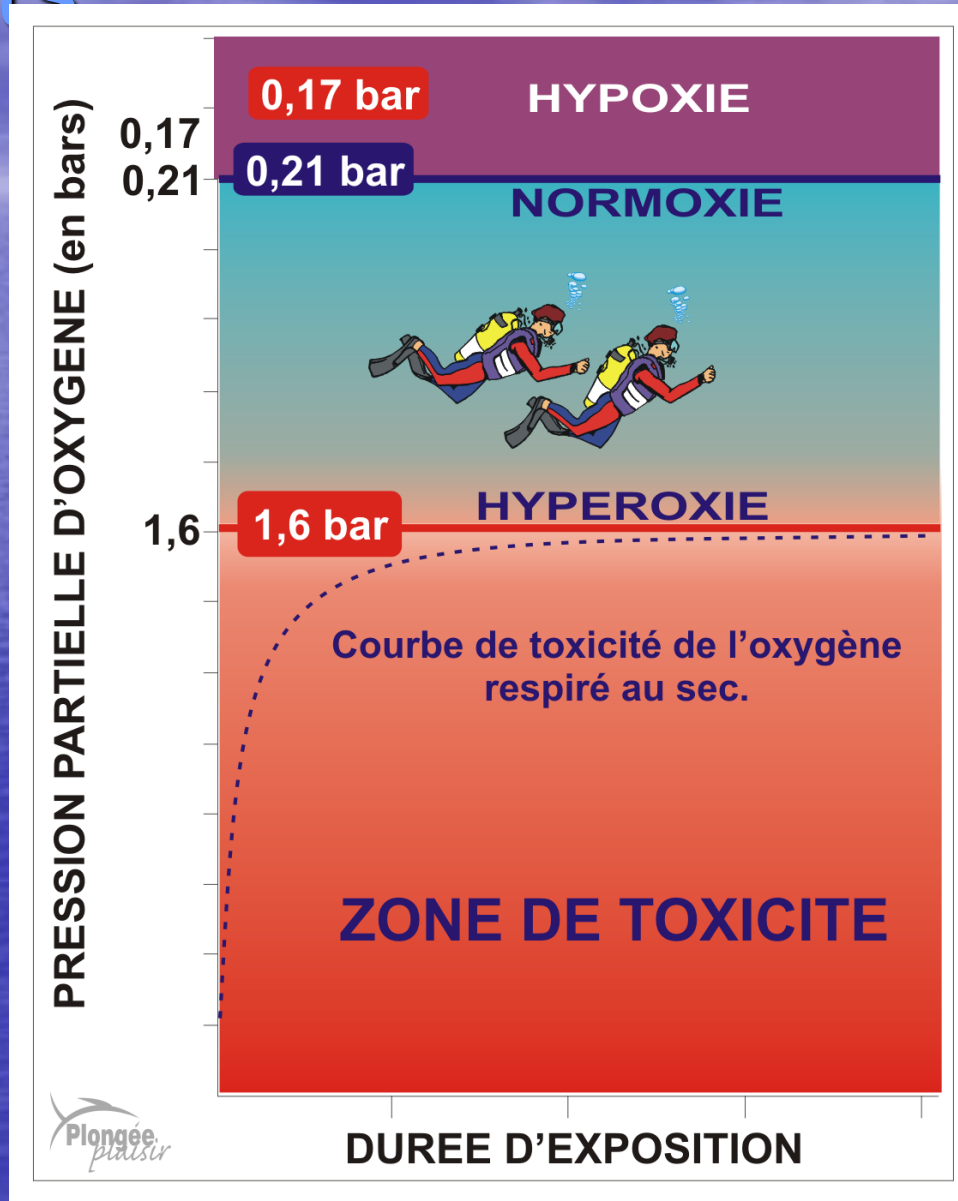
Niveau PE40 : Accidents

Les accidents biochimiques



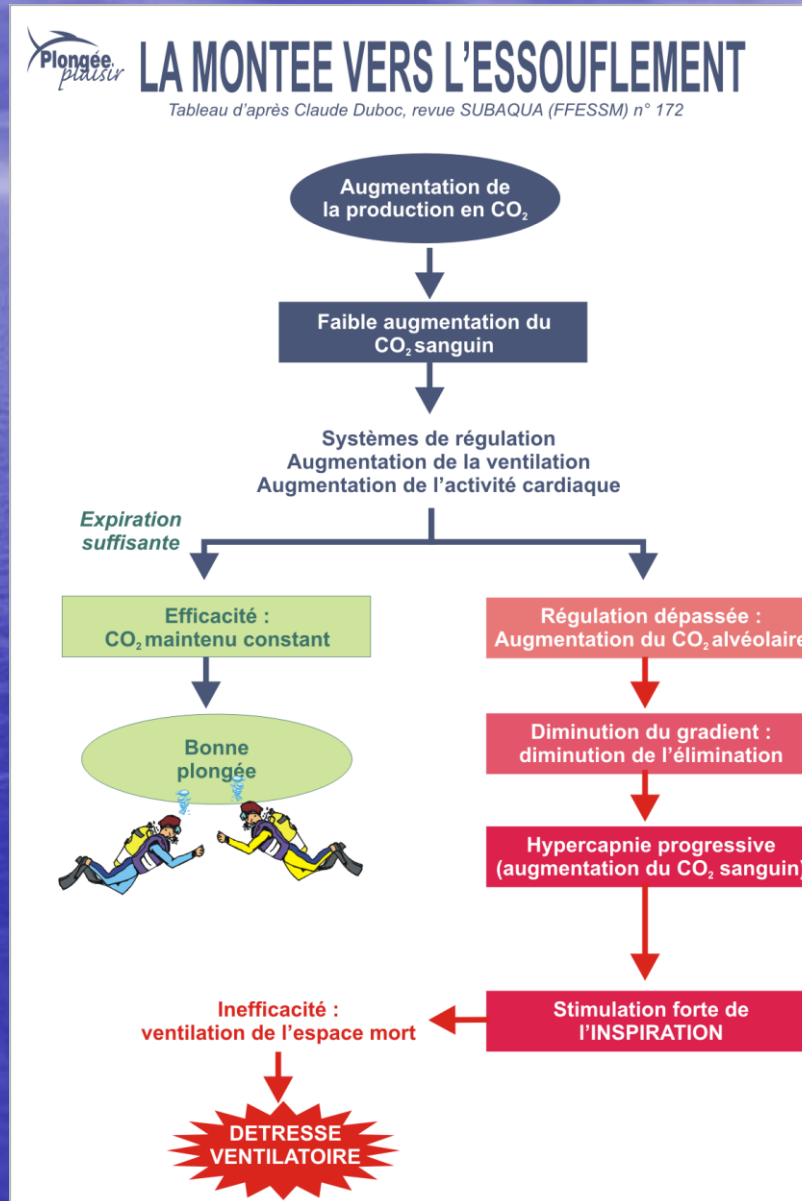
Niveau PE40 : Accidents

Les accidents biochimiques



Niveau PE40 : Accidents

Les accidents biochimiques



Niveau PE40 : Accidents

Les accidents biochimiques

Type d'accident	Symptômes	Conduite à tenir	Facteurs favorisants
La narcose	Euphorie Détachement du monde extérieur Dialogue interne Baisse d'attention Baisse de l'activité mentale Diminution des capacités intellectuelles Ralentissement de la perception des stimuli auditifs et visuels	Remontée et arrêt de la plongée	Obésité Rapidité de la descente Exercice musculaire intense Alcool avant la plongée Appréhension du plongeur Etat de fatigue du plongeur avant la plongée Manque d'expérience à la profondeur
Le CO ₂	Essoufflement Céphalées Gêne respiratoire Nausées Vomissements Bouffées de chaleur Perte de connaissance	Arrêt de toute activité sous l'eau Forcer l'expiration Remonter de quelques mètres Prévenir la palanquée Arrêt de la plongée	Mauvaise condition physique Détendeur trop dur
Le CO	La nausée, les maux de tête, de la faiblesse, de la maladresse, de la confusion Cas grave : des convulsions, une perte de connaissance ou un coma	Arrêt de la plongée, Mise sous O ₂ , caisson hyperbare dans les formes graves	Gonflage de la bouteille (air non correct)

Niveau PE40 : Accidents

Les accidents biochimiques

L'O ₂	<u>Hypéroxie</u>	Trop de pression partielle d'oxygène dans le sang Phase 1 : Phase tonique de contracture généralisée (moins de 1minute) Phase 2 : Phase clonique de convulsion avec morsure de la langue et émission d'urine (2-3 minutes) Phase 3 : Phase de coma post-critique (10 minutes) état de conscience confus et désorienté
	<u>Hypoxie</u>	Pas assez de pression partielle d'oxygène dans le sang (Risque lié à l'apnée) Limiter l'hyper ventilation (règle des 3/3)
	<u>Anoxie</u>	Ne pas plonger seul Rendez-vous syncopal des 7 m Hypoxie très grave
	Pression partielle d'O ₂ maximale : 1,6b Profondeur maximale à l'air = 70 m limite 60 m en France Plongée au Nitrox : Ne jamais plonger en dessous de la profondeur prévue lors de la préparation du mélange	

Niveau PE40 : Accidents



FROID ET PLONGÉE

Eau → Neutralité thermique 33°C → Refroidissement 25 fois plus rapide que dans l'air → Convection
Conduction
Ventilation

1. Réduction des pertes caloriques

Insuffisant ?

Vasoconstriction périphérique (afflux de sang vers les organes centraux)

- Doigts gourds, perte de sensibilité (mains, pieds), diminution de l'habileté manuelle.
- Apparition de l'envie d'uriner

2. Production de chaleur

Insuffisant ?

- Frissons
- Tremblements
- Crampes
- Hyperventilation

- Troubles de la coordination
- Difficultés à maintenir le détendeur en bouche
- Baisse de la vigilance
- Favorise l'essoufflement

3. Hypothermie

Limites atteintes

Baisse de la température centrale

Le froid est un facteur favorisant les accidents de décompression

Niveau PE40 : Accidents

Le froid

Symptômes	Conduite à tenir
Frissons Tremblement	Faire signe et remonter sans effort Assistance pour la remontée
Claquage des dents Pâleur	Sur le bateau S'allonger à l'abri du vent Enlever la combinaison Se sécher Mettre des vêtements secs Recouvrir avec la couverture de survie Protéger la tête du froid Faire respirer de l'oxygène Entourer de bouteille d'eau tiède (40° maxi)
Lèvres et mains cyanosées	Faire boire (si possible des boissons chaudes et sucrées)
Apathie avec difficulté à se concentrer, à se mouvoir	Appeler les secours s'il existe des troubles de la conscience
Apparition des maux de tête	
Gêne respiratoire	
Torpeur et confusion	

Niveau PE40 : Accidents

Le froid

Phase de compensation (34° à 37°)

- Hausse de la tension
- Vasoconstriction périphérique
- Contraction musculaire volontaire et frissons
- Augmentation de la consommation d'oxygène
- Diminution de la sensibilité, perte de mémoire
- Confusion mentale

Phase d'insuffisance relative (27° à 34°)

- Hallucination
- Obscurcissement de la conscience
- Baisse de la tension
- Arythmie cardiaque
- Arrêt du frisson
- Perte de conscience

Phase terminale

- Refroidissement physique du corps
- La mort survient entre 27° et 25 ° par fibrillation ventriculaire

Niveau PE40 : Accidents

Le mal de mer

Symptômes	Conduite à tenir	Conseils
Somnolence Sueurs froides Bâillements Nausées Vomissement	Sous l'eau Remonter immédiatement Faire le signal de détresse Sur le bateau Enlever la combinaison Mettre des vêtements chauds et secs S'allonger le plus près possible du centre de gravité du bateau et loin des odeurs de fioul Si le mal de mer n'est pas trop important Se mettre à l'eau	Discuter avec le voisin S'équiper au dernier moment Manger en évitant les aliments trop gras Ne pas s'embarquer l'estomac vide En cas de doute avec un ADD, alerter tout de même et traiter comme un ADD

Niveau PE40 : Accidents



La prévention la plus importante :
Ne plongez que si vous avez envie !