



La Narcose en Plongée à L'air

Collège des Instructeurs Fédéraux

Septembre 2025

Un peu d'histoire

Observée dès la fin du XIX^e siècle par les plongeurs de la Royal Navy; cet effet a été découvert en 1930 par Hill et Mac Leod

Les premières études physiologiques sérieuses datent des années 1930-1950

En 1943, Frédéric Dumas, plongeur français, expérimente la narcose à l'azote lors d'une plongée à 62 mètres avec le scaphandre autonome de Cousteau-Gagnan, ce qui en fait le premier plongeur en scaphandre autonome à être atteint par ce trouble (neurologique)

Jacques-Yves Cousteau popularise le terme « ivresse des profondeurs » dans Le Monde du Silence (1953)

Introduction

La narcose à l'azote est un syndrome neurologique réversible (et sans conséquence si prise en charge rapide) induit par l'augmentation de la pression partielle des gaz inertes (ici l'azote – P_{pN_2}) dans l'organisme lors d'une plongée

Des troubles comportementaux et de la coordination neuromusculaire ainsi que des diminutions des performances intellectuelles (ralentissements) sont le plus souvent observés. Elle fait partie des accidents liés à la pression et à la toxicité des gaz, bien que ces symptômes ne sont pas stricto sensu dus à la profondeur mais bien à l'augmentation de la P_{pN_2} .

Physique et physiologie

Les gaz à effets narcotiques sont biochimiquement inertes : ils n'interagissent pas en modifiant la chimie cellulaire. Ils ont, a priori, un simple effet mécanique.

Deux mécanismes sont suspectés, résultant à chaque fois en une modification de la perméabilité de la membrane cellulaire à certains composants :

La théorie protéique de la narcose qui suscite davantage d'intérêt ces derniers temps. Elle suggère que l'azote, à des pressions élevées, interagirait directement avec les *protéines* des membranes cellulaires des neurones, perturbant ainsi leur fonctionnement normal

Physique et physiologie (suite)

Mécanisme d'action (suite)

Elle est privilégiée à la plus ancienne (début du XX^{ème}) loi de Meyer-Overton (**théorie lipidique de la narcose**) qui établit un lien entre la capacité anesthésiante d'une molécule et sa solubilité dans les lipides. La narcose à l'azote survenant lorsque la pression partielle de l'azote augmente, provoquerait ainsi des symptômes similaires à un anesthésique général à faible dose en se dissolvant dans le corps et en altérant le système nerveux

Même si le mécanisme lipidique est considéré comme dominant, les deux mécanismes semblent intervenir. En effet, la narcose et l'anesthésie auraient des mécanismes similaires.

Facteurs influençant/aggravant la narcose

Profondeur/PpN2 : principal facteur — dès 30 m /PpN2 = 3,12 B

Vitesse de descente : descente rapide → symptômes plus intenses

Température de l'eau : eau froide → aggravation

Fatigue : augmente la sensibilité

Stress et anxiété : aggravent les effets

Manque d'habitude : plongeur peu expérimenté souvent plus affecté

Alcool ou substances psychoactives : amplifient l'effet

CO₂ élevé (effort intense, mauvaise ventilation) : potentialise fortement la narcose

Symptômes cognitifs

Euphorie, sensation de puissance ou de sérénité

Difficulté de concentration ; Jugement altéré (prise de risques)

Désorientation temporo-spatiale (difficulté à réaliser l'écoulement du temps)

Troubles mnésiques ou de la mémoire immédiate (surveillance d'instruments, gestion du binôme)

Troubles perceptifs et hallucinations (modification de la perception de la douleur (hypoalgésie) et altérations des perceptions visuelles et auditives dans le sens d'une intensification)

Symptômes psychomoteurs

Détérioration croissante de la dextérité manuelle (utilisation du matériel plus lente / difficile)

Diminution des performances intellectuelles (calculs, ordination, etc.)

Symptômes émotionnels/troubles de l'humeur

Euphorie excessive ; Anxiété soudaine ; Bouffée d'angoisse ;
Panique injustifiée

L'ensemble de ces symptômes liés à cette narcose seraient en fait plus typiques de l'intoxication à des drogues psychédéliques plutôt que de l'intoxication alcoolique à laquelle la narcose est souvent comparée

Tableau des effets/symptômes selon la PpN2 *

20 m PpN2 = 2,34 bars Généralement imperceptible

30 m PpN2 = 3,12 bars Légère euphorie, temps de réaction ralenti

40 m PpN2 = 3,90 bars Jugement altéré, erreurs de calcul, baisse de coordination

50 m PpN2 = 4,68 bars Confusion mentale, mauvaise prise de décision, tunnel de conscience

60 m PpN2 = 5,46 bars Risque élevé de comportement incohérent, désorientation - **Limite de La plongée à L'air**

70 m et + PpN2 $\geq 6,24$ bars Risque de perte de conscience, danger vital immédiat

* Valeurs moyennes, variables selon individus

Dangers principaux

Perte de vigilance → oubli des paramètres de plongée

Mauvaise gestion du temps → panne d'air

Désorientation → perte de la palanquée

Risque de descente incontrôlée → narcose accrue

Accidents combinés (ADD, surpression pulmonaire) par une gestion altérée de la plongée

Prévention

Limiter la profondeur (40 m max en loisir à l'air)

Descente progressive et contrôlée

Surveillance mutuelle entre binômes

Éviter fatigue, alcool, stress

Respirer calmement pour limiter le CO₂

En plongée profonde (au-delà de 50m) : utiliser un mélange Trimix (azote + hélium + oxygène) ou Triox pour réduire la fraction d'azote

Conduite à tenir (CAT)

Reconnaître les signes (sur soi ou un binôme)

Rester calme et communiquer

Remonter de quelques mètres*

Reprendre la plongée à une profondeur plus faible ou mettre fin à la plongée*

* Cette CAT serait remise en question par de récentes publications scientifiques (se référer aux diapositive 13 et suivantes) ce qui entrainerait de mettre fin à la plongée

Attention aux idées reçues

Réversibilité de la narcose : disparition quasi immédiate si on remonte de quelques mètres ?

Des tests (nommés CFFF) réalisés en environnement marin ont permis d'obtenir une évaluation fiable des fonctions cognitives d'un plongeur (cf. 2012, 2014)

Ces tests sont réalisés au moyen d'un petit dispositif cylindrique avec une LED bleue et un anneau rotatif qui modifie la fréquence de scintillement. Le plongeur regarde fixement une LED. Le chercheur fait alors varier la fréquence de scintillement. Lorsque le plongeur constate que la LED est continue, donc que la fusion est atteinte, le test s'arrête et la fréquence critique de fusion* est enregistrée. Les résultats sont alors comparés à une valeur de référence déterminée avant la séance de plongée. Une augmentation de la fréquence de fusion est alors le signe d'une amélioration des fonctions cognitives tandis qu'une diminution constituerait la preuve d'une narcose à gaz inerte.

* Considérât comme mesure objective de la narcose

Attention aux idées reçues (suite)

Les tests de plongée ont été effectués à une profondeur de 30 m pour une durée de 20 minutes au fond, dans trois environnements différents : une chambre hyperbare, la piscine profonde du centre Nemo33 (Bruxelles) et l'océan. La température de l'eau dans la piscine était de 33 °C, et aucune protection thermique n'était nécessaire. La température de l'océan était de 19 °C, et les plongeurs portaient une combinaison de plongée adéquate.

La CFFF a été mesurée cinq fois par séance de plongée. Les mesures étaient les suivantes :

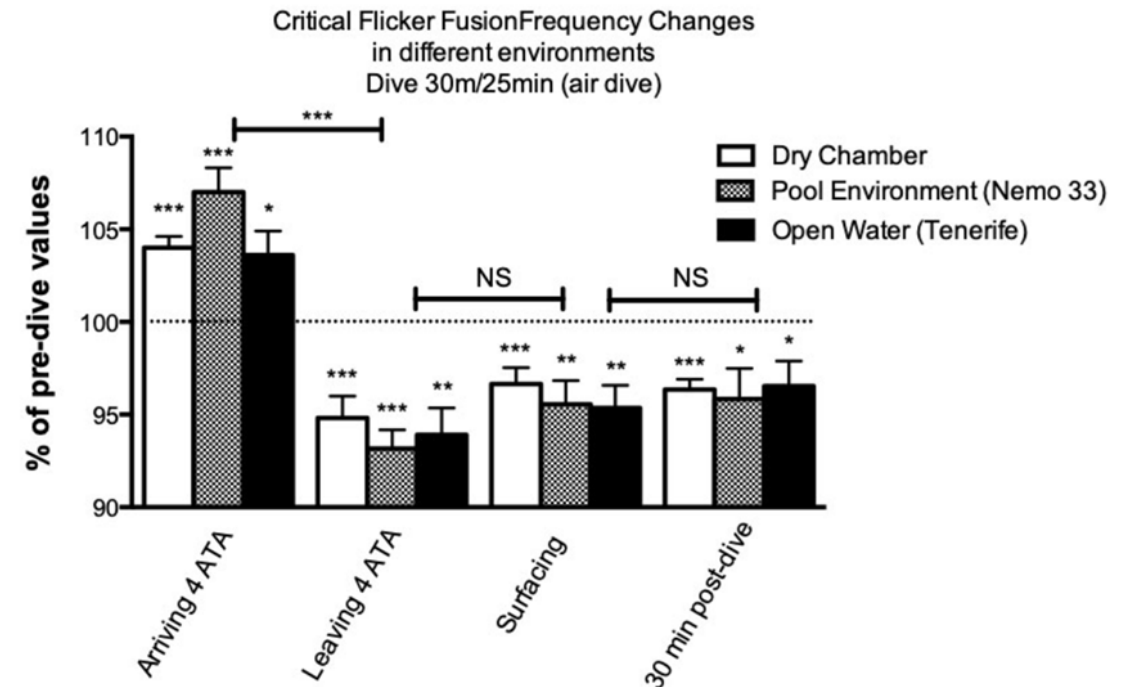
- Pré-plongée pour définir la valeur de référence
- Lors de l'arrivée à la profondeur de 30 m
- Cinq minutes avant d'atteindre la surface
- Lors de l'arrivée à la surface
- 30 minutes après la séance

Attention aux idées reçues

Selon les auteurs, c'est la première fois que les effets de la narcose à gaz inerte ont été mesurés auprès d'une population standard dans diverses conditions externes (au sec vs mouillé, avec une combinaison vs sans combinaison, en eau libre vs en piscine). Les conclusions sont surprenantes.

Les valeurs de la CFFF sont d'une cohérence remarquable entre les trois environnements testés :

- les valeurs de la CFFF augmentent lors de l'arrivée à ladite profondeur, révélant une amélioration des fonctions cognitives.
- 15 minutes plus tard est observée une dégradation des fonctions cognitives qui se traduit par une baisse des valeurs de la CFFF et qui laisse supposer que la narcose à gaz inerte débute.
- **Fait surprenant** : ce trouble persiste lors de l'arrivée à la surface et 30 minutes après la plongée.



Attention aux idées reçues

Ce fait surprenant suggère que le bon vieux conseil consistant à remonter de quelques mètres lorsque la narcose se fait sentir serait une stratégie inefficace. L'augmentation initiale des valeurs de CFFF indiquant une stimulation psychique dès l'arrivée à ladite profondeur a également est également **surprenant**.

Ils émettent l'hypothèse que la stimulation psychique observée et la dégradation des fonctions cognitives qui s'ensuit résultent d'une différence entre les effets immédiats de l'azote et de l'oxygène (comparables à ceux de « drogues »). L'oxygène a des effets stimulants sur les neurotransmetteurs, alors que l'azote a une action inhibitrice (cf. 2011; 2018).

Références bibliographiques

Lafere P, Balestra C, Hemelryck W, Guerrero F & Germonpre P. **(2016)**. Do Environmental Conditions Contribute to Narcosis Onset and Symptom Severity? *International journal of sports medicine* 37, 1124-1128

Balestra C, Lafere P & Germonpre P. **(2012)**. Persistence of critical flicker fusion frequency impairment after a 33 mfw SCUBA dive: evidence of prolonged nitrogen narcosis? *Eur J Appl Physiol* 112, 4063-4068

Rostain, J. C., Lavoute, C., Risso, J. J., Vallee, N., and Weiss, M. **(2011)**. A review of recent neurochemical data on inert gas narcosis. *Undersea Hyperb. Med.* 38, 49–59.

Hemelryck. M., Rozloznik. M., Germonpré, P., Balestra, C., Lafère, P. **(2013)**. Functional comparison between critical flicker fusion frequency and simple cognitive tests in subjects breathing air or oxygen in normobaria, *Diving Hyper Med.* Sep;43(3):138-42

Broussolle, B., Méliet, J.L., Coulangue, M., **(2006)**. Physiologie & Médecine de la Plongée, Ed. Ellipses (2nde Edition)