

Cours n° 4 : Les accidents de plongée - Seconde partie

1. Les accidents de décompression

Les ADD (accident de décompression) est l'un des accidents les plus graves rencontrés en plongée. Selon sa gravité, il peut ôter la vie du plongeur ou lui laisser de graves séquelles. Le fait que les symptômes apparaissent dans la majorité des cas après la plongée, font de lui un accident sournois.

Une bonne connaissance de cet accident est indispensable pour un guide de palanquée et doit pouvoir déboucher sur :

- Une meilleure prévention et prise en compte des facteurs favorisant l'ADD, dans l'organisation d'une plongée.
- Une connaissance parfaite des symptômes de celui-ci pour réagir efficacement.
- Une mise en place rapide de secours appropriés.

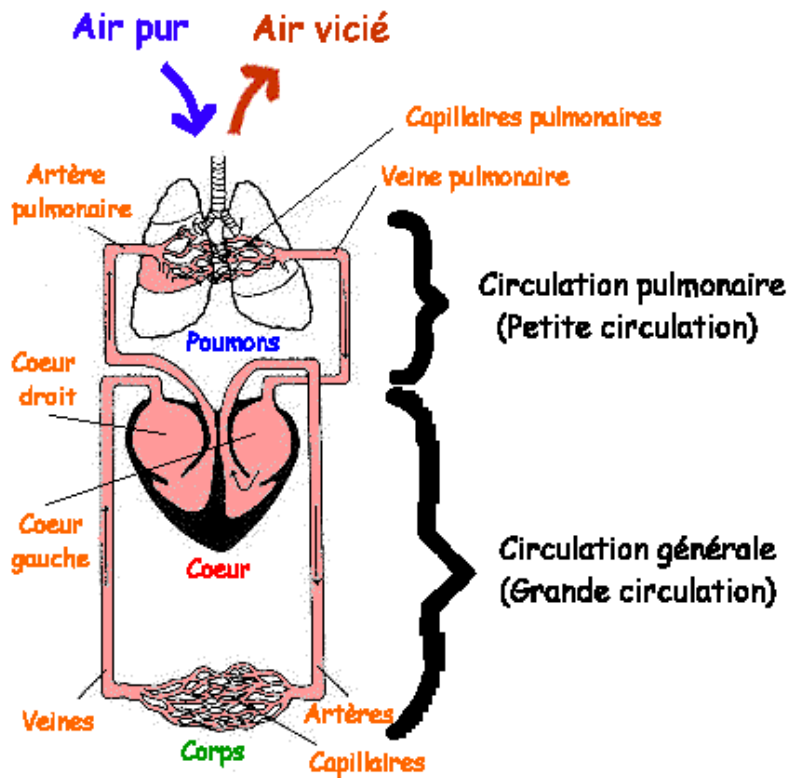
1.1. Rappel

- Air : 80 % d' N_2
20 % d' O_2
0,03 % de CO_2
 - Dissolution des gaz :
A T° constante et à saturation, la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression de ce gaz au dessus du liquide (Henry).
 - Les facteurs de dissolution :
 - Pression
 - Temps
 - Température
 - Nature du liquide
 - Surface de contact
 - L'agitation
 - Compressibilité des gaz (Mariotte)
 - $P \times V = P' \times V'$
 - $P \times V = \text{constante}$
 - Dalton : $P_p = P_{abs} \times X\%$ du gaz
-

Anatomie, physiologie :

Le corps humain est composé d'environ **70% d'eau**.

Dans l'air que nous respirons, l'azote sert de diluant. Il n'est pas consommé et ne se combine pas. Lors des échanges gazeux, l'azote se dissout dans le sang et se répartit dans les différentes parties du corps. Il retrouve sa forme gazeuse par le même phénomène en ayant parcouru le cycle de la circulation sanguine.





En plongée, nous respirons de l'air sous pression. Lorsque cette pression augmente, la quantité de gaz dissous augmente. En fonction de la profondeur et de la durée d'une plongée nous allons donc dissoudre de l'azote dans les tissus du corps humain. Pour pouvoir éliminer cet azote sans risque d'accidents il va falloir respecter une vitesse de remontée et des paliers de décompression. Si une remontée est effectuée sans respecter ces règles, il va se produire un dégazage de l'azote à l'intérieur du corps. L'élément qui va provoquer un accident de décompression sera une bulle (ou plusieurs) dont la taille et le site de localisation détermineront la gravité et le type d'accident.

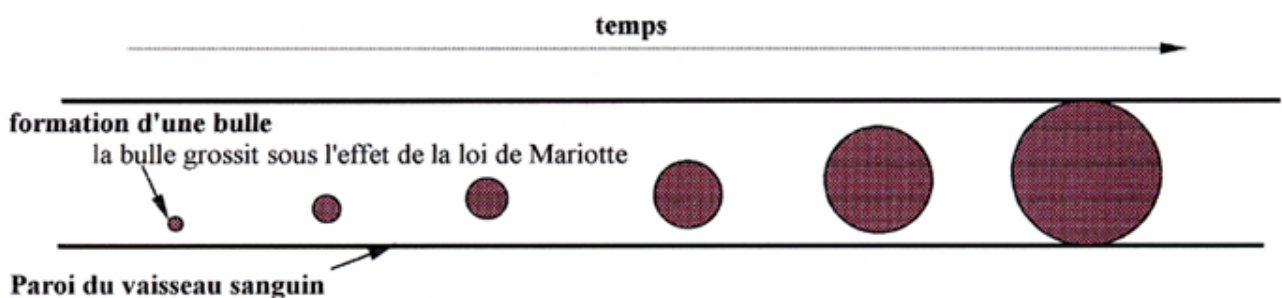
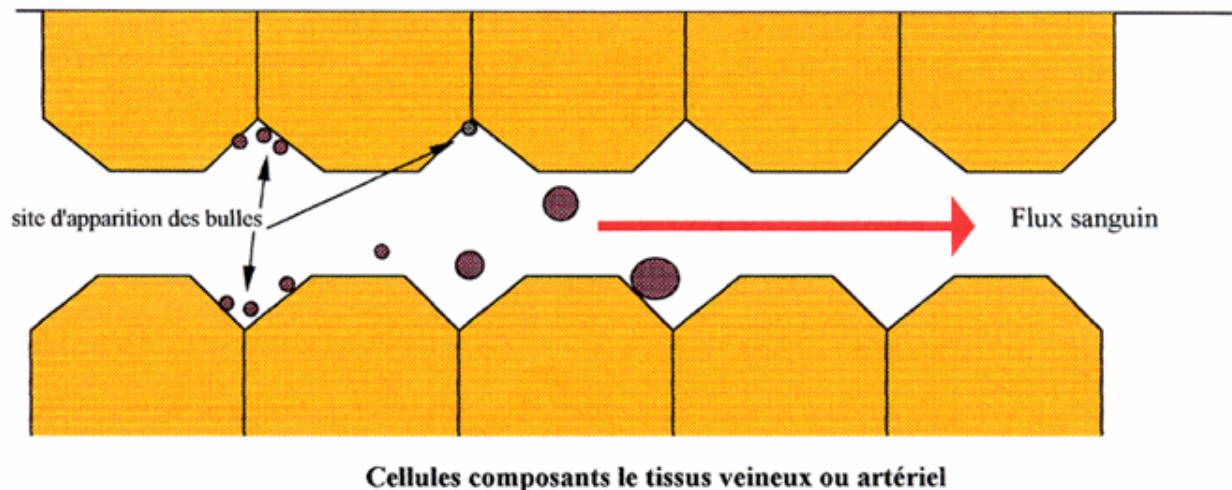
Les bulles :

Chaque plongée génère des bulles. Ces dernières sont directement impliquées dans la maladie de décompression. La taille de ces bulles et leurs lieux d'apparition pourront être à l'origine d'un ADD. On parlera alors de bulles pathologiques.

Les bulles circulantes lors d'une décompression normale (appelées aussi bulles silencieuses) sont véhiculées par la circulation sanguine jusqu'au poumon et alvéoles pulmonaire. L'alvéole agit alors comme un filtre en piégeant ces bulles et permet ainsi un dégazage régulier et contrôlé.

Lorsqu'une remontée n'est pas correcte, la taille des bulles croît trop rapidement et se trouvent bloquées dans la circulation sanguine sans pouvoir arriver jusqu'au poumon.

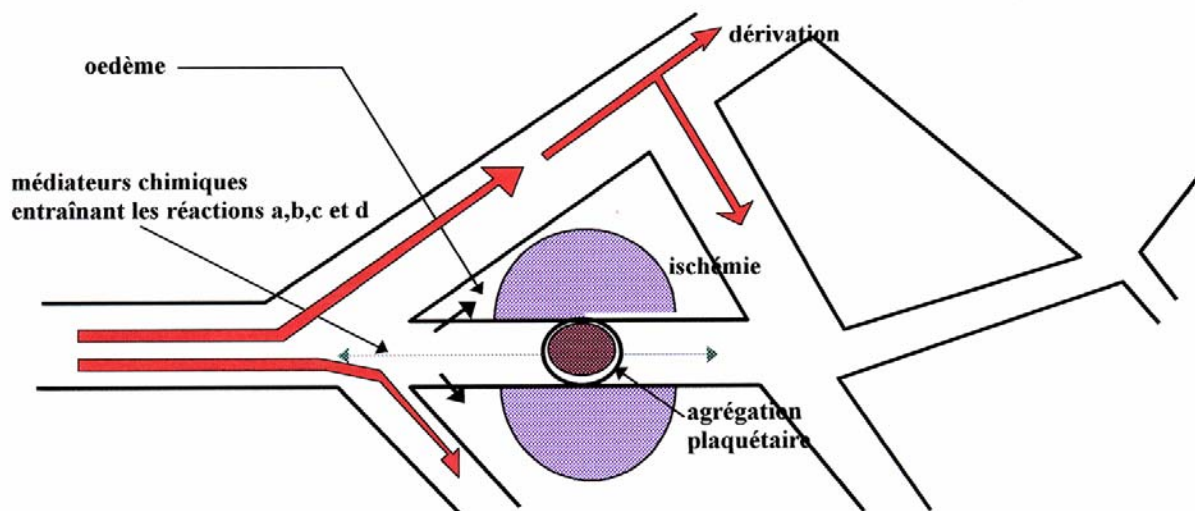
Au niveau cellulaire on sait que les bulles se forment aux endroits où il y a des irrégularités sur la surface des vaisseaux sanguins. Ex : points de jonction entre deux cellules.



Dès qu'une ou plusieurs bulles se trouvent bloquées dans la circulation sanguine, une suite de réactions vont apparaître. C'est la maladie de décompression.

Lorsque la bulle est bloquée, l'organisme va la reconnaître comme un corps étranger et va mettre en place un système de défense :

- a) Les plaquettes sanguines se déposent sur la couche qui entoure la bulle.
- b) Stimulation de la coagulation.
- c) Stimulation du système vasomoteur qui entraîne une vasoconstriction pulmonaire et une vasodilatation périphérique. La vasoconstriction pulmonaire entraîne une baisse des échanges gazeux .
- d) Hypovolémie : baisse du volume sanguin induit par les réactions a, b, c. Cette hypovolémie se traduit par une baisse sensible de la tension artérielle et un état de choc.
- e) Autour de la bulle, un œdème apparaît.
- f) Les tissus proches de la bulle n'étant plus alimentés en O₂, il y a ischémie. Si l'ischémie persiste il y a nécrose des tissus environnant (mort des tissus).



Le flux sanguin va utiliser les vaisseaux se trouvant autour de la zone bloquée. On dit qu'il y a dérivation.

Toutes ces réactions vont avoir pour effet de diminuer la fluidité du sang, ralentir le flux sanguin et empêcher les échanges gazeux de se dérouler normalement. Cela aura pour effet d'entretenir et d'aggraver la maladie de décompression en empêchant l'azote en excès de circuler librement jusqu'aux poumons. On entre alors dans un cercle vicieux que seul un traitement rapide et une évacuation vers un centre médicalisé pourra enrayer.



Les symptômes d'un ADD sont variés et différents selon leur localisation. Plusieurs zones différentes du corps humain sont susceptibles de développer un ADD.

Pour clarifier l'étude de ces symptômes nous allons les classer par :

- Zone de localisation
- Délais d'apparition des symptômes
- Population de plongeurs touchés
- Symptômes

a) **Les accidents cutanés :**

Zone :

Au niveau des jambes, des pieds et du thorax.

Délais d'apparition :

Dès la sorties de l'eau

Population :

Les plongeurs utilisant des vêtements secs ou lorsque la décompression à lieu en environnement sec (plongée professionnelle). Rarement rencontré en plongée sportive.

Symptômes :

Puces ⇒ démangeaisons, prurit.

Moutons ⇒ douleur, éruption cutanée ressemblant à un urticaire. Sensation de crépitement lorsque l'on touche la zone touchée.

b) **Les accidents ostéo-articulaires ou « bends » :**

Zone :

Bulle présente dans les tendons du muscle atteint. Le plus souvent au niveau des coudes, hanches, genou, et épaules.

Délais d'apparition :

De la remontée (dans l'eau) ou en surface, à la fin de la plongée. Rarement après plus de 6 heures après la plongée.

Population :

Le plus souvent les plongeurs professionnels.

Symptômes :

Douleurs vives au niveau de (dans l'ordre) : épaule, genou, coude, bras, poignet, hanche et cheville. Cette douleur est du type déchirement mais il arrive que l'apparition de cette douleur soit progressive.

c) **Les accidents médullaire :**

Zone :

Les bulles se forment au niveau de la moelle épinière. On les trouve dans la circulation veineuse ou directement dans le tissus médullaire.

Délais d'apparition :

De la remontée aux paliers jusqu'à plusieurs heures après. Le plus souvent 10 à 15 minutes après le retour en surface.

Population :

Le plus souvent rencontrés en plongée sportive ou loisir.

Symptômes :

- Douleurs au dos (sensation de coup de poignard).
- Picotement dans les membres.
- Paraplégie (paralysie des membres inférieurs).
- Tétraplégie (paralysie des membres inférieurs et supérieurs).
- Rétention d'urine.

On peut trouver ces symptômes de façons isolés ou associés (plusieurs à la fois). Il subsiste souvent des séquelles à la suite d'un accident médullaire.

d) Accidents cérébraux :

Zone :

La présence de bulles au niveau cérébral peut avoir plusieurs causes :

- A la suite d'une surpression pulmonaire (passage de bulles dans la circulation veineuse pulmonaire).
- A cause d'une hyperpression pulmonaire (vasalva, gonflage de bouée à la bouche à la remontée).
- Présence d'un foramen ovale qui laisse passer des bulles du cœur droit au cœur gauche . Les bulles vont ensuite se diriger vers le cerveau par l'intermédiaire des carotides.

Délais d'apparition :

Très rapide, dans l'eau et jusqu'à 10 minutes après la plongée.

Population :

On rencontre surtout cet accident chez les plongeurs sportifs et loisirs.

Symptômes :

- Etourdissement, perte de connaissance.
 - Comas.
 - Désorientation.
 - Troubles du comportement.
 - Convulsions.
 - Céphalées.
 - Troubles de l'élocution.
 - Amnésie.
 - Ménoplégie (1 membre).
 - Hémiplégie.
 - Paraplégie.
 - Tétraplégie.
 - Arrêt cardio-respiratoire.
-

e) **Les accidents pulmonaires :**

Zone :

Les bulles apparaissent de façon massive au niveau des poumons à la suite d'une remontée trop rapide. La circulation pulmonaire se trouve alors bloquée par les bulles et peuvent entraîner un dysfonctionnement du cœur droit.

Délais d'apparition :

A la remontée ou quelques minutes après la plongée.

Population :

Plongée sportive ou de loisir.

Symptômes :

- Difficulté à respirer.
- Douleur thoracique sur des inspirations et expirations forcées.
- Respiration superficielle.
- Doigt ou lèvres cyanosés.
- Arrêt cardio-respiratoire.

Ces symptômes font penser à un accident de surpression pulmonaire. C'est pour cette raison qu'en face de ce types de symptômes on traite une SPP de la même façon qu'un accident pulmonaire.

f) **Les accidents de l'oreille interne ou vestibulaire :**

Zone :

Les bulles prennent naissance soit dans la circulation de l'oreille interne ou directement dans les liquides de l'oreille.

Délais d'apparition :

De la remontée jusqu'à plusieurs heures après. Parfois plusieurs jours après.

Population :

Tout type de plongeurs.

Symptômes :

- Vertiges rotatoires (peut être confondu avec le mal de mer).
- Vomissements, nausées.
- Perte d'audition ou bourdonnement d'oreille.
- Somnolence anormale.
- Secousses spontanées des globes oculaires.
-

A l'étude des symptômes des ADD on s'aperçoit d'une chose très importante :

Les plongeurs loisir ou sportif, cet à dire nous, sont les plus confrontés aux accidents les plus graves à savoir :

Les accidents médullaires

Les accidents cérébraux

Les accidents pulmonaires

Dans tous les cas, la présence d'un des symptômes précédemment décrit, quelque soit le type d'accident, doit vous faire réagir rapidement et efficacement. L'ADD est toujours évolutif et seul une évacuation vers un caisson peut sauver une victime.

Délais d'apparition des symptômes :

50 % des ADD dans les 30 minutes qui suivent la plongée.

85 % des ADD dans l'heure qui suit la plongée.

95 % des ADD dans les 3 heures qui suivent la plongée.

99 % des ADD dans les 6 heures qui suivent la plongée.



Dès l'apparition du ou des symptômes (même bénin) il faut considérer qu'on se trouve dans un cas d'urgence. Si vous avez le moindre doute, réagissez de la même façon que devant un accident grave.

- Protéger la victime. Faites la sortir de l'eau, déséquipez, séchez et allongez là.
- Installez là dans un endroit calme si possible à l'écart des autres plongeurs.
- Passez l'alerte en demandant la mise en alerte du caisson hyperbare le plus proche.
- O2 à raison d'un débit de 15 litres / minute.
- Faire boire de l'eau sauf si il y a rétention d'urine (demander si la personne peut uriner).
- Aspirine avec de l'eau, à 250 mg.
- Préparer une fiche sur laquelle vous indiquerez :

Le nom et prénom de la victime.

Heure d'immersion.

Profondeur maxi de la plongée.

Paliers effectués.

Heure de sorties.

Type de décompression effectuée (tables, ordinateur).

Si il y a lieu, plongée successive avec les paramètres de la précédente plongée. Vous devrez remettre cette fiche au médecin qui effectuera l'évacuation de la victime.



Avant la plongée	Pendant la plongée	Après la plongée
Ne pas plonger si : – On est fatigué (nuit blanche , trajet de nuit)	Pas d'efforts intempestifs	Jamais d'apnée
– On n'a pas envie	Majoration si nécessaire	Pas d'efforts violents
– On a consommé de l'alcool	Respectez les vitesses de remontées	Pas d'altitude
Pensez aux plongées de réadaptation.	Courbe de sécurité $\Rightarrow 3'$ à 3 m	Pas d'avion avant 12h00
En tant qu'encadrant, prenez en compte les facteurs favorisant (âge, obésité, manque d'entraînement)	Respectez les paliers	Pensez à vous hydrater
Pensez à vous hydrater.	Au palier, bonne ventilation	Soyez attentif aux plongeurs de votre palanquée
	Pas de vasalva à la remontée	Notez vos paramètres de plongée
	Seul le palier de 3m peut être majoré sans risque	
	Même table ou même ordinateur dans la journée	
	Pas de gonflage à la bouche pendant la remontée	
	Contrôlez régulièrement les consommations d'air au cours de la plongée (les pannes d'air au palier sont fréquentes)	

1.2. Les facteurs favorisants

Depuis quelques années, en étudiant des cas d'ADD on s'aperçoit qu'un certain nombre de ceux-ci surviennent malgré un respect de la vitesse de remontée et du profil de décompression. C'est ce qu'on appelle les accidents immérités. Un examen précis de ces cas permet d'affirmer aujourd'hui que des facteurs favorisant l'ADD sont responsables de ces accidents immérités. Une enquête nationale sur les accidents de plongée sportive en 1994 met en évidence que 56,8 % des ADD sont survenus avec respect du profil de décompression d'où l'importance de bien connaître ceux-ci.

- La fatigue.
- Le manque de condition physique.
- Le manque d'entraînement à la plongée.
- L'effort pendant la plongée.
- Les plongées successives.
- Les plongées à profils irréguliers (type yo-yo en exercice).
- La déshydratation.
- L'obésité.
- Les facteurs psychologique : peur, stress, si on a pas envie de plongée.
- Antécédents d'accident de plongée.
- Le froid.
- La consommation d'alcool.
- Plusieurs semaines de plongée (2 fois par jour) sans repos.
- La prise de certains médicaments.
- L'âge.

Tous ces facteurs favorisants sont à prendre avec sérieux et sont à considérer dans l'organisation d'une plongée. N'oubliez jamais, avant une plongée, de questionner les plongeurs que vous allez encadrer. Si un de ces facteurs précédemment décrit correspond à un de vos plongeurs, n'hésitez pas à adapter les profondeurs d'évolutions, les conditions de plongée et si besoin de majorer le temps de palier à 3 m (le seul qu'on peut majorer) et d'être particulièrement attentif pendant et après la plongée.

2. La Noyade

La noyade est une mort dans l'eau par asphyxie aiguë. Elle peut s'accompagner de l'inondation d'une partie des poumons, rarement de la totalité.

(Dans 10 à 20 % des cas on ne retrouve pas d'eau dans les poumons).

L'eau est un milieu irrespirable pour l'homme et l'asphyxie par immersion est liée soit à une perte de connaissance (noyade secondaire), soit à une inondation des voies respiratoires (noyade primaire).

L'eau est également un milieu froid (cf § le froid). L'hypothermie est à l'origine d'une noyade primaire ou secondaire de par ses effets sur nos capacités motrices (endormissement des membres) ou par perte de conscience dès que l'hypothermie devient sévère.



Les causes de la noyade sont radicalement différentes selon qu'il s'agisse d'une plongée en apnée ou d'une plongée en scaphandre.

Pour information les causes principales de noyade pour un plongeur en apnée sont

- Pénétration d'eau dans le tuba
- Mauvaise maîtrise des techniques de nage.
- Espace mort du tuba trop important provoquant petit à petit un manque d'oxygène et une perte de conscience.
- Hyperventilation entraînant un manque d'oxygène lors du retour en surface (cours N4).

Les causes principales pour un plongeur en scaphandre sont :

- ◆ la surpression pulmonaire
- ◆ un barotraumatisme de l'oreille provoquant une lipothymie et une inondation des voies aériennes supérieures et des poumons.
- ◆ Un Accident de décompression pouvant entraîner une embolie cérébrale, ou perte de conscience, voire une paralysie empêchant le plongeur de regagner la surface.
- ◆ La toxicité des gaz
- Empoisonnement à l'oxygène pur au delà d'une pression partielle de 1.7 bar
- Empoisonnement à l'oxyde de carbone (mauvais gonflage)

- ◆ Tout incident technique
- ◆ Les traumatismes ayant des origines externes (hélices de bateaux, planche à voile, ...)

SPTÔM

Les symptômes varient en fonction des différentes causes citées ci-dessus.
Une constante peut néanmoins être isolée, TOUS ont à un moment donné les symptômes d'une détresse respiratoire, manque d'air.

Conséquences

Ce manque d'air, peut avoir plusieurs origines

- ◆ une contraction du larynx empêchant toute tentative de respiration.
Ce type de noyade est la plus facile à réanimer car il n'y a pas eu de lésions pulmonaires.
- ◆ Une pénétration d'eau dans les poumons entraînant une incapacité plus ou moins grande d'effectuer les échanges gazeux.

L'ensemble de notre organisme va subir les effets d'un manque d'oxygène
Au niveau cérébral, entraînant des lésions irréversibles au bout de 3 mn
Au niveau musculaire, entraînant des troubles circulatoires provenant d'un manque d'oxygène
au niveau du muscle cardiaque.

C.A.T.

Il s'agit de donner de nouveau de l'oxygène à notre organisme le plus rapidement possible.

- ◆ Sortir le noyé de l'eau
- ◆ Faire alerter les secours
- ◆ Lui prodiguer les premiers secours (§ secourisme), bouche à bouche, inhalation d'oxygène pur, massage cardiaque, etc.

NE PAS RECHAUFFER le noyé.

PREVT

- ◆ Être en bonne forme physique
 - ◆ Ne pas plonger seul
 - ◆ Posséder un matériel de plongée en parfait état.
-

3. Le froid

L'être humain maintient sa température interne à une valeur constante de 37°C grâce à un mécanisme de défense contre les variations de température du milieu ambiant « la Thermorégulation ».

Les mécanismes de lutte contre le froid.

Il a été calculé que pour un homme nu, l'équilibre thermique avec le milieu ambiant est de

- 25 °C dans l'air
- 34°C dans l'eau

Nous voyons bien qu'au cours d'une plongée (dont l'eau dépasse rarement 29°C dans le meilleur des cas), le corps humain va subir un effet de refroidissement. C'est pourquoi la combinaison de plongée est très fortement conseillée même en « mer chaude ».

Le corps humain se refroidit 25 fois plus vite dans l'eau que dans l'air.

La déperdition de chaleur va se faire principalement selon deux principes :

La conduction : le transfert s'effectue entre deux éléments immobiles (entre les tissus du corps humain en contact permanent)

La convection : le transfert de chaleur va s'effectuer entre un élément chaud et immobile et un élément mobile à température plus basse (entre le sang et les tissus dans le corps humain, ou entre la peau et l'eau froide pour un plongeur ou lors de la respiration pendant laquelle on inspire de l'air à une certaine température et on expire de l'air plus chaud)

Si le froid nous agresse, le corps humain va réagir pour maintenir la température interne constante à 37°C. Ces réactions sont progressives.

Modification du rythme respiratoire

L'objectif étant d'augmenter la quantité d'oxygène (O₂) capturée lors de la ventilation afin d'accroître la production de chaleur interne.

Le « petit frisson »

C'est une réaction cutanée (chair de poule) qui a pour effet le redressement des poils et la formation de plis sur la peau visant à réduire la surface d'échange thermique.

La vasoconstriction

Les vaisseaux sanguins déroutent leur trajet afin d'éviter les extrémités pour diminuer les pertes calorifiques proche de la surface d'échange afin de garder les organes centraux (cerveau, cœur, poumon) au chaud.

Le « grand frisson »

Afin d'augmenter de façon plus significative, la chaleur interne, le corps réagit en provoquant des contractions musculaires spasmodiques (tremblement, claquement de dents).

Si le phénomène se poursuit, la vasoconstriction s'arrête pour réalimenter les organes périphériques, la déperdition de chaleur des organes centraux s'accroît, le processus peut se poursuivre jusqu'à la mort.

CSES

- Eau froide
- Mauvais équipement ou mal adapté
- Fatigue physique
- Mauvaise alimentation

SPTÔM

- Frissons, chair de poule
- Envie d'uriner
- Crampes, tremblements
- Accélération du rythme cardiaque (risque d'essoufflement, ADD)..

C.A.T.

Prévenir le guide de palanqué par le signe approprié (§ signes)

L'arrêt de la plongée (retour en surface) et le réchauffement du plongeur sont le traitement logique des conséquences du froid intense.

Boire des boissons chaudes (sans alcool).

Ne PAS POURSUIVRE la plongée avec un plongeur qui a froid.

PREVT

Bien choisir son matériel (combinaison adaptée à la morphologie du plongeur)

Bien s'alimenter (sucres lents : pâtes, riz)

Etre en bonne forme physique

4. Les accidents dus au milieu

- Attention à la perte de palanquée : inattention, mauvaise visibilité, courant, etc. Si on se retrouve seul, on cherche maximum 1 à 2 minutes, en remontant légèrement pour chercher les colonnes de bulles. En cas d'échec, on remonte en suivant la procédure, puis on se rejoint en surface
 - Attention aux poissons : Vives, murènes, rascasses, congres, etc.
 - En cas de plongée sous plafond (épaves, grottes) : attention aux tôles et objets coupants, au soulèvement de la vase
 - Munitions
 - Filets
 - Bateaux (et planches à voiles, etc.) : attention avant de faire surface et se méfier lors des paliers : ne pas s'accrocher à son parachute !
 - Ancres !
 - Ce n'est pas un accident, mais concerne toutefois le milieu : respecter les zones interdites ou protégées .
-