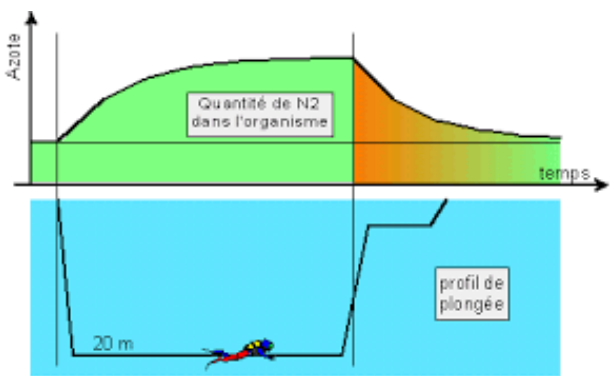
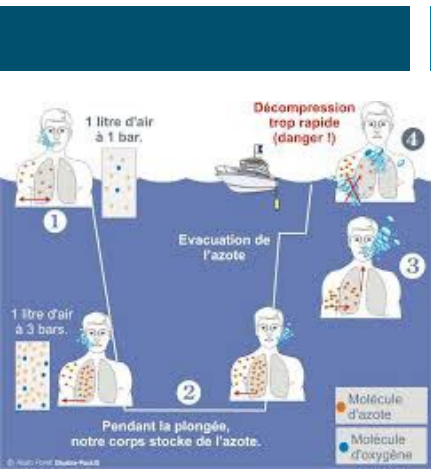
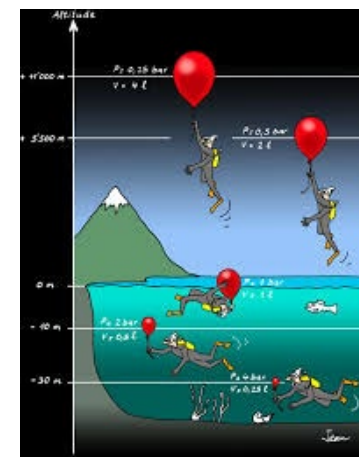


Prévenir L'ADD

Guide de palanquée



1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et Symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD



1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Le but ! Est de comprendre :

- Les mécanismes !
- Afin d'adopter pour les personnes que vous encadrez des bonnes pratiques en plongées



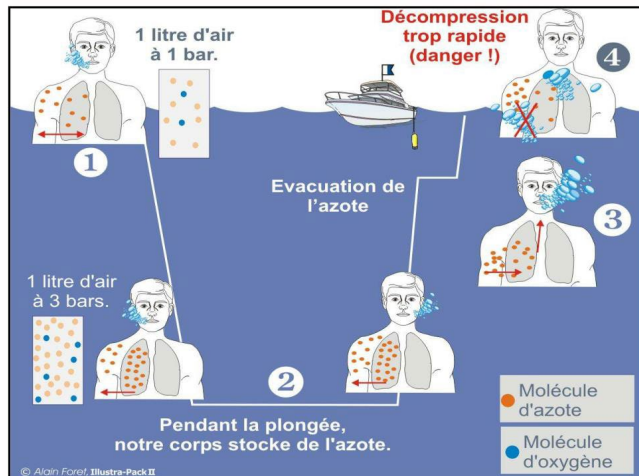
Votre mission en tant GP !

- Prise en compte des facteurs favorisants
- Surveillance d'éventuels symptômes
- Conduite à tenir en cas de suspicion d'ADD

Prévention de l'ADD

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

L'accident de désaturation est un Problème lié aux bulles d'azote dans les tissus lors de la désaturation



Il peut apparaitre malgré le respect des procédures.

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

la formation de bulles

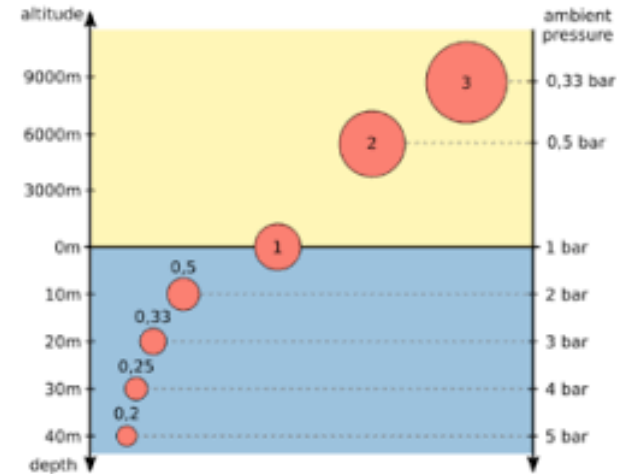
- Durant la désaturation, l'azote dissous au cours de la plongée peut reprendre sa forme gazeuse et former des microbulles.
- Celles-ci ne causent pas d'accident lorsqu'elles restent de petite taille et peu nombreuses.
- Elles sont éliminées par le filtre pulmonaire à l'expiration.
- On parle de bulles silencieuses.



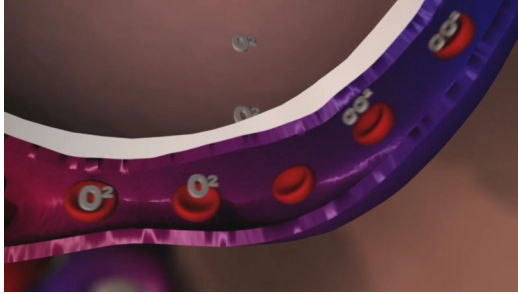
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

la formation de bulles

Mais ces microbulles peuvent aussi grossir lors de la remontée ou s'associer entre elles pour former des emboles ou des manchons gazeux qui deviennent alors **pathogènes.**



1. Encore un cours sur l'ADD
2. **Rappel...**
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD



Dissolution des gaz (loi de Henry)

Le corps humain est composé de **70% de liquide**

Une quantité de gaz est dissoute dans le liquide proportionnellement à la pression que ce gaz exerce sur le liquide (à l'équilibre, pour une température donnée)

→ **Impacts directs de la profondeur et du temps de plongée**

Échanges gazeux

Lors de la respiration : O₂ consommé, CO₂ produit, N₂ non métabolisé (rôle de transporteur)
CO₂ et N₂ éliminés par la respiration
→ **rôle important dans la formation des bulles**

• Loi de Boyle-Mariotte

$P \times V = \text{constante}$ → lors de la remontée, les **bulles augmentent de volume** :

- se **bloquent** dans les plus petits vaisseaux (stoppe le flux sanguin)
- se **dilatent** dans les tissus (compression et/ou lésion des tissus)

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : physiologie

Principe général

Air = O₂ + N₂

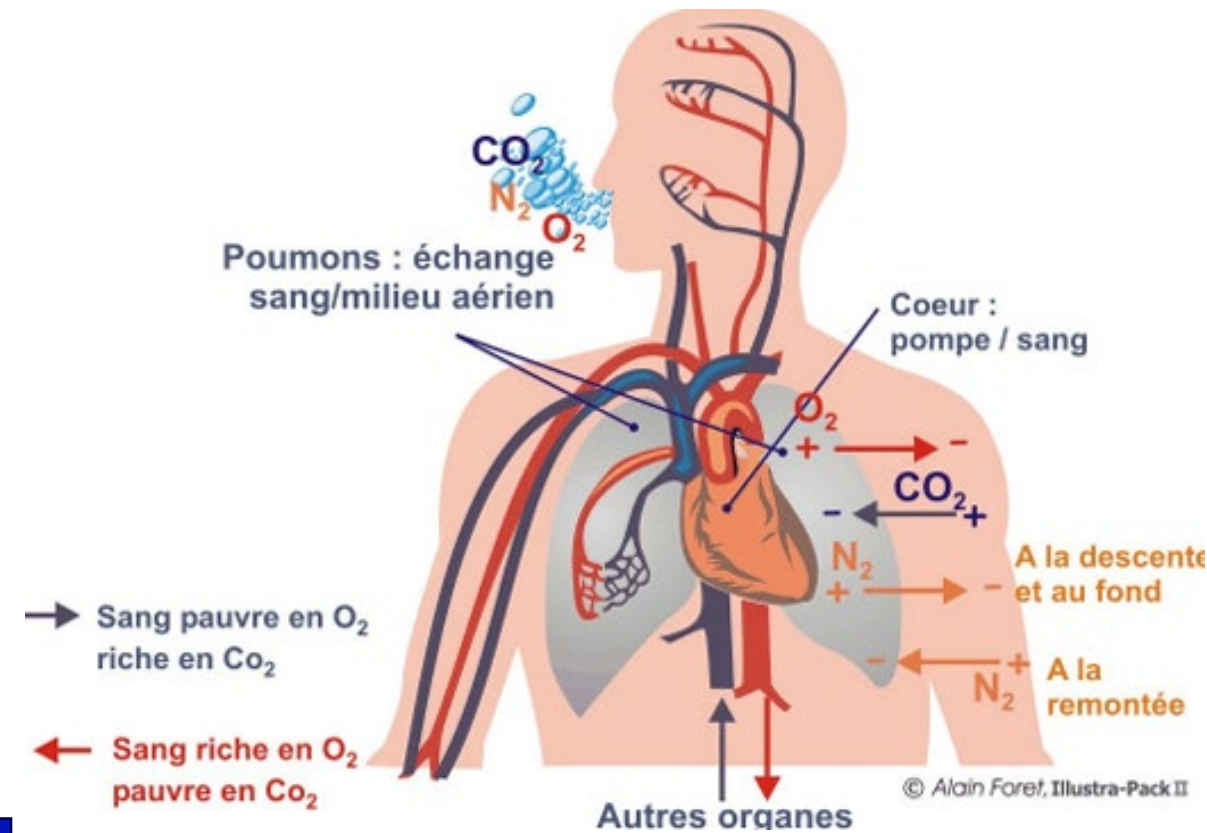
Consommé par l'organisme et transformé en CO₂

Inerte

CO₂ + O₂ non consommé évacué par les poumon

Stocké dans l'organisme pendant la descente et la plongée
Poumons > sang > tissus

Libéré à la remontée et évacué par la respiration
Tissus > sang > poumons



© Alain Foret, Illustra-Pack II



1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : physiologie

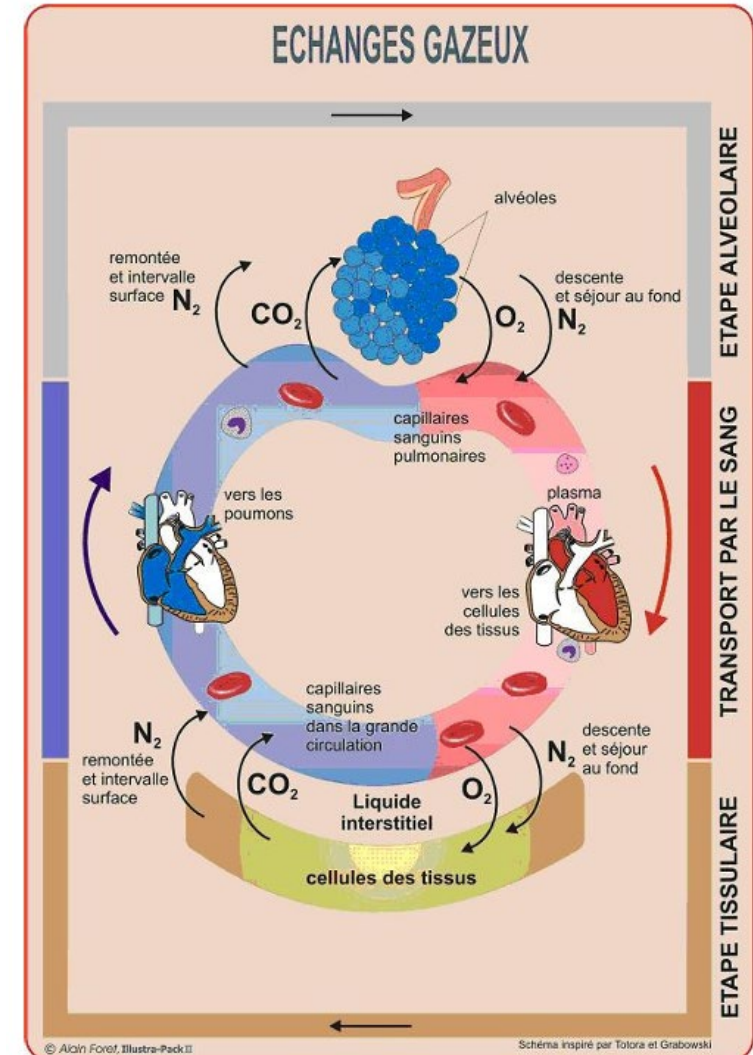
Nos poumons sont un formidable échangeur gazeux très sophistiqué.

Ils rendent la vie possible en amenant au sang l'oxygène nécessaire au fonctionnement du corps (inspiration)

Ils évacuent également entre autre l'azote (N_2) et le gaz carbonique (CO_2) contenus dans le sang ainsi que l'oxygène (O_2) non consommé (expiration)

Bien que l'azote n'intervienne pas dans le fonctionnement du corps, les poumons ne peuvent le filtrer.

Il est donc également véhiculé par le sang et stocké provisoirement dans le corps sous une forme dissoute.

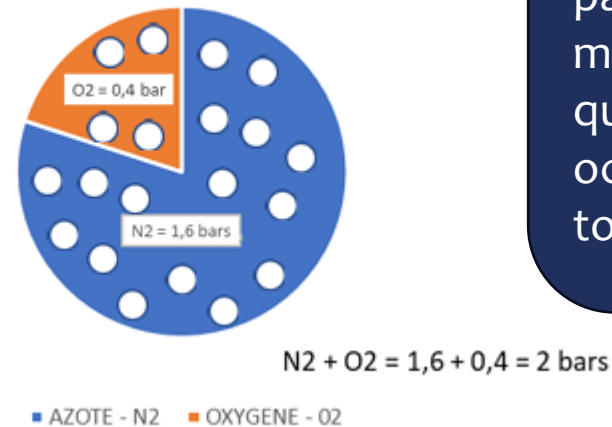
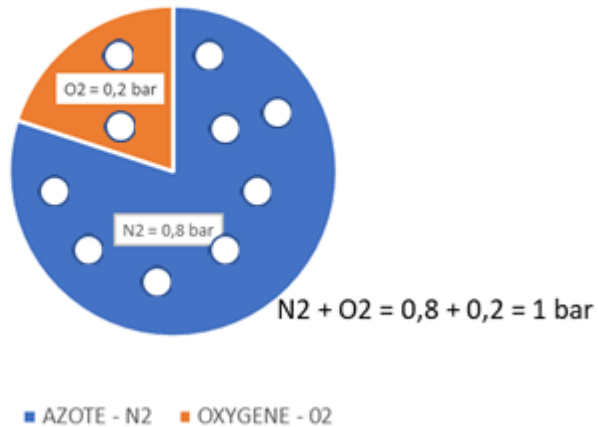


1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : Pression Partielle d'un gaz

$$\rightarrow P. \text{ absolue} = PP. \text{ gaz1} + PP. \text{ gaz 2} + \dots + PP. \text{ gaz n}$$

$$\rightarrow PP. \text{ gaz} = P. \text{ absolue} \times \% \text{ gaz} / 100$$



Définition :
On appelle pression partielle d'un gaz dans un mélange, la pression qu'aurait ce gaz s'il occupait à lui tout seul tout le volume.

- Seuil de toxicité de l'oxygène: 1,6 bars
- Seuil de toxicité de l'Azote: 5,6 bars

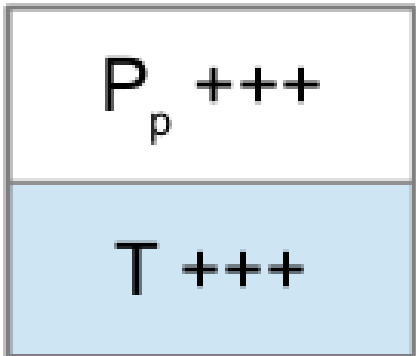
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : physiologie

Dissolution

Loi de Henry :

A température donnée, la quantité de gaz dissoute à saturation dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle du gaz au-dessus de ce liquide.



P_p : Pression partielle du gaz à la surface du gaz

T : Tension = quantité de gaz dissous dans le liquide

Les 2 grandeurs sont exprimées en bar

Dans un liquide, la notion de pression partielle de gaz dissout est remplacée par la notion de tension, notée T , de gaz dans le liquide

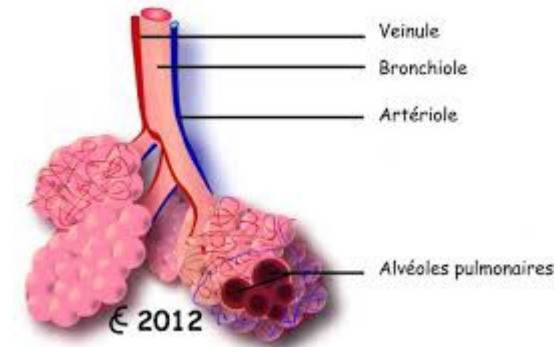
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : physiologie

Détail : à la descente et pendant la plongée

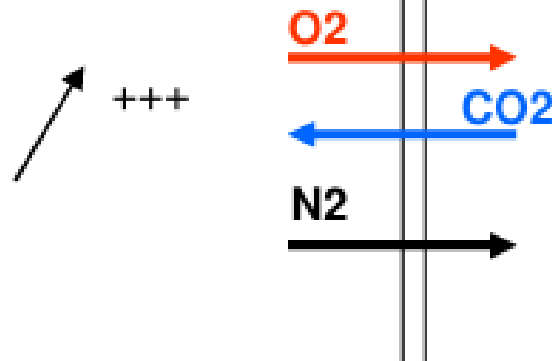
La pression partielle des gaz que l'on respire augmentent et devient supérieur à la tension de ces gaz dans le sang :

Dissolution



Alvéole pulmonaire

Sang



L'O2 est métabolisé par l'organisme qui rejette du CO2

N2 : inerte. Il est stocké sous forme de μbulles

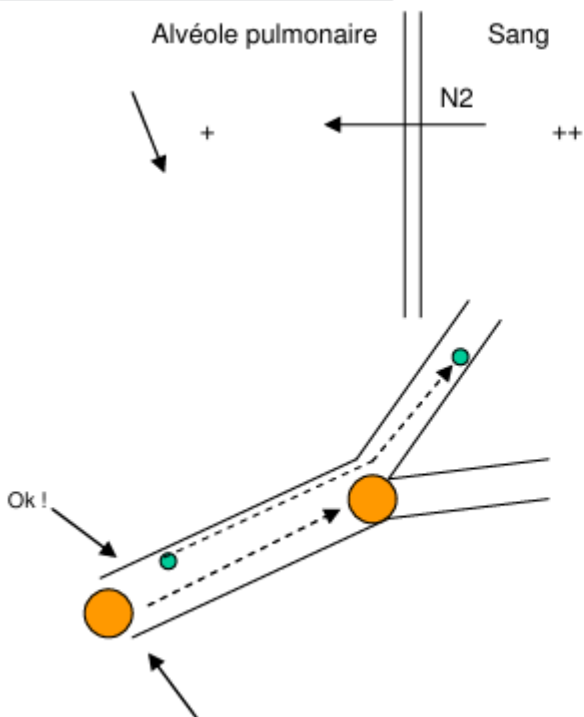
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : physiologie

Dissolution

A la remontée

La pression partielle des gaz que l'on respire diminue et devient inférieure à la tension de ces gaz dans le sang :



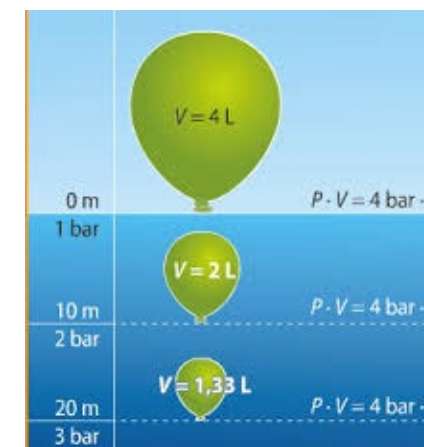
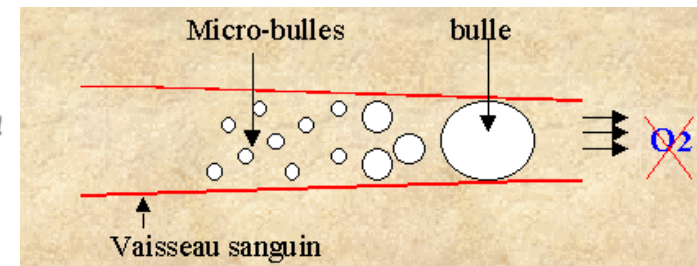
Celle la va avoir du mal à passer !

N₂ : s'évacue par la respiration : dans la mesure où les micro-bulles parviennent aux alvéoles !

Mais pour parvenir aux alvéoles, elles doivent rester de taille suffisamment petite !

• Si la différence entre pression et tension devient trop grande -> dégazage anarchique, des bulles plus importantes se forment et s'agglutinent

• De plus, le fait de remonter les fait grossir (mariotte)



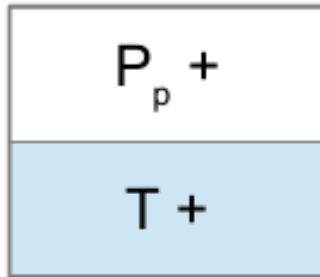
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Mécanisme : physiologie

Les différents états

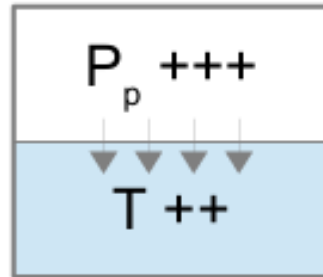
Loi de Henry :

A température donnée, la quantité de gaz dissoute à saturation dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle du gaz au-dessus de ce liquide.



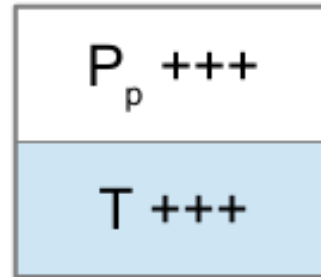
Équilibre
Loi de HENRY

$$P_p = T$$



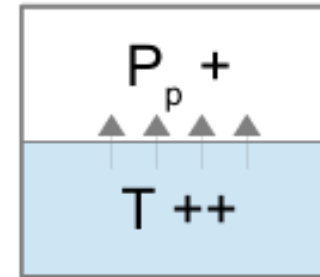
Sous-saturation

$$P_p > T$$



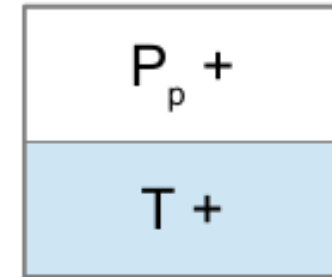
Équilibre
Loi de HENRY

$$P_p = T$$



Sur-saturation

$$P_p < T$$



Équilibre
Loi de HENRY

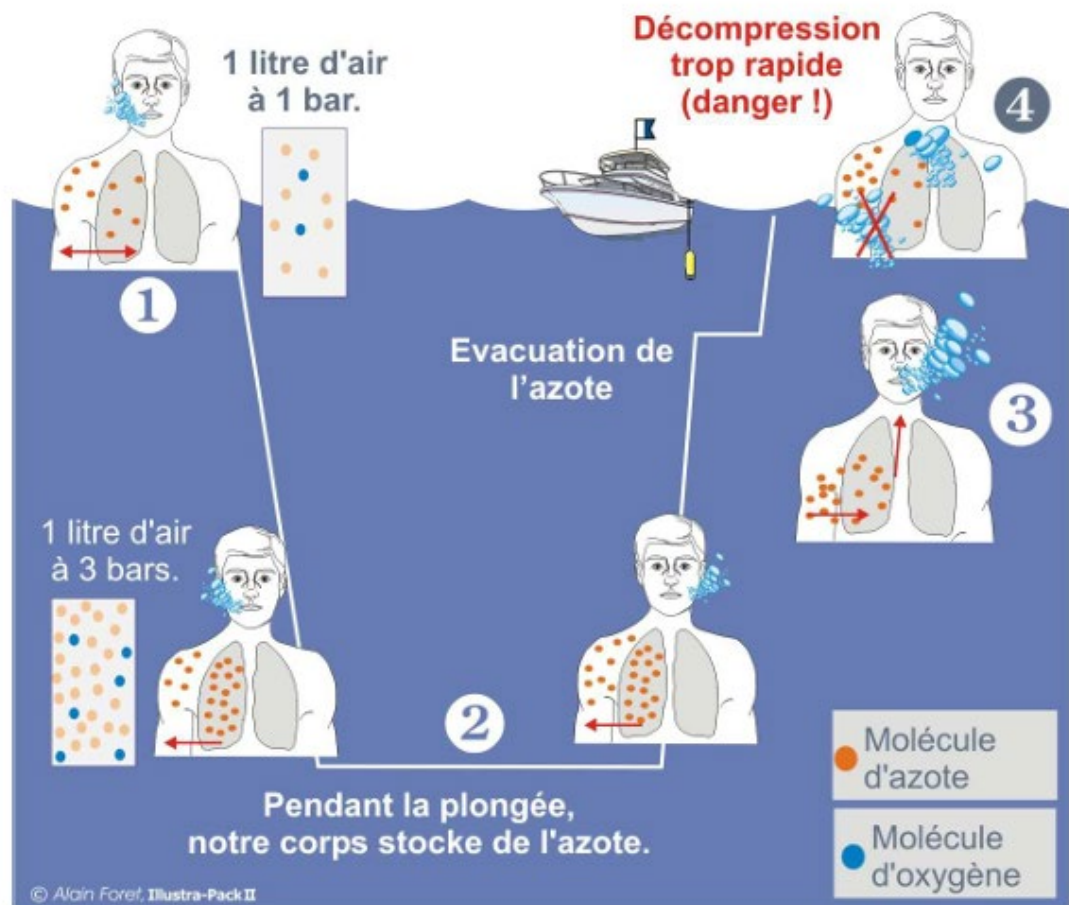
$$P_p = T$$

Prévention de l'ADD

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

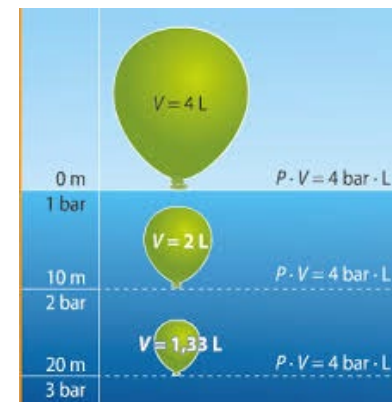
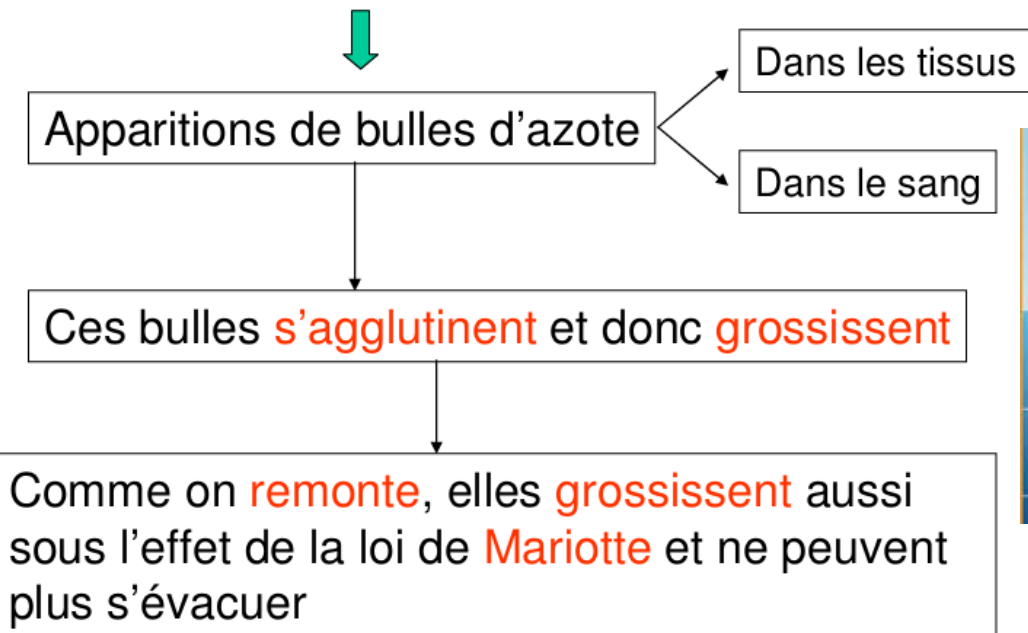
Les différents états

Mécanisme : physiologie



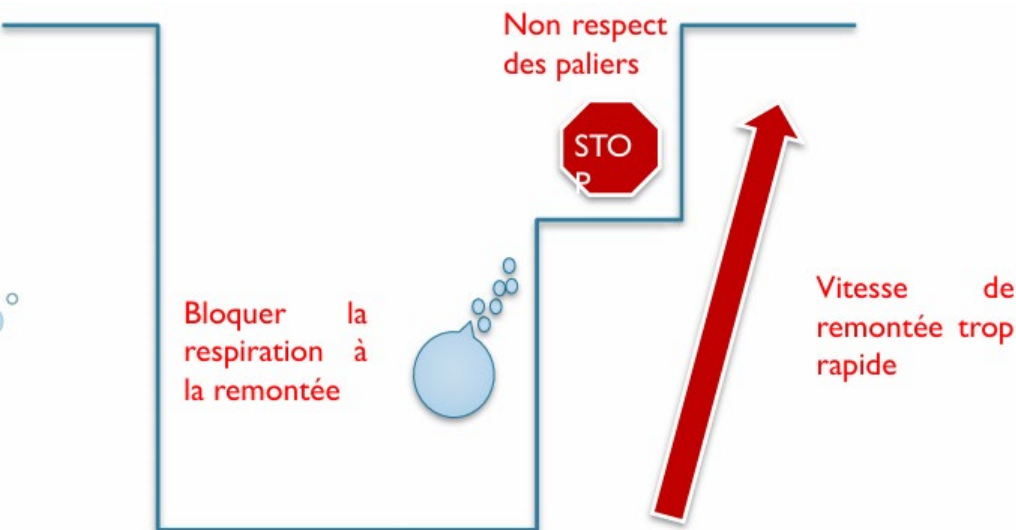
Mécanisme « standard »

Si remontée trop rapide ou paliers mal effectués, l'azote dissous reprend sa forme gazeuse



1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Causes et symptômes de l'ADD
4. Facteurs favorisants
5. Conduite à tenir en cas d'ADD
6. Prévention de l'ADD

Causes

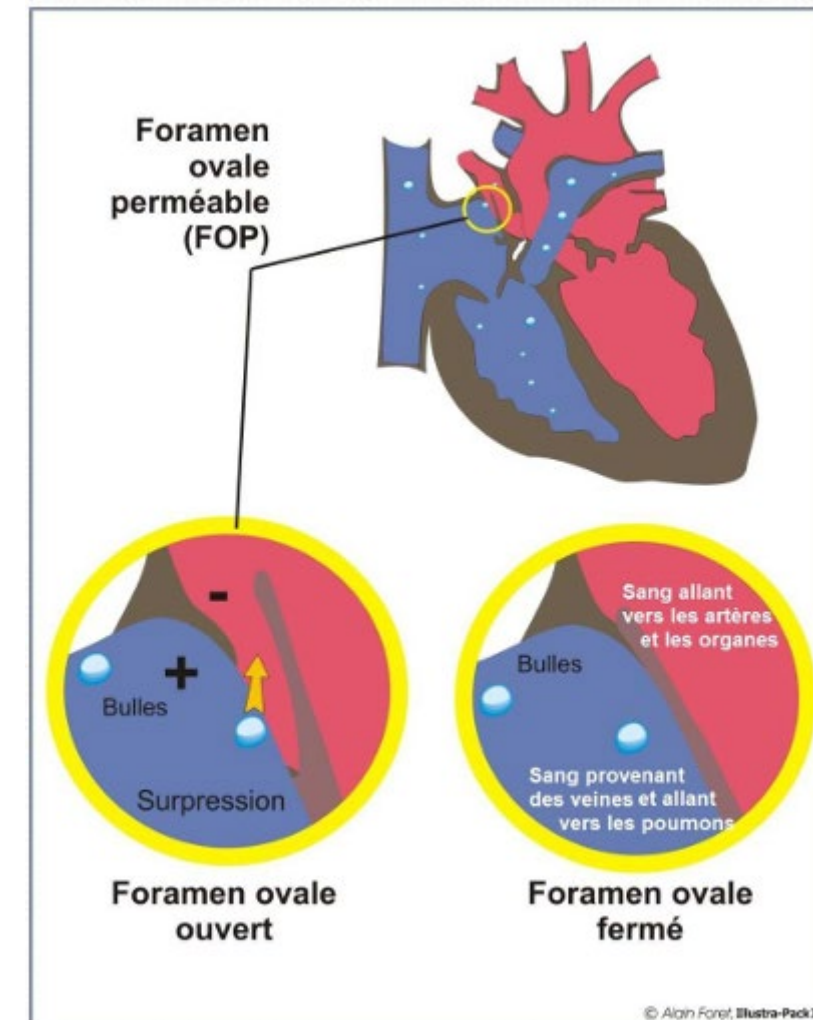


Foramen ovale perméable (FOP) :

- Orifice de communication entre les deux côtés du cœur chez l'embryon (car il ne respire pas par ses poumons)
- Cet orifice est normalement refermé chez l'adulte mais peut présenter une faiblesse chez **25 à 35%** de la population.

Passage des bulles d'azote :

Le FOP créé un «shunt » en cas de mise en pression du thorax (efforts, Valsalva...) Les bulles d'azote transportées par les veines peuvent passer directement dans le sang artériel et aller vers les organes sans passer par le filtre pulmonaire.



Éviter les efforts pendant et après la plongée

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Causes et symptômes de l'ADD
4. Facteurs favorisants
5. Conduite à tenir en cas d'ADD
6. Prévention de l'ADD

Symptômes

Les A.D.D les plus fréquents atteignent le système nerveux (cerveau, moelle épinière) ou l'oreille interne.

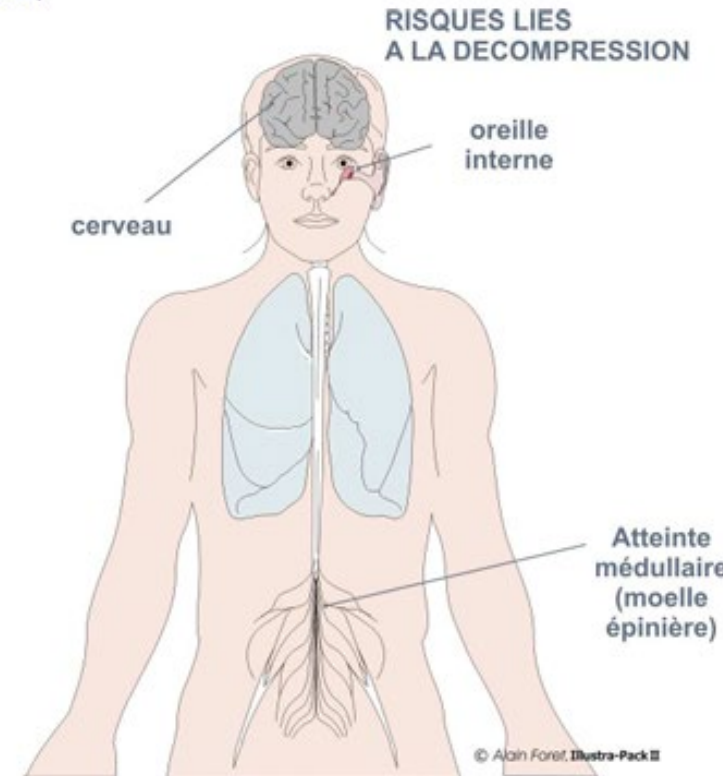
Les symptômes varient et peuvent être multiples:

- Paralysie
- Paresthésie (Fourmillements, picotements)
- Hémiplégie (paralysie n'affectant qu'un seul côté du corps)
- Trouble de la parole,
- De la vision
- De l'équilibre
- Nausée (attention ne pas confondre avec le mal de mer)
- Grande fatigue
- etc.

- La moitié des ADD apparait moins de 10 min après la plongée.
- Les 3/4 des ADD dans l'heure.
- Le reste dans les 24h



Les symptômes ne sont pas toujours clairs et évidents, il faut **ALERTER** et **SECOURIR** même en cas de doute.



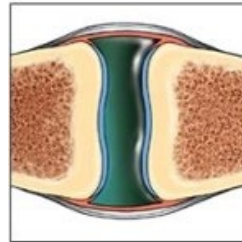
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Autres symptômes

- Pucés et moutons : des bulles d'azote se forment sous la peau.

- Bends : Des bulles d'azote se sont formées dans :

- une articulation,
- un os,
- un muscle



et provoquent de vives douleurs localisées



1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

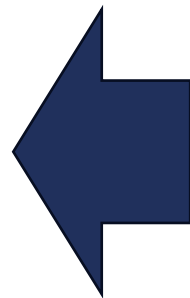
Probabilité de risque d'ADD

Selon la COMEX on sait que toutes les plongées ne comportent pas le même risque de produire un ADD !

Cette probabilité augmente en fonction de la profondeur du temps passé au fond.

Un facteur Q en fonction du couple temps/Profondeur nous permet de déterminer le risque.

Facteur Q	Risque d'ADD
130	1/1 000 000
180	1/100 000
240	1/10 000
320	1/1 000
420	1/100 (1%)
560	1/10 (10%)
750	1/1 (100%).



Risques d'ADD en respectant un protocole de désaturation et hors prise en compte des facteurs de risques individuels (facteurs favorisants), du comportement et du profil adopté par le plongeur.

Prévention de l'ADD

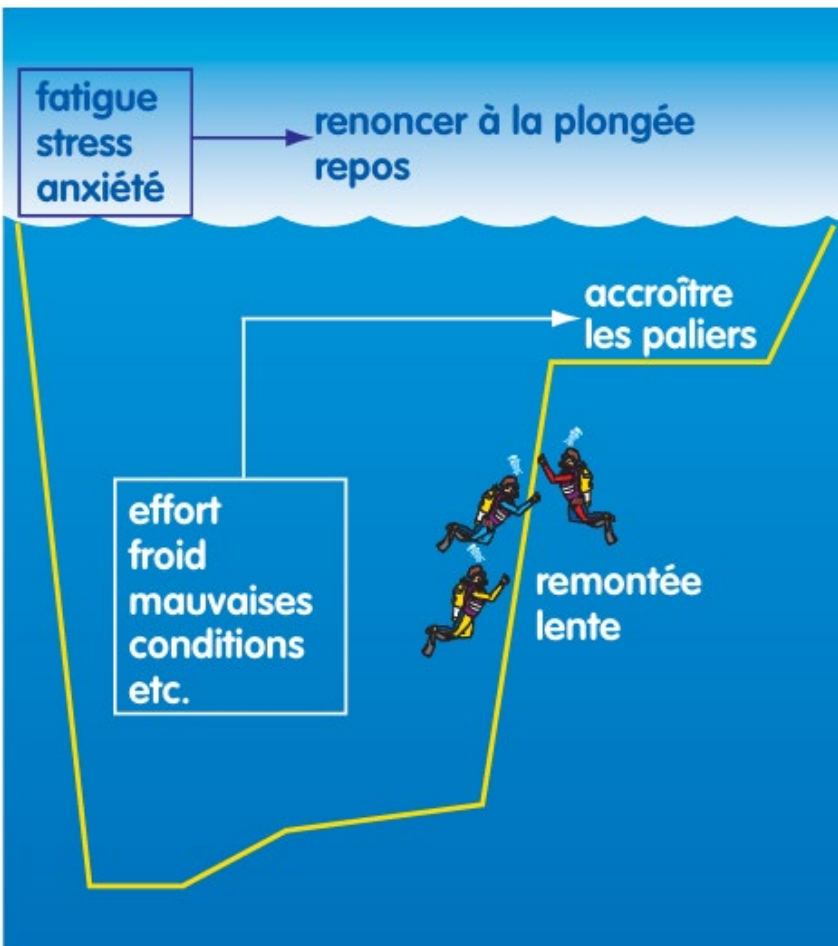
1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Exemples de calcul du facteur Q en fonction de couples temps/profondeur

Prof.	Temps	Q	Risque statistique (global)	Facteurs individuels, comportement, profil	Risque individuel (1 à 5 p. 10 000)
20	10	63	< 1/1 000 000	Chacun des facteurs augmente le risque d'ADD.	Différent pour chacun et selon les conditions du moment. Actions possibles : limiter la profondeur et/ou le temps de plongée, utiliser du Nitrox, paramétrer son ordinateur en conséquence, etc.
30	10	95	< 1/1 000 000		
40	10	126	< 1/1 000 000		
50	10	158	< 1/100 000		
60	10	190	< 1/10 000		
20	30	110	< 1/ 1 000 000		
30	30	164	< 1/ 100 000		
40	30	219	< 1/10 000		
50	30	274	< 1/ 1 000		
60	30	329	< 1/100 (1%)		
20	60	155	< 1/100 000		
30	60	232	< 1/ 10 000		
40	60	310	< 1/1 000		
50	60	387	< 1/100 (1%)		
60	60	465	< 1/10 (10%)		

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. **Facteurs favorisants**
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

Facteurs favorisants



RÉSUMÉ DES FACTEURS FAVORISANTS

RÉSUMÉ DES FACTEURS FAVORISANTS	Cocher
1. Méforme, sédentarité, stress, anxiété, long trajet, manque de sommeil...	
2. Mauvaise hygiène de vie : alcool, tabac, nourriture trop riche...	
3. Age > 40 ans	
4. Poids	
5. Antécédent de maladie grave, prise régulière de médicaments...	
6. Manque de pratique récente	

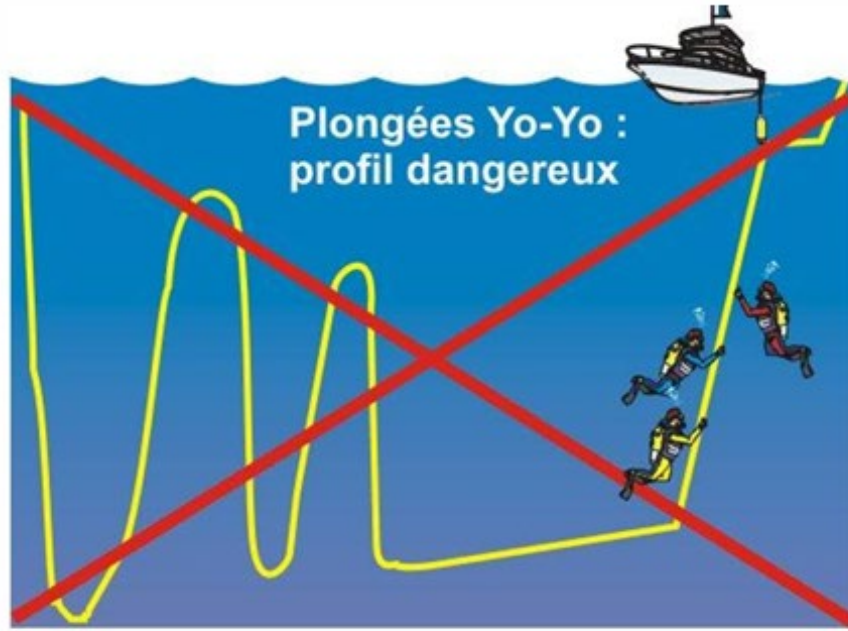
BONNES PRATIQUES

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.

Prévention de l'ADD

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. **Facteurs favorisants**
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD

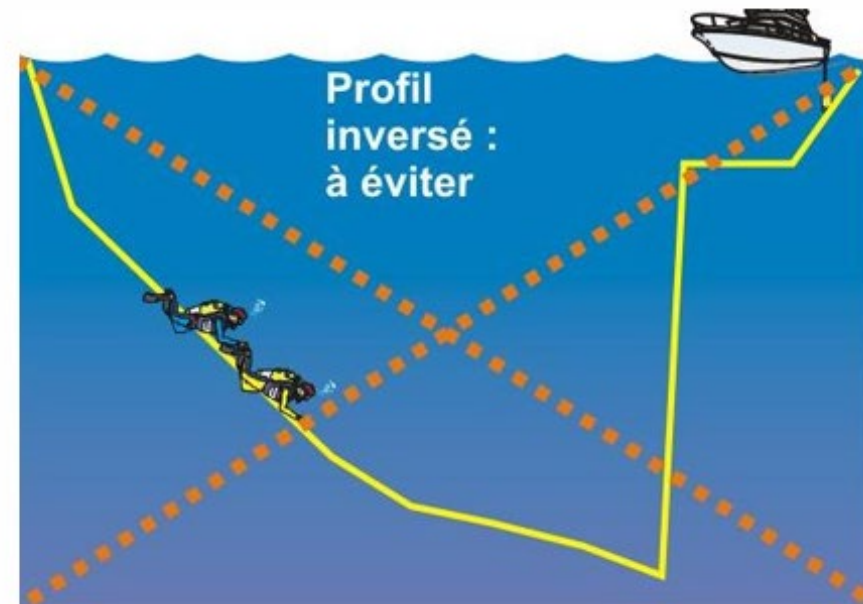


Profils à risques

Je monte, je descend
= Danger

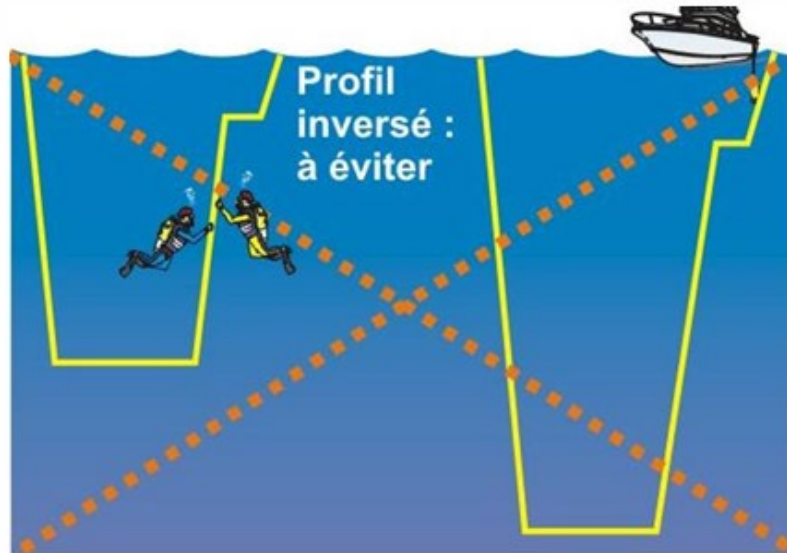
Ne pas effectuer
de plongées avec :
- un profil à risque
- un profil inversé

Atteindre la profondeur maxi
en début de plongée.



Prévention de l'ADD

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. Prévention de l'ADD



Profils à risques

En cas de 2 plongées/jours, prévoir la plongée « profonde » le matin.

Respecter un temps d'intervalle surface suffisant (minimum 3 h)



Conduite à tenir en cas ou de suspicion d'ADD

La rapidité d'intervention des secours est primordiale

- Assurer la survie des organes vitaux Mise sous O₂ (100% à 15 l/mn)
- Appeler les secours VHF, Téléphone pompiers, SAMU
- Hydrater l'accidenté (1 à 2 litres d'eau)
- Réchauffer
- Réconforter
- Rappeler les palanquées encore immergées
- Recueillir les informations sur les circonstances de l'accident et les symptômes observés

Les membre de la palanquée sont interroger sur les circonstances profondeur, durée, vitesse de remontée, respect des paliers, comportement.

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. **Conduite à tenir en cas d'ADD**
7. Prévention de l'ADD



Rôle majeur du GP

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. **Prévention de l'ADD**

Prévention de l'ADD

Avant la plongée :

- Planification
- S'hydrater
- Ne pas plonger si :
 - Fatigué
 - En cas de stress important

En fin de plongée :

- Respectez la vitesse de remontée
- Respectez les paliers- pas de VASALVA à la remontée
- Augmentez vos paliers en cas de
 - Froid
 - Essoufflement
 - Fatigue
 - Mauvaise forme
 - Stress
 - etc.

Pendant la plongée :

- Plus grande profondeur en début de plongée
- Pas d'effort
- Pas de plongée yoyo

HYDRATATION
Boire de l'eau
avant et après
la plongée

Après la plongée :

- 12 à 24h avant voyage en avion
- Pas d'altitude avant 12h
- Pas d'apnée avant 6h
- Pas d'effort violent
- Se réhydrater
- Surveiller ses encadrés !

1. Encore un cours sur l'ADD
2. Rappel...
3. Mécanismes de l'ADD
4. Causes et symptômes de l'ADD
5. Facteurs favorisants
6. Conduite à tenir en cas d'ADD
7. **Prévention de l'ADD**

Prévention de l'ADD : Comportement du guide de palanquée

- Respect des consignes du directeur de plongée
- Briefing / Planification
- Gestion de la profondeur, intervalle surface
- Possibilité de durcir les consignes du DP
- Adaptation si les conditions sont difficiles, un membre de la palanquée n'est pas connu, n'est pas habitué aux conditions, est en difficulté
- Réaliser le palier de sécurité uniquement si les conditions le permettent
- Consignes claires
- Rappel sur l'hydratation
- Gestion de l'air: un ADD est souvent lié à la panne d'air
- Gestion des ordinateurs de la palanquée
- Ne pas se surestimer

Des questions ?

