

Les Accidents de Désaturation

Mécanismes,
prévention et
conduite à tenir

Cours GP 2026

Béatrice Boschian / Arnaud Bouquin



Plan du cours

1. Introduction
2. Quelques Rappels
3. Les Mécanismes des ADD
4. Typologie des accidents
5. Les Facteurs favorisants
6. La Prévention : Le cœur de Métier du GP
7. Gestion de l'Accident
8. Conclusion

Pourquoi ce cours est-il critique pour le GP ?

- 1. Responsabilité élargie :** Vous passez de la gestion de votre sécurité (N3) à celle d'un groupe. Vous êtes responsable des paramètres de désaturation de la palanquée.
- 2. Prévention active :** La majorité des ADD s'évitent par une planification rigoureuse et une discipline à la remontée (vitesse, paliers).
- 3. Prise de décision :** En cas d'incident, le GP doit décider instantanément de la procédure à appliquer

À la fin de la séance, vous serez capables de :

- Expliquer simplement le mécanisme de l'ADD
- Identifier les facteurs favorisant les ADD et adapter la plongée
- Détecter les signes précurseurs et symptômes
- Gérer l'accident

“80% des ADD ont lieu sans faute de procédures”

En tant que plongeur autonome, vous suivez votre ordinateur.

En tant que Guide de Palanquée, vous devez anticiper l'invisible.

Aucun modèle mathématique ne peut garantir une sécurité absolue, les algorithmes sont conçus pour au mieux 2 plongées / jour.

1 accident/10 000 plongées. 1 accident/3000 plongées saturantes.

→ Les comportements et facteurs individuels sont les plus grandes causes des ADD.

Délais d'apparition des ADD

Quels sont les délais moyens d'apparition des ADD ?

50% des signes < **30 minutes**

80% des signes < **1 heure**

99% des signes <= **6 heures**



Quelques Rappels

Rappels

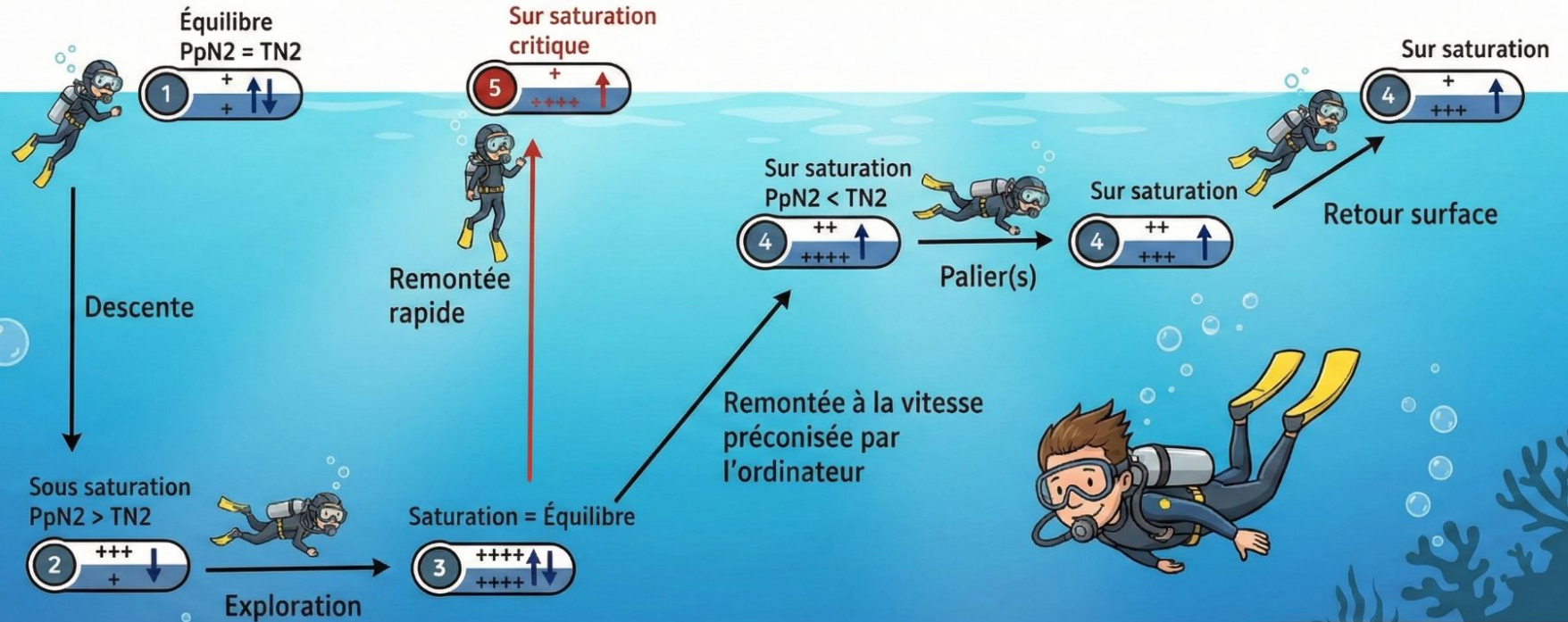
Quels sont les gaz responsables des ADD ?

L'azote (N₂) principalement, mais pas que...

Pour faire simple : *"Plus la pression d'un gaz sur un liquide est forte, plus ce gaz s'y dissout"*

→ La profondeur, la durée d'immersion, la température (le froid), les efforts ont des conséquences sur la saturation en N₂

Rappels

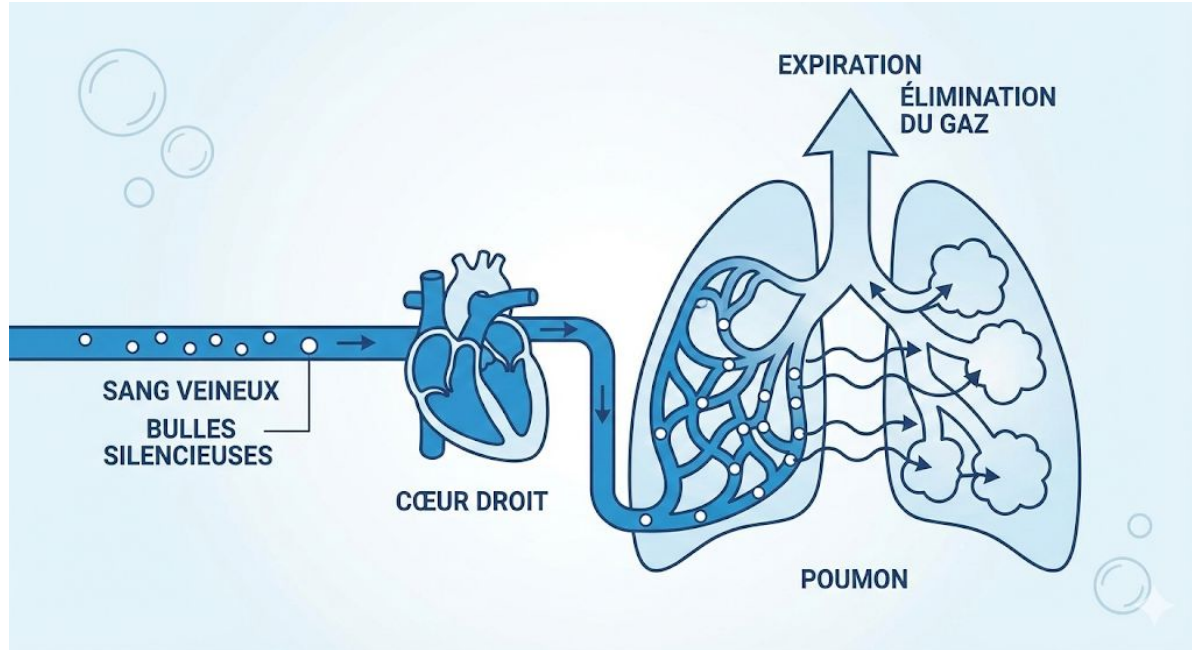


COMPOSITION DE L'AIR :
Azote (gaz inerte) : 80 %
Oxygène : 20 %

La remontée et les bulles

La remontée et les bulles

Toute remontée (**phase de désaturation**) génère des micro bulles, celles-ci sont éliminées naturellement par le **filtre pulmonaire** (petite circulation)



La remontée et les bulles

Ces micro bulles circulantes ne sont pas pathogènes si elles restent limitées en nombre et en volume > **Bulles silencieuses : bulles asymptomatiques**

En cas de remontée rapide et/ou de non respect des paliers, ainsi qu'en cas de comportement inadapté avant, pendant ou après la plongée, les microbulles grossissent et deviennent pathogènes > **Bulles pathogènes = troubles + / - importants**

→ Ces bulles sont à l'origine de L'ACCIDENT DE DÉSATURATION

Comment se forment les bulles à la remontée ?

On a longtemps cru qu'une désaturation correcte ne générerait aucune bulle.

Aujourd'hui, on sait que toute désaturation entraîne une circulation de micro-bulles veineuses.



~~Apéro~~ ?

Non 🥲

Comment se forment les bulles à la remontée ?

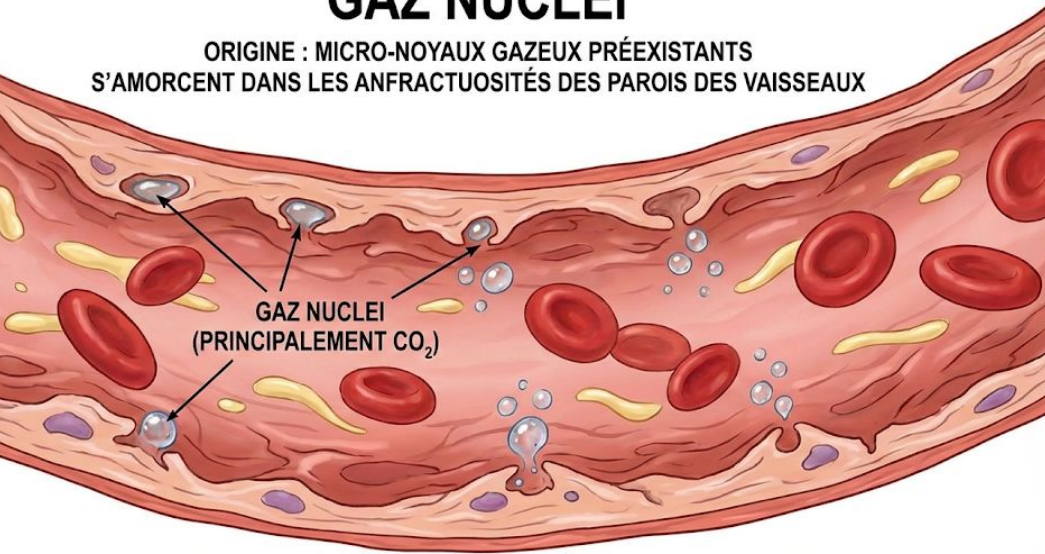
Pourquoi les bulles s'accrochent à la paroi du verre ?



Comment se forment les bulles à la remontée ?

GAZ NUCLEI

ORIGINE : MICRO-NOYAUX GAZEUX PRÉEXISTANTS
S'AMORCENT DANS LES ANFRACTUOSITÉS DES PAROIS DES VAISSEAUX

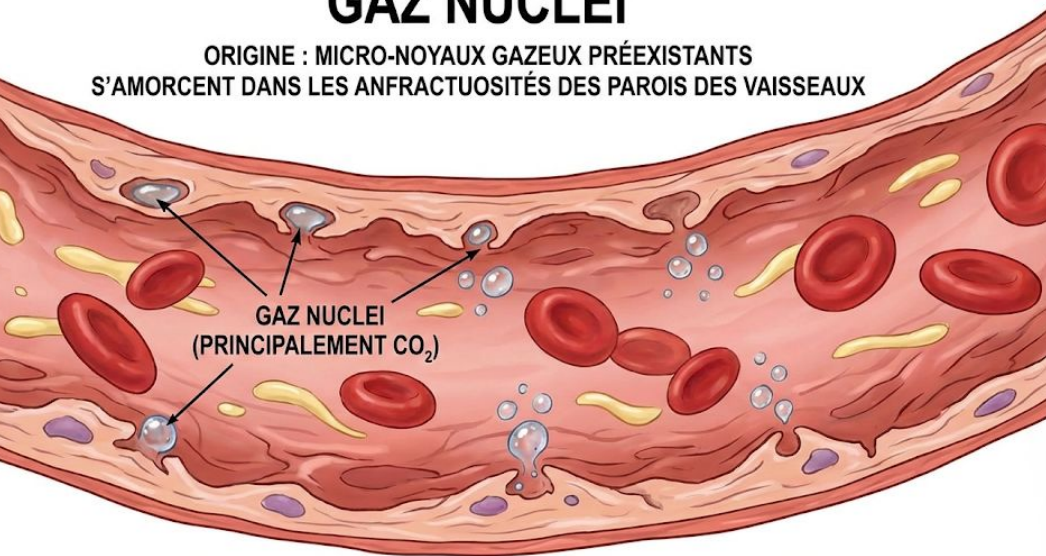


Les parois des vaisseaux sanguins ne sont pas lisses : elles présentent des anfractuosités (cavités) où se logent naturellement des **micro-noyaux** de **CO₂** appelés **GAZ NUCLEI**

Comment se forment les bulles à la remontée ?

GAZ NUCLEI

ORIGINE : MICRO-NOYAUX GAZEUX PRÉEXISTANTS
S'AMORCENT DANS LES ANFRACTUOSITÉS DES PAROIS DES VAISSEAUX



Ces noyaux servent de points
d'ancrage ou d'amorces :

1. L'azote s'y **accumule** et **fusionne**.
2. La bulle **grossit** au creux de la paroi.
3. Une fois assez volumineuse, elle se détache pour devenir une **bulle circulante**.

Comment se forment les bulles à la remontée ?

La Cavitation

La cavitation est la naissance de bulles de gaz dans un liquide suite à une dépression.

Accélération importante au niveau de la bifurcation grosses artères.

Ex. : crosse aortique



Illustration : hélice de bateau

Comment se forment les bulles à la remontée ?



Illustration : Ventouse

La Tribonucléation

Formation de bulles lorsque deux surfaces solides se séparent brutalement l'une de l'autre :
séparation crée un vide

> accélération des fluides avec tourbillons

Ex. : Valves cardiaques

De la bulle silencieuse à la bulle pathogène

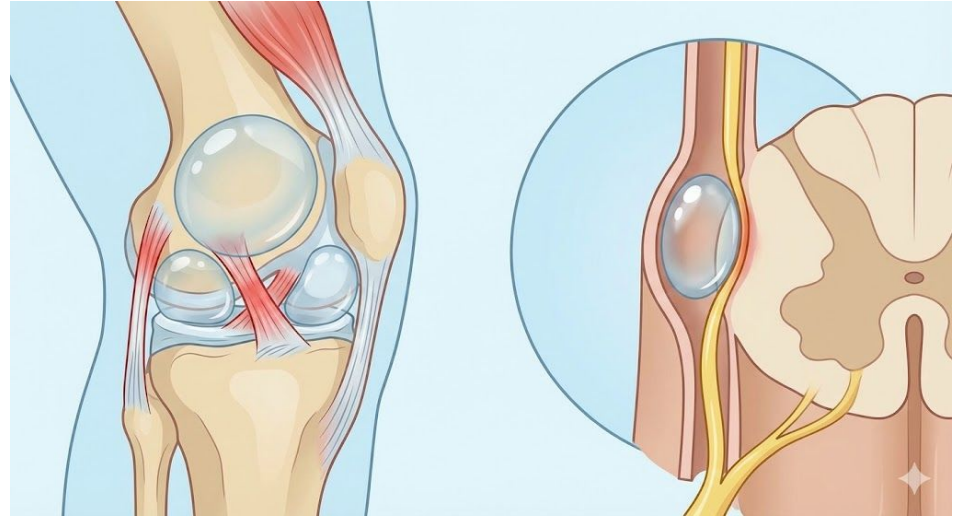
Une fois qu'elles échappent au filtre pulmonaire ou qu'elles grossissent de façon excessive, les bulles agressent l'organisme selon trois modes d'action distincts :

- **L'action mécanique** (compression et distorsion)
- **L'action circulatoire** (embolie)
- **L'action biochimique** (agression)

Action mécanique

À droite, une bulle **comprime une fibre nerveuse dans la moelle épinière**, ce qui peut interrompre l'influx nerveux et causer des paralysies.

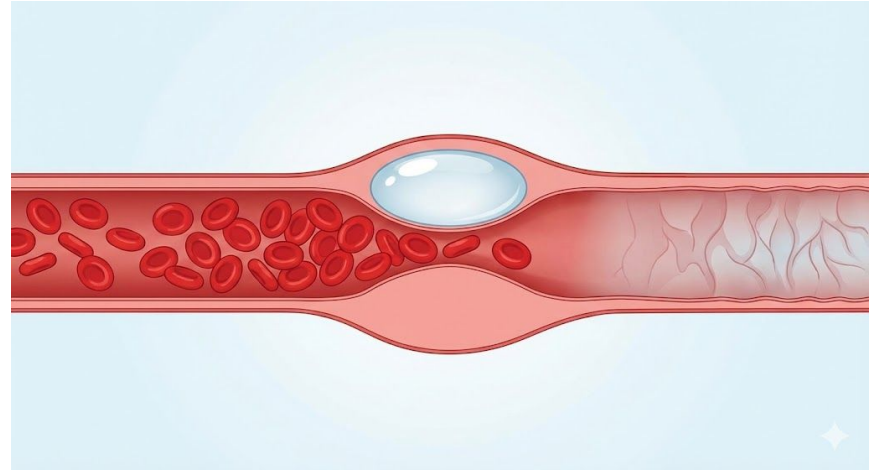
À gauche, une bulle dans une articulation provoque une distension des ligaments et des tendons, ce qui est à l'origine des douleurs articulaires (bends).



Action circulatoire

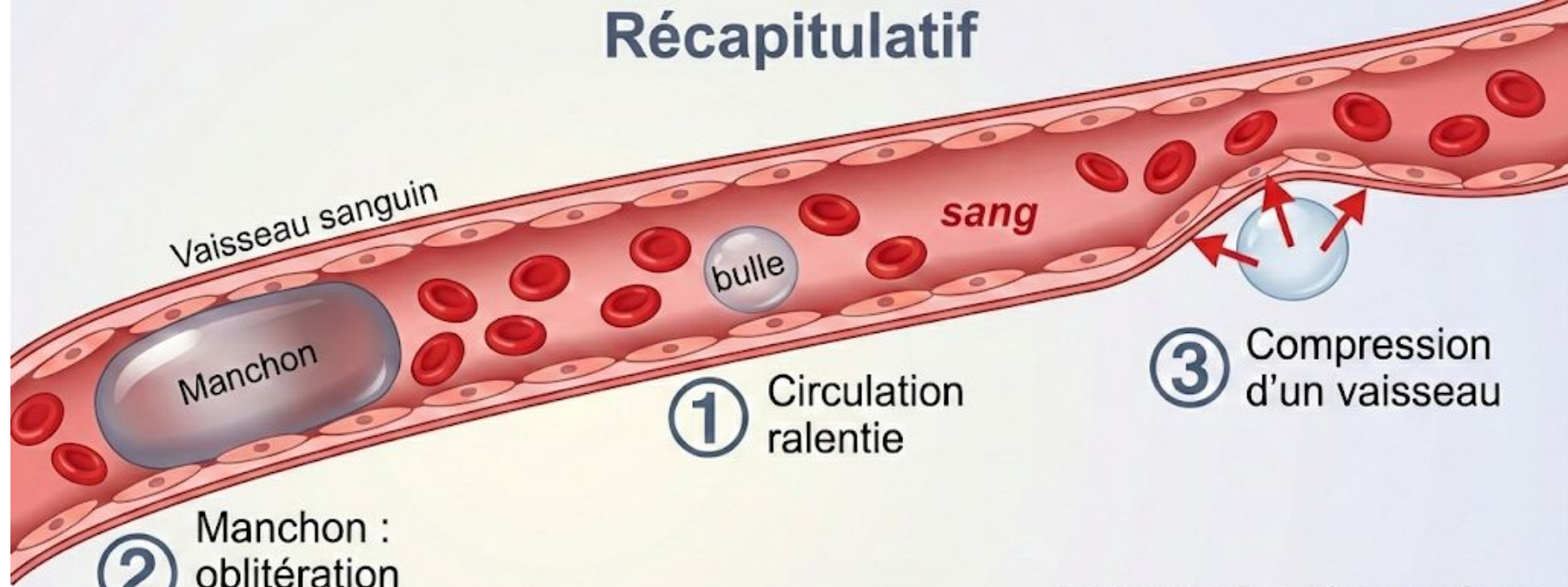
Blocage de la circulation sanguine dans un vaisseau = bouchon

Les globules rouges sont bloqués en amont de la bulle, tandis que la zone en aval est privée de sang et d'oxygène > **Mort cellulaire**



Ce mécanisme est responsable des accidents cérébraux ou de l'oreille interne, où la mort cellulaire survient rapidement par manque d'oxygène.

Récapitulatif



② Manchon :
oblitération
des vaisseaux

Compression d'un nerf par
une bulle s'appuyant
sur un plan dur (os par ex.)

④ Lésion d'un
tissu (ex. tendon)
ou d'une articulation

The diagram shows a cross-section of a tendon with a blue bubble embedded within it. To the right, a small illustration of a knee joint shows a blue bubble located between the bones, representing a joint space.

⑤ nerf
bulle
os

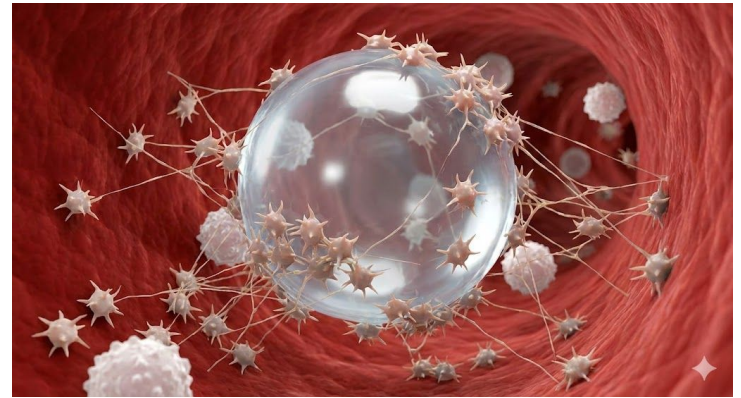
The diagram shows a yellow nerve (nerf) lying on a bone (os). A blue bubble (bulle) is positioned above the nerve, with red arrows pointing downwards towards the nerve, indicating compression.

Action biochimique

Bulle considérée comme un intrus > Les plaquettes s'agglutinent autour de la bulle et des globules blancs sont activés, déclenchant une inflammation, **c'est l'agrégation plaquettaire**

Création d'un caillot > obstruction > nécrose

Séquelles irréversibles !



Typologie des accidents

Classification des ADD

Classification en 2 types :

Type I : 22% des ADD (plongée professionnelle)

Type II : 78% des ADD (plongée loisirs)

ADD Médullaire (Type II)

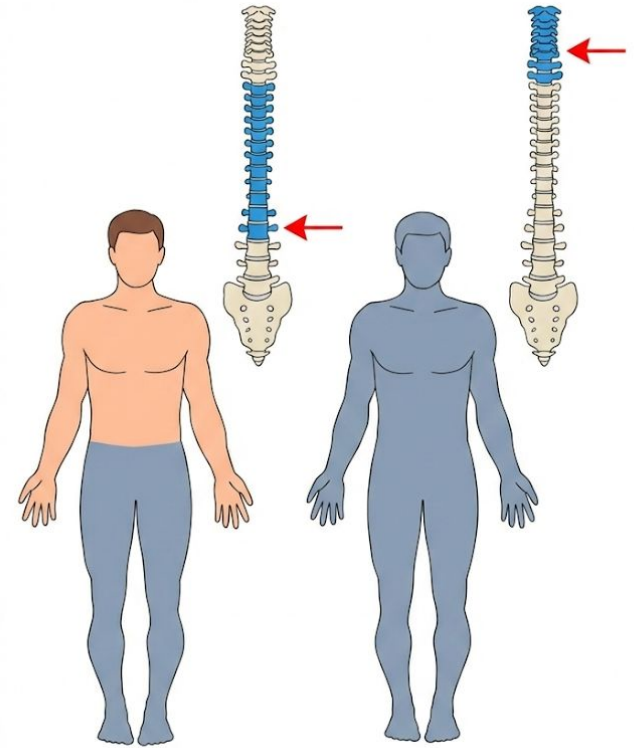
46% des ADD

Accident le plus fréquent en plongée loisirs

Symptômes : “Coup de poignard”, paresthésies (fourmillements), paraplégie.

Souvent lié à des plongées profondes ou successives.

Urgence absolue, risque de séquelles motrices définitives



Paraplégie:
Lésion des dorsales
ou première
lombaire

Tétraplégie:
Lésion des
cervicales

ADD Vestibulaire (Type II)

32% des ADD

Insidieux car les nausées masquent parfois l'accident

Symptômes : Vertiges et nausées (souvent confondus avec le mal de mer).

Risque de perte définitive de l'équilibre ou de l'audition



ADD Cérébral (Type II)

Rare

Symptômes : identiques à un AVC, fatigue importante, troubles de l'élocution, maux de tête, vomissements, convulsions, syncope, coma

Hémiplégie, paralysie d'un membre

D'autres symptômes peuvent apparaître, notamment cutanées avec l'apparition de marbrures.

Un ADD cérébral conduira à la recherche d'un FOP

ADD Ostéo Arthro Musculaire - Bends (Type I)

22% des ADD

> **Douleurs articulaires** : épaules, genoux, hanches, poignets, chevilles

Symptômes : très douloureux, douleurs non calmées au repos et résistantes aux antalgiques

ADD cutané (Type I)

Rare

> Bulles piégées dans les capillaires sous cutanées

Symptômes : démangeaisons localisées ayant l'apparence de petites brûlures (puces),
boursouflures en plaques (moutons)

Facteurs Favorisants

Facteurs favorisant les ADD

En temps normal, les micro-bulles veineuses sont piégées et éliminées par les poumons. Cependant, certains facteurs peuvent saturer ou contourner ce filtre, transformant ces bulles "silencieuses" en agresseurs pathogènes.

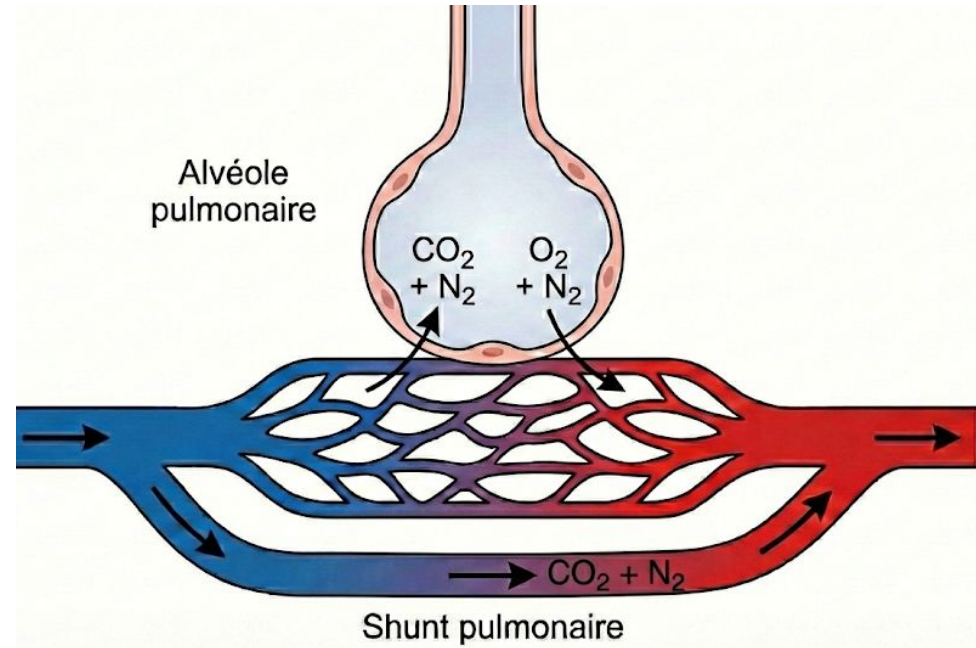
Quels sont les facteurs favorisant la transformation de bulles silencieuses en bulles pathogènes ?

La saturation du filtre : le Shunt pulmonaire

Si les bulles sont trop nombreuses ou trop volumineuses, le réseau capillaire pulmonaire est débordé.

Cause principale : Une vitesse de remontée excessive ou le non-respect des paliers.

Conséquence : Les bulles "forcent" le passage à travers les poumons et entrent dans la circulation artérielle.



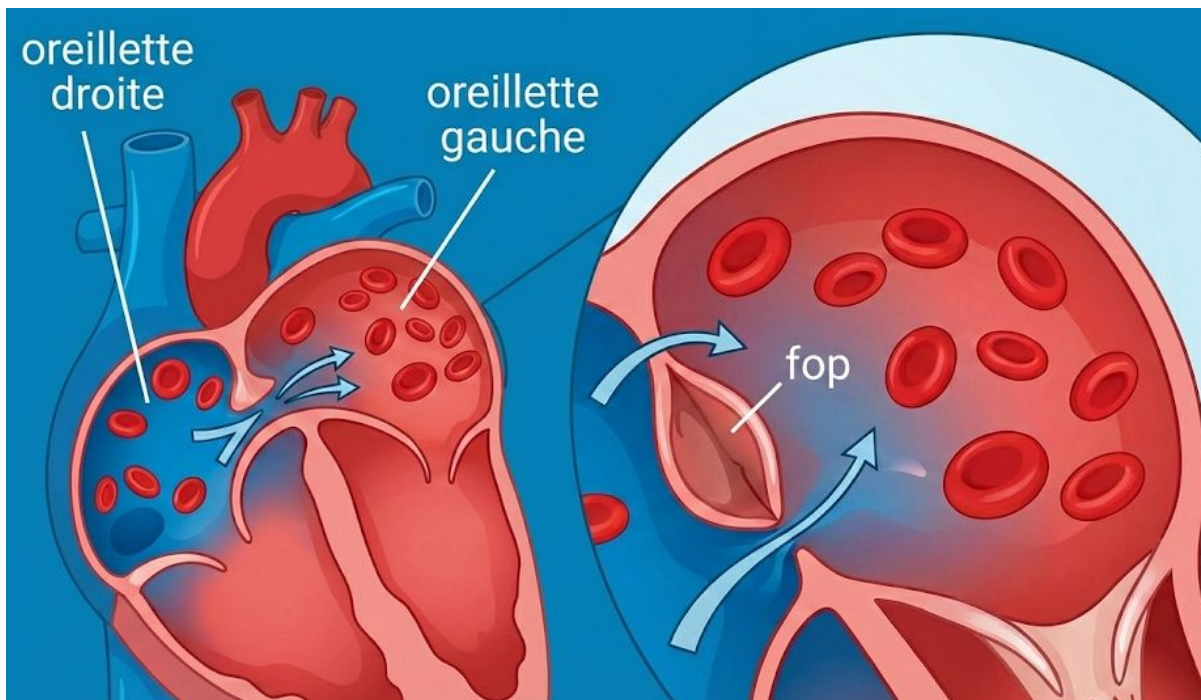
Le Foramen Oval Perméable (FOP)

30% des personnes ont un FOP

Le FOP est une communication située entre l'oreillette droite et l'oreillette gauche du cœur

Une partie du sang passe directement de la partie droite à la partie gauche du cœur sans passer par les poumons.

Conséquences : Les micro-bulles ne sont plus filtrées. Elles partent directement dans la circulation artérielle.



Les Facteurs aggravants

Quels facteurs favorisent l'apparition des ADD ?

Les **facteurs individuels** : âge, obésité, conditions physique, fatigue, hygiène de vie (tabac, alcool...).

Le **froid** : Il provoque une vasoconstriction périphérique, ce qui complique la désaturation des tissus et sature plus vite le filtre pulmonaire.

La **déshydratation** : Elle augmente la viscosité sanguine, rendant le transport et l'élimination des bulles plus difficiles.

Les Facteurs comportementaux

Certains comportements du plongeur augmentent la pression intrathoracique et favorisent l'ouverture des shunts, lesquels ?

L'effort au palier ou après la plongée : Le palmage intensif ou le portage de blocs lourds.

Le Valsalva forcé : À la remontée ou au palier, il augmente brutalement la pression cardiaque et "pousse" les bulles vers le côté artériel.

Les Facteurs comportementaux

D'autres comportements favorisent la création de micro bulles, les connaissez-vous ?

La remontée rapide

Le non respect des procédures de désaturation

Le profil de plongée : yoyo, profil inversé, plongées saturantes, plongées successives

L'altitude/avion après la plongée

La Prévention : le coeur de métier du GP

Prévention

80% des ADD surviennent **malgré le respect des procédures** (ordinateurs), la prévention ne se limite pas aux chiffres, mais s'étend au **comportement** et à la **physiologie**.

Avant : on évalue si tous les feux sont au vert

Hydratation : S'assurer que les plongeurs boivent suffisamment d'eau.

Hygiène de vie : Proscrire la consommation d'alcool qui favorise la déshydratation.

Évaluation de la forme : Vérifier l'état de fatigue des plongeurs.

Profils à risque : Identifier les plongeurs plus vulnérables (âge, poids, forme physique...)

Planification : Pas de profils de plongée à risques (yo-yo, profils inversés...)

Pendant : respecter les paramètres & procédures

Limitation des efforts : Éviter les palmages intenses (contre courant par exemple) qui augmentent la saturation (**essoufflement**).

Gestion du froid : Surveiller les signes de froid, ne pas attendre que les plongeurs indiquent qu'ils ont froid.

Vitesse de remontée : contrôler la vitesse (10 à 12m/min)

Respect de la procédure : Suivre strictement les paliers indiqués par l'ordinateur, même si cela ne garantit pas l'absence totale de risque (**Stabilisation / Lestage**)

Interdiction du Valsalva : Ne jamais effectuer de manœuvre de Valsalva à la remontée (FOP)

Après : “désaturer tranquillement”

Hydratation : Continuer à boire de l'eau pour faciliter l'élimination de l'azote.

Protection thermique : Bien se couvrir pour éviter le froid après la sortie de l'eau.

Surveillance : Rester vigilant durant le “moment convivial” pour détecter une fatigue anormale ou des signes de déni.

Pas d'efforts violents : Interdire tout effort violent, ne jamais bloquer sa respiration lors d'un effort (porter les blocs, remonter l'ancre, sport)

Pas d'apnée, d'avion (24h), d'altitude

Gestion de l'accident

RIFAP

Se référer au RIFAP :

- **Protéger** la victime, et mettre aussi la palanquée en sûreté
- **Alerter** les secours : VHF 16, 15 ou 112
- **Secourir** : administrer O2, et + si besoin

Après un incident : le REX

En plus de la gestion immédiate, un retour d'expérience est apprécié pour améliorer la sécurité collective.

Quoi signaler ?

Tout incident notable, erreur de procédure, ou procédure de rattrapage (même sans conséquence corporelle immédiate).

Consulter les REX permet d'avoir le retour d'expériences d'autres plongeurs et de réfléchir sur la mise en place de sa propre prévention.

Où ?

Sur le site dédié de la FFESSM

<https://rex.ffessm.fr/>



CONCLUSION

Être Guide de Palanquée, ce n'est pas seulement maîtriser des paramètres de profondeur ou lire un ordinateur.

C'est comprendre que la sécurité en plongée est une science humaine autant qu'une science physique.

“ 80 % des accidents surviennent alors que les procédures ont été suivies à la lettre ”

L'accident ne "prévient" pas toujours, mais il laisse des indices que seul un guide attentif saura décoder.

Ce qu'il faut retenir en tant que GP

La prévention commence avant la plongée : Un plongeur fatigué, qui a froid ou déshydraté est un plongeur en sursis face à l'azote

La technique est un rempart : appliquer et faire appliquer les procédures à la palanquée augmentent les chances d'éviter un accident

Observation : observer le comportement des plongeurs avant, pendant et après la plongée permettra d'adapter cette dernière en cas de doute et de réagir en conséquence

Ce qu'il faut retenir en tant que GP

L'humilité : malgré une technique bien rodée et des procédures suivies scrupuleusement, le GP emmène des plongeurs dans un milieu qui n'est pas le nôtre, pour lequel notre organisme n'est pas naturellement constitué

L'exemplarité : tout comme avec un moniteur, les plongeurs emmenés par le GP feront la même chose que leur guide. Le GP se doit d'être exemplaire sur le plan technique, réglementaire et dans son comportement en dehors, et sous l'eau.

Ce qu'il faut retenir en tant que GP

AVANT

on observe,

on questionne,

on évalue,

on planifie

**On adapte sa planification
en fonction des paramètres
et des plongeurs**

PENDANT

on observe,

on gère le froid et les efforts,

on applique les procédures,

on adapte la plongée si
besoin

**Une planification ne se
déroule pas toujours comme
prévu, on sécurise toujours**

APRÈS

on surveille,

on s'hydrate,

on se protège (froid/chaud),

on ne fait pas d'efforts,
apnée...

**Répétez toujours ces
consignes aux plongeurs que
vous accompagnez**

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Comprendre pour prévenir.
Soyez des guides responsables.

