

ACCIDENTS DE DECOMPRESSION

Thomas Anth, MF2
Jean Marc Roth, MF1
Largement inspiré des cours de Laurent Marcoux Médecin IR

1. DEFINITIONS

L'accident de décompression est provoqué par la formation de bulles de gaz lors de la remontée trop rapide d'une plongée. En l'absence de traitement adapté, elles provoquent des lésions au niveau de certains tissus de l'organisme: c'est la maladie de décompression.

2. MECANISMES

2.1 Saturation

Pendant la plongée, le sang absorbe de l'azote provenant de l'air respiré : on parle de saturation. Cette quantité est d'autant plus importante que la plongée est profonde (augmentation de la pression ambiante) et sa durée prolongée. Cependant, toutes les régions de l'organisme ne se comportent pas de la même manière ; on appelle «compartiments ou tissus» des régions de l'organisme qui se saturent et se désaturent en azote à la même vitesse.

2.2 Désaturation

A la remontée, la pression ambiante diminue et l'azote reprend sa forme gazeuse : c'est la sursaturation. Il y a formation de bulles de très petite taille, appelées micro-bulles, au niveau de la circulation veineuse. Elles sont normalement éliminées lors du passage au niveau des alvéoles pulmonaires par simple diffusion depuis le sang vers l'air expiré.

2.3 Sursaturation critique

Si la remontée est trop rapide, les micro-bulles s'associent entre elles et grossissent sous l'effet de la diminution de la pression ambiante (loi de Mariotte). Elles peuvent obstruer les vaisseaux sanguins et empêcher la fourniture d'oxygène aux tissus.

2.4. Localisation des bulles

Les bulles peuvent se former au niveau de tous les liquides de l'organisme. Leur localisation va entraîner des symptômes variés.

2.4.1 Bulles veineuses

Elles «engorgent» les poumons, ce qui entraîne un ralentissement de la circulation veineuse et gêne l'élimination des bulles par le filtre pulmonaire ; On peut comparer ce phénomène au ralentissement des voitures provoqué par un péage situé à la fin d'une voie d'autoroute. Ce mécanisme serait à la base des accidents de décompression neurologiques médullaires (paraplégies, etc....)

2.4.2 Bulles artérielles

Elles peuvent se former spontanément à ce niveau, ou provenir d'un passage direct des bulles veineuses au niveau du réseau artériel par plusieurs mécanismes :

- Shunts intra pulmonaires :

Les poumons comportent des zones particulières, appelées « shunts », où les capillaires artériels et veineux pulmonaires sont reliés directement, sans relation anatomique ou physiologique avec une alvéole pulmonaire. Normalement fermés, ces shunts peuvent s'ouvrir sous l'effet d'une augmentation de la pression en amont provoquée par l'engorgement de la circulation pulmonaire par les bulles veineuses.

Les bulles veineuses peuvent ainsi franchir le filtre pulmonaire et accéder à la grande circulation. Ces shunts existent à l'état normal, mais l'âge et le tabagisme favorisent leur développement.

- Foramen ovale perméable (FOP) :

Le foramen ovale est un trou situé au niveau de la paroi entre les deux oreillettes, permettant les échanges gazeux pendant la circulation fœtale. Il se ferme à la naissance, mais peut rester perméable chez 30 % des individus. Lorsque la pression augmente au niveau du cœur droit (engorgement des poumons par des bulles veineuses, manœuvre de Valsalva...) le foramen ovale peut s'ouvrir et permettre le passage direct des bulles veineuses dans la grande circulation, sans passage par les poumons.

Les bulles artérielles sont principalement à l'origine des accidents cérébraux (hémiplégie, troubles de la vision, de la parole...), et dans une moindre mesure de certains accidents médullaires et labyrinthiques.

2.4.3 Bulles extra-vasculaires

Elles provoquent des lésions en fonction du lieu où elles se forment, par différents mécanismes : distension, compression, blocage de certains nerfs et vaisseaux sanguins, etc...

- au niveau de la peau : puces et moutons

-au niveau des os et des articulations : bends

-au niveau du liquide endo-labyrinthique : ADD vestibulaire

En réalité les ADD ont souvent un mécanisme mixte.

2.5 Maladie de décompression

La formation de bulles obstrue les vaisseaux sanguins et empêche la fourniture d'O₂ au niveau des tissus. Si un traitement efficace est appliqué rapidement, les bulles peuvent être éliminées sans causer de dommages durables au tissu.

Dans le cas contraire, les plaquettes sanguines «collent» aux bulles, puis adhèrent les unes aux autres. Un caillot se forme et l'obstruction des vaisseaux devient définitive.

3. SYMPTOMES

Les symptômes observés lors des accidents barotraumatiques surviennent immédiatement après la sortie de l'eau. En revanche, ils sont souvent retardés au cours des ADD.

D'après une étude (Barthélemy 1997) :

- 50 à 55% des symptômes sont présents dans les 10 minutes suivant la sortie de l'eau
- 20 à 30 % entre 10 minutes et 1 heure (donc 70 à 85 % dans la première heure)
- 20 à 25 % entre 1 heure et 24 heures.

3.1 ACCIDENT DE TYPE 2 :

3.1.1 Accidents neurologiques

Ce sont les plus graves et les plus fréquents des ADD. Selon leur localisation, on distingue

Les accidents médullaires :

On peut observer :

- des paralysies :
 - le plus souvent une paraplégie : paralysie des 2 membres inférieurs avec des troubles de la sensibilité (le plongeur ne sent plus ses jambes) et l'impossibilité d'uriner.
 - parfois une monoplégie (paralysie isolée d'un seul membre), ou tétraplégie (paralysie des 4 membres) pouvant être accompagnée d'une atteinte des muscles respiratoires entraînant rapidement la mort).
- une douleur en coup de poignard dans le bas du dos, inconstante.
- des sensations de fourmillement au niveau des membres, pouvant être trompeuses, négligée par le plongeur et retarder le traitement. Elles ont le même caractère de gravité qu'une paralysie.

Les accidents avec atteinte du cerveau :

On peut observer :

- des paralysies :
 - hémiparésie : paralysie et perte de la sensibilité au niveau d'une moitié du corps (moitié de la face, membres supérieurs et inférieurs)
 - une tétraplégie ou des sensations de fourmillement, comme dans les accidents médullaires
- La perte d'un sens : vue, audition
- Des troubles de la parole : impossibilité de parler ou paroles incompréhensibles
- Des signes bâtarde, pouvant induire en erreur : sensation extrême de fatigue, angoisse...
- Dans les cas les plus graves : des crises convulsives (comme dans les crises d'épilepsie) des troubles respiratoires, un état de choc avec coma et décès.

3.1.2 Accident labyrinthique

Il peut être provoqué par une bulle coincée au niveau de l'artère irriguant une oreille ou un dégazage au niveau du liquide endo-lymphatique de l'oreille interne. C'est un accident grave et récidivant.

On observe :

- des troubles de l'équilibre importants (signes vestibulaires) : vertiges, nausées, vomissements, marche impossible, (à différencier du mal de mer : intensité moindre)
- des troubles de l'audition plus discrets (Signes cochléaires) : bourdonnements d'oreille, sifflements.

3.2 ACCIDENT DE TYPE 1 :

3.2.1 Accidents cutanés

Ils sont provoqués par la présence de bulles extravasculaires sous la peau.

- **les puces** sont des petites lésions d'urticaire, entraînant des démangeaisons, comme des piqûres d'orties.

- **les moutons** sont des boursouflures rouges en forme de plaques.

Les accidents cutanés sont très rares en plongée loisir, mais plus fréquents lors d'utilisation de combinaisons étanches, et en caisson hyperbare. Ils ne sont pas graves en eux-mêmes, mais imposent une évacuation vers un centre équipé d'un caisson hyperbare, car ils peuvent précéder un accident neurologique.

3.2.2 Accidents ostéo-articulaires

Les bends (courbatures en anglais) sont provoqués par la présence de bulles extravasculaires qui étirent ou compriment des nerfs ou des vaisseaux sanguins au niveau des articulations, des os, des muscles, ou des tendons.

Ils provoquent de vives douleurs à type de broiement, au niveau des épaules, des clavicules ou des grosses articulations, cèdent lors de la recompression en caisson hyperbare, mais peuvent récidiver.

4. TRAITEMENT

4.1 Sortir la victime de l'eau

Voir RIFAP

4.2 Réaliser les gestes classiques de secourisme

- si l'accidenté est conscient
 - administrer de l'oxygène pur au masque à 15 l/min. On peut en donner pendant plusieurs heures d'affilée sans problème
 - proposer de l'aspirine, sauf en cas d'allergie : 500 mg au maximum (pour diminuer l'agrégation plaquettaire et la formation du caillot),
 - administrer de l'eau douce : 500 ml toutes les 30 minutes, sans dépasser 2 litres au total, pour lutter contre la déshydratation et favoriser la circulation et l'élimination des bulles.
- si l'accidenté est inconscient, mais ventile spontanément
 - le placer en P.L.S
 - administrer de l'oxygène pur au masque à 15 l/min
 - ne pas administrer d'aspirine ni d'eau : risque de pénétration dans les poumons chez une victime inconsciente

4.3 Donner l'alerte

- téléphone : 15 (SAMU) ou 18 (pompiers), téléphone portable (112), VHF (CROSS), pour permettre l'acheminement du plongeur vers un centre équipé d'un caisson hyperbare.
- remplir la fiche de renseignements concernant les ADD (FFESSM).

4.4 Dans tous les cas

• Se souvenir que l'administration d'O₂, est la mesure la plus efficace, et qu'elle doit être débutée sans délais.

- ne jamais négliger des signes apparemment sans gravité (fatigue, fourmis dans les jambes)
- En cas de doute, traiter comme un ADD, et faire évacuer le plongeur vers un centre hyperbare : mieux vaut se tromper par excès que par défaut
- agir rapidement : les chances de guérison sont d'autant plus grandes que le traitement (et surtout l'oxygène) est mis en œuvre rapidement.
- Ne jamais laisser repartir la victime sans un avis spécialisé, même si les symptômes disparaissent spontanément, ou après l'administration d'O₂ pendant quelques minutes (ce qui est fréquent), car ils peuvent réapparaître par la suite.
- Faire évacuer l'accidenté par des secours spécialisés (SAMU, pompiers).

Ne pas appeler soi-même l'équipe de garde du caisson hyperbare, sauf pour demander un avis. C'est le médecin régulateur (SAMU ou pompier) qui coordonnera les moyens appropriés (hélicoptère, bateau, véhicule terrestre..), et organisera l'évacuation de la victime vers le centre hyperbare.

- Ne pas jamais recomprimer une victime dans l'eau lorsque les signes sont présents : on augmenterait la saturation en azote, et on risquerait une aggravation des signes dans l'eau ! (la recompression en caisson s'accompagne de la respiration de mélanges suroxygénés, bien plus efficaces).
- La surélévation des pieds « pour décoincer les bulles » est totalement inefficace.
- La reprise de la plongée après un ADD dépend de l'avis d'un médecin fédéral

5. PREVENTION

5.1 Strict respect des procédures de décompression

- respecter la vitesse préconisée par la table utilisée :(MN 90 : 15 à 17 m/min. MT92 : 12 m/min.) ou par son ordinateur
- en cas de plongée successive : utiliser la même table ou le même ordinateur
- ne pas faire plus de 2 plongées par intervalle de 12 heures (tables MN 90 et MT 92 (Comex) non utilisables au delà,
- Si plusieurs plongeurs d'une même palanquée ont des majorations différentes, il faut se baser sur le plongeur le plus pénalisé,
- privilégier les plongées sans paliers ou avec des paliers limités à 3 mètres,
- éviter de dépasser 50 mètres et dans tout les cas jamais plus de 60 mètres avec l'air (c'est de toute façon interdit par la réglementation...): utilisation du TRIMIX
- les plongées consécutives et les successives comportant un petit intervalle de surface sont les plus dangereuses. Les études montrent que la désaturation est maximale entre 30 et 45 minutes après la remontée.

5.2 Réalisation correcte des paliers

5.2.1 Profondeur

- respecter la profondeur prescrite par les tables ou l'ordinateur,
- éviter de programmer une plongée avec paliers en cas de houle, car leur profondeur sera difficile à maintenir,
- Effectuer les paliers le long d'un bout relié à une bouée, ou à défaut, à un parachute : profondeur constante,
- Attention aux mouvements de va et viens du mouillage d'un bateau,
- avoir un lestage correct : la flottabilité doit être nulle à 3 mètres quand le gilet est dégonflé et la bouteille presque vide.

5.2.2 Durée

- respecter les tables ou l'ordinateur,
- ne pas allonger la durée, sauf éventuellement celle du palier de 3 mètres,
- la vitesse de remontée inter palier, et du dernier palier à la surface doit être de 3 mètres à la surface doit être de 30 secondes.

5.2.3 Ventilation

- avoir de l'air en quantité suffisante (bonne planification de la plongée),
- se ventiler à fréquence normale, sans hyperventilation, ni apnée,
- l'efficacité d'un palier réalisé en échange d'embout est très aléatoire : utiliser le 2ème détendeur du chef de palanquée ou d'un équipier.

5.3 La déshydratation

5.3.1 Le Blood-shift et le froid

- La pression a un effet de « compression » sur l'ensemble du corps et en particulierité sur les extrémités, le volume sanguin devient trop important par rapport à la vascularisation, et l'organisme dirige le surplus de liquide vers la vessie.
- Le froid a sensiblement le même effet pas vasoconstriction, l'organisme lutte contre le froid en privilégiant le réchauffement des organes vitaux et un trop plein de liquide se produit également dans la circulation sanguine.

5.3.2 Le dessèchement de l'air

- L'air que nous respirons est particulièrement sec par sa filtration au niveau du compresseur, l'organisme corrige ce phénomène par le biais de la ventilation et consomme du liquide à ce niveau.

5.3.3 Les effets conjugués

- Tous ces effets additionnés ont la particularité de déshydrater de manière importante notre organisme, surtout si nous plongeons en milieu chaud (perte par sudation). Le phénomène est encore accentué en successive car sans réel hydratation entre 2 plongées la déshydratation de la première plongée s'additionne à la deuxième. Le plongeur se trouve alors en dette hydrique grave avec les conséquences désastreuses pour le mauvais transport des gaz et des toxines.

5.4. Eviter l'effort excessif ou le refroidissement au cours de la plongée.

- l'hypercapnie induite par l'effort ou le froid augmente la dissolution de l'azote, et gêne son élimination au niveau du filtre pulmonaire,
- les tables MN 90 sont prévues pour des efforts normaux chez des sujets entraînés,
- en cas d'efforts excessifs, préférer les tables MT 92 (Comex),
- certains ordinateurs "à gestion d'air" intègrent ces paramètres, leurs performances dans ce domaine sont discutées...

5.5. Ne pas faire de Valsalva à la remontée

- risque de rupture du tympan, de surpression pulmonaire
- risque d'ADD : ouverture des shunts pulmonaires et d'un éventuel FOP.

5.6. Pas d'apnée après une plongée

- L'apnée provoque une gêne à l'évacuation de l'azote, et risque d'entraîner la migration des bulles sous l'effet de la loi de Mariotte : le diamètre des bulles diminue à la descente et elles peuvent donc franchir plus facilement le filtre pulmonaire sans être éliminées par les alvéoles.

5.7. Pas d'effort excessif après une plongée

800 mètres PMT, 500 mètres capelé, remontée de l'ancre, tennis, jogging, vélo.

5.8 Pas d'altitude après une plongée

- attendre 6 heures avant de monter à 3000 mètres,
- attendre 12 heures avant de monter au delà de 3000 mètres ou de prendre l'avion.

5.9 Eviter les profils de plongée à risques

- Les tables de plongée actuelles sont basées sur un modèle « Haldanien » Elles ont été calculées pour des plongées carrées. Il faut éviter :
 - les plongées « yo-yo »,
 - les successives inversées : Il faut effectuer en premier la plongée la plus profonde,
 - le profil inversé : descente lente à la profondeur maximale (exploration d'un tombant) puis remonter à la vitesse de 15 à 17 mètres par minutes en fin de plongée.

5.10 Ordinateurs de plongée et ADD

L'ordinateur de plongée ne met pas à l'abri de l'ADD, mais ne semble pas ,en lui -même, moins sûr que les tables. Les accidents observés relèvent souvent d'une mauvaise utilisation de ces appareils : plongée yo-yo, efforts excessifs, nombre de plongées supérieur à 2 dans un intervalle de 12 heures.

6. CONCLUSION : PROBLEME DES ACCIDENTS « IMMÉRITES »

Il s'agit d'ADD survenant après une remontée effectuée dans les règles.

6.1 Limites du modèle Haldanien

Les tables utilisées en France reposent sur le modèle de Haldane, datant de plus d'un siècle. Les études actuelles montrent que ce modèle mathématique ne correspond qu'imparfaitement aux réalités physiologiques.

6.2 Aspect statistique

Un modèle de décompression, aussi proche de la réalité soit-il, reste statistique. Il préviendra l'accident dans la grande majorité des cas, mais pas à 100%.

6.3 Particularités physiologiques

Des examens complémentaires pratiqués chez les victimes d'ADD permettent souvent d'en retrouver : Foramen Ovale en particulier.

De plus, les modèles actuels ne prennent pas ou peu en compte les paramètres qui modifient le profil de décompression : effort, froid, stress, âge, surcharge pondérale etc...

6.4 Adaptons nos plongées

Nous avons la possibilité de limiter les risques de l'ADD en adaptant nos plongées pour nous et nos palanquées :

- Durée
- Profondeur
- Nitrox
- Nombre de plongée
- Dans un séjour > ½ journée de récupération
- ETC...

ACCIDENTS DE DECOMPRESSION

laurent.marcoux@cpi-plongee.fr
tjant@club.fr

1. DEFINITIONS

2. MECANISMES

- Saturation.
- Désaturation.
- Sursaturation critique.
- Localisation des bulles.
- Shunts intra pulmonaires.
- Foramen ovale perméable.
- Maladie de décompression.

3. SYMPTOMES

- Délais d'apparition.
- Accidents de type 2.
- Accidents de type 1.

4. TRAITEMENT

5. PREVENTION

- Respect des procédures de décompression.
- Réalisation des paliers.
- Déshydratation.
- Situations à éviter.
- Profils de plongée à risque.
- Ordinateurs de plongée et ADD.

CONCLUSION :

- Problème des accidents «immérités».