

Fédération Française d'Étude et des Sports Sous-Marins

MÉMOIRE
D'INSTRUCTEUR FÉDÉRAL RÉGIONAL

L'ENSEIGNEMENT DES
QUALIFICATIONS NITROX



Pascal HECTOR
Grand-Est
Décembre 2024

Table des matières

REMERCIEMENTS – INTRODUCTION	3
LA PLONGEE AU NITROX EN France	4
I) Historique	4
II) Coursus actuel de formation FFESSM	6
II.1) Contenu de la qualification Plongeur Nitrox PN	6
II.2) Commentaires sur le contenu PN	7
II.3) Contenu de la qualification Plongeur Nitrox Confirmé PNC	9
II.4) Commentaires sur le contenu PNC	10
II.5) Qualification Moniteur Nitrox Confirmé MNC	10
DEUX APPROCHES PEDAGOGIQUES AU SEIN DE LA FFESSM	11
I) L'approche par objectifs	11
II) L'approche par compétences	12
III) Et la liberté pédagogique dans tout ça ?	13
LES FORMATIONS NITROX – VISION MONDIALE – VISION D'AVENIR POUR LA FFESSM	15
I) Introduction	15
II) Formation Plongeur NITROX : PN	15
II.1) Synthèse des formations NITROX en France et dans le monde	15
II.2) Analyse des cursus de formation de plongeur NITROX	17
II.3) Commentaires	17
II.4) Proposition pour la qualification plongeur NITROX élémentaire	18
III) Formation Plongeur NITROX CONFIRME : PNC	22
III.1) Synthèse des formations NITROX CONFIRME en France et dans le monde	22
III.2) Analyse des cursus de formation de plongeur NITROX CONFIRME	24
III.3) Commentaires	24
III.4) Proposition pour la qualification plongeur NITROX CONFIRME	25
IV) Formation MONITEUR NITROX - MONITEUR NITROX CONFIRME	33
IV.1) Synthèse des cursus de formation pour devenir enseignant pour PN et PNC	33
IV.2) Analyse et questionnement	34
IV.3) Proposition pour la qualification MONITEUR NITROX	35
IV.4) Proposition pour la qualification MONITEUR NITROX CONFIRME	36
IV.5) Responsable de stage de formation pour MNC	41
L'ENSEIGNEMENT DE LA FABRICATION DES MELANGES NITROX	42
CONCLUSION	43
ANNEXES	44
Annexe 1 : incertitude sur la mesure d'un analyseur d'O2	44
Annexe 2 : planifier l'autonomie en air	46
Annexe3 : fiche d'évaluation d'un oral en salle	52

Bibliographie	54
----------------------	-----------

Remerciements

S'engager dans le mouvement associatif traduit un intérêt pour une coopération sans hiérarchie et sans salaire, autre que la satisfaction d'avoir été au service d'une cause à laquelle on adhère. Ainsi, nombreux sont les bénévoles de la FFESSM à œuvrer au sein des clubs pour entretenir le matériel et les locaux, gérer les aspects administratifs et financiers, organiser les sorties, les voyages, et bien sûr encadrer la pratique.

Le cursus d'un Instructeur Fédéral Régional, IFR, est à valider par des participations à des stages et examens fédéraux, avec l'élaboration de sujets, pour finir en point d'orgue par la rédaction d'un mémoire dont le contenu est personnel. Étant engagé dans ce cursus d'IFR, j'ai été amené à coopérer avec les membres du collège des Instructeurs Fédéraux de l'Est, dont l'engagement dans notre mouvement associatif est le digne prolongement du travail de terrain fait dans les clubs. Leur passion de la plongée est intacte, leur enthousiasme est sans limite. Rien ne me semble plus inspirant !

Pour franchir les écueils du cursus d'IFR mes deux parrains, Sylvain et Rémy, ont assuré un accompagnement bienveillant et personnalisé avec des échanges constructifs. Leur contact a été une source de grande motivation. Toute ma gratitude à tous deux.

Et surtout, une tendre pensée pour mon épouse Laurence et nos trois filles qui me permettent de vivre cette passion en partageant leur temps libre.

Introduction

La pratique de la plongée au Nitrox en France a émergé à travers l'adoption progressive de mélanges gazeux enrichis en oxygène, initialement développés pour la plongée technique. Ce mémoire s'inscrit dans une perspective d'analyse critique et prospective, explorant les cursus de formation actuels, leurs impacts sur la pratique de la plongée de loisir et technique, ainsi que les évolutions à envisager pour optimiser les compétences des plongeurs et moniteurs Nitrox.

En s'appuyant sur une comparaison des approches pédagogiques nationales et internationales, cette étude vise à identifier les forces et les faiblesses de notre cursus FFESSM actuel. L'objectif final est de proposer des solutions adaptées aux besoins des plongeurs modernes, tout en garantissant un haut niveau de sécurité et d'efficacité. Ainsi, ce travail contribue à la réflexion sur l'avenir de la formation Nitrox au sein de la FFESSM, en intégrant une tendance pédagogique actuelle : la liste des tâches dans l'approche par compétences. L'intégration de l'approche par compétences dans les référentiels de formation ouvre la voie à une meilleure adaptabilité et à une préparation plus complète des plongeurs face à des situations complexes. En outre, la nécessité de renforcer la formation des moniteurs Nitrox, en introduisant des modules spécifiques, constitue une priorité pour garantir une transmission optimale des connaissances et capacités.

La plongée au Nitrox représente un élément essentiel dans l'évolution de la plongée sous-marine, combinant sécurité accrue et opportunités techniques.

Finalement, en valorisant les bonnes pratiques internationales et en s'inspirant des innovations pédagogiques, la FFESSM peut continuer à être un acteur majeur dans la formation des plongeurs.

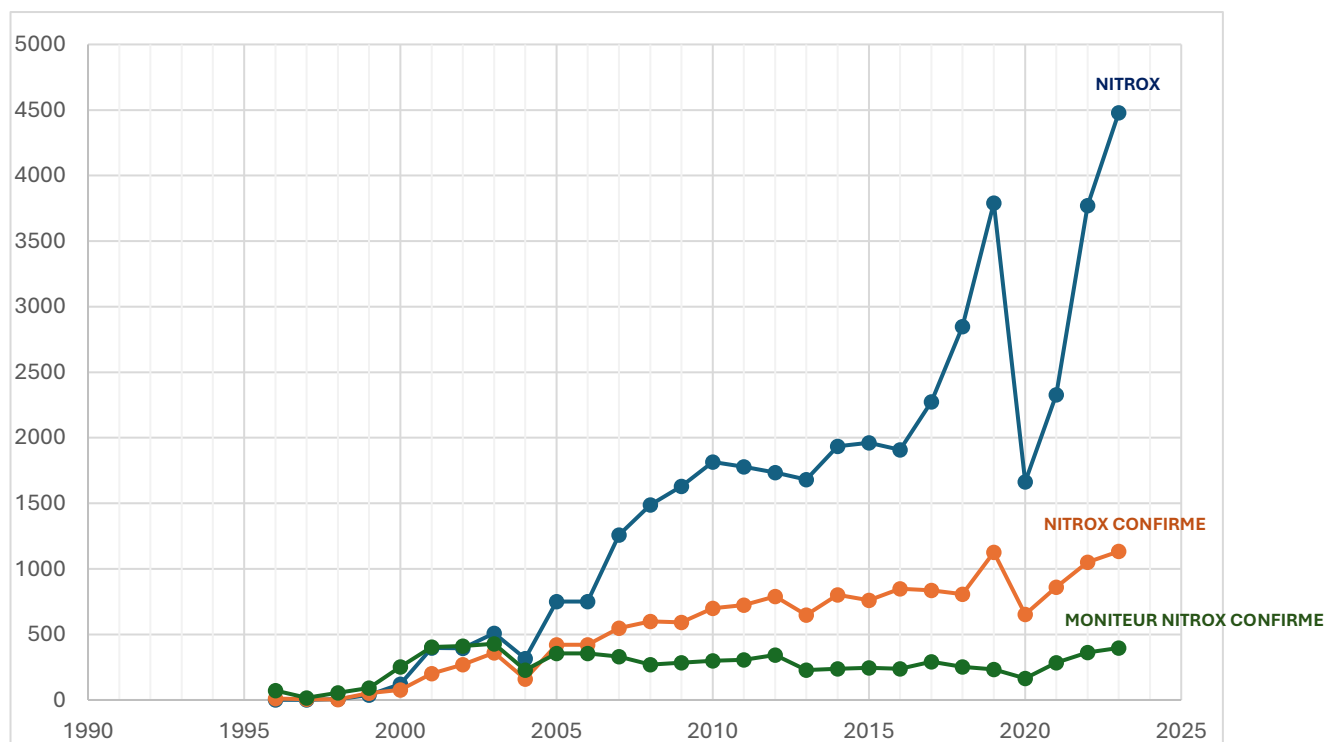
I) Historique

L'histoire de la plongée au Nitrox en France s'inscrit dans l'évolution générale de la plongée technique et de l'adoption de mélanges gazeux pour améliorer la sécurité.

Les premières utilisations du Nitrox dans un cadre récréatif ont été proposées par des agences nord-américaines à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Dans le même temps, l'utilisation du Nitrox a commencé à se développer en France, surtout pour les plongées techniques en particulier en souterrain. L'utilisation du Nitrox en plongée récréative est restée limitée en France jusqu'en 2001, date de la rédaction des cursus de formation. Durant les années 2000 à 2010, l'utilisation du Nitrox se démocratise dans les clubs de plongée français, avec une augmentation significative du nombre de centres de plongée équipés de compresseurs capables de produire des mélanges Nitrox. Ainsi, dans un bulletin de la Commission Technique Nationale [CTN] de la FFESSM en date de 2004, Jean-Louis BLANCHARD¹ écrit « *La plongée aux mélanges semble désormais s'inscrire de façon durable dans le paysage de la plongée de loisirs en France...* »²

Vint ans ont passé depuis la rédaction de cet article et un bilan doit être fait. Les graphes suivants montrent l'évolution du nombre de qualifications aux mélanges NITROX suivant les années³.

Evolution du nombre de qualifications NITROX, NITROX CONFIRME et MONITEUR NITROX CONFIRME délivré par année



Indépendamment du trou de 2020, s'expliquant facilement par la pandémie de COVID-19, force est de constater que la perspective donnée en 2004 s'est effectivement vérifiée : la plongée NITROX est maintenant réellement inscrite dans notre paysage fédéral. Ci-après, une petite analyse personnelle de ces évolutions.

¹ Jean-Louis BLANCHARD, Président de la Commission Technique Nationale de la FFESSM de 2001 à 2009, puis Président de la FFESSM de 2009 à 2021.

² CTN N° 62 / SEPTEMBRE-OCTOBRE 2004

³ Un grand merci à Laurent MARCOUX, premier Vice – Président de la CTN, pour ces données.

Analyse de la QUALIFICATION NITROX FFESSM

Le nombre de qualification NITROX FFESSM a maintenant dépassé les 4000, avec deux bonds dans la progression : le premier entre 2004 et 2010 et un autre à partir de 2016. L'engouement pour cette qualification peut s'expliquer par le vieillissement général de la population de pratiquants. Ceux-ci cherchent à augmenter la marche de sécurité vis-à-vis de l'accident de désaturation avec l'utilisation de mélanges sur-oxygénés donc sous-azotés. Il faut aussi noter que le coût de formation au sein de la FFESSM est souvent plus bas qu'à l'étranger. Un pratiquant à tout intérêt à faire sa formation au sein de son club associatif avant un séjour plongée à l'étranger !

Depuis la réforme des brevets et diplômes professionnels du Ministère des Sports au début des années 2000, chaque moniteur professionnel est en mesure d'enseigner les qualifications NITROX. L'augmentation du nombre de qualifications NITROX s'explique donc aussi certainement par un accès plus facile au NITROX inférieur à 40%, étant donné que son utilisation et les formations sont maintenant possibles au sein de toutes les structures commerciales agréées [SCA]. Conjuguées aux structures associatives, les possibilités de se former et ensuite de plonger avec un NITROX d'au plus 40% sont d'autant plus grandes !

Analyse de la QUALIFICATION NITROX CONFIRMÉ FFESSM

Outre le trou de 2020, s'expliquant par le contexte sanitaire, le nombre de qualification NITROX CONFIRMÉ de la FFESSM présente une légère tendance à la hausse, mais avec une croissance beaucoup plus lente que la qualification NITROX. Ainsi, l'écart entre le nombre de qualifications NITROX et NITROX CONFIRMÉ se creuse. Il faut croire qu'une minorité de plongeurs NITROX s'intéressent à la plongée engagée avec désaturation « lourde », ou bien que la qualification NITROX CONFIRMÉ se passe au sein d'autres organismes, par exemple comme TDI.

La raison est à chercher du côté matériel plus que du côté des ressources humaines (chaque moniteur pour l'enseignement des mélanges suroxygénés est obligatoirement formateur pour la qualification NITROX CONFIRMÉ)

En effet, mettre en place une telle formation demande des moyens matériels spécifiques. Le retour sur investissement est trop long pour un club « classique », et louer ce matériel est contraignant pour un rapport gain/dépenses faible, surtout pour rester compétitif. La problématique est toute différente pour un club de plongée « TEK » !

Analyse de la QUALIFICATION MONITEUR NITROX CONFIRMÉ FFESSM

Ce nombre de qualifications est quasi constant depuis l'an 2000, principalement en raison du niveau d'exigence demandé pour cette qualification, puisqu'il faut être au moins MF1 plus pratiquant breveté NITROX CONFIRMÉ pour être MONITEUR NITROX CONFIRMÉ [MNC] et ainsi avoir les prérogatives d'enseignement des deux qualifications, NITROX et NITROX CONFIRMÉ.

Le nombre de qualifications MNC délivré est suffisant pour assurer le renouvellement des cadres, mais la possibilité de répondre à une demande de formation croissante semble difficile. Or les courbes montrent que les qualifications NITROX et NITROX CONFIRMÉ sont en croissance. La perspective étant que cette croissance se poursuive, gageons que la FFESSM mette en place les dispositions pour répondre à la demande !

Le cursus actuel de formation FFESSM

Le cursus de formation et son contenu n'a quasiment pas évolué depuis 2001. Ci-dessous les contenus théorique et pratique en rapport avec les qualifications délivrées par la FFESSM. Le lecteur se référera au Manuel de Formation Technique⁴ [MFT] pour les autres informations.

II.1) Contenu de la qualification Plongeur NITROX « élémentaire » PN

Connaissances théoriques (PN)

1 — Connaissances	2 — Commentaires
Théorie de l'activité	Eléments de compréhension, rappels : composition de l'air, l'azote, l'oxygène, saturation, désaturation PpO₂ et PpN₂ : connaissance majeure du Plongeur Nitrox. Toxicités et limites d'exposition à l'oxygène : toxicités neurologiques et pulmonaires. Effet Paul BERT - PpO₂ maximale autorisée. Doses maximales journalières (table d'exposition NOAA, compteur oxygène). De la PpO₂ à la PMU : calculs simples Mise en évidence simple de l'avantage du Nitrox Adapter le Nitrox à la plongée et inversement. Avantages du Nitrox : conserver le calcul air (safety air), rallonger le temps de plongée sans palier, diminuer l'intervalle de surface. Inconvénients du Nitrox : toxicité de l'oxygène, précautions de manipulation à respecter.
Accidents spécifiques	Crise hyperoxique (effet Paul BERT), toxicité pulmonaire (effet Lorrain SMITH) : causes, symptômes, prévention et conduite à tenir. Information sur les facteurs favorisants.
Procédures de désaturation	Utilisation d'un ordinateur air (marge de sécurité plus importante) Utilisation d'un ordinateur Nitrox ou multi-gaz (paramétrage des fonctionnalités...). Tables Nitrox (information).
Prérogatives du plongeur Nitrox	Préalable à la formation Plongeur Nitrox Confirmé.
Glossaire et traductions anglaises	Oxygène (O₂) - Azote (N₂) - PpO₂ (pression partielle d'oxygène) - Nitrox (Nitrogen-Oxygen) ou EAN (Enriched Air Nitrox) - PAE (Profondeur Air Equivalente) ou EAD (Equivalent Air Depth) - PNE (Profondeur Narcotique Equivalente) ou END (Equivalent Narcotic depth) - PMU (Profondeur Maximale d'Utilisation) ou MOD (Maximal Operating Depth).

⁴ <https://plongee.ffessm.fr/mft>

Matériel et environnement NITROX (PN)

1 — Technique	
Mesures et marquages	A l'aide d'un analyseur, effectuer systématiquement la mesure du % d'O₂ du Nitrox avant chaque plongée. Enregistrer la mesure sur le registre de la structure dédié à cet effet. Identifier le bloc Nitrox par marquage indélébile (nom, % d'O₂ analysé, PMU, pression, date d'analyse).
Utilisation d'un ordinateur Nitrox	Savoir paramétrer un ordinateur Nitrox (% d'O₂, seuils de PpO₂, alarmes, ...). Saisir dans l'ordinateur Nitrox le % d'O₂ mesuré avant la plongée.

Plonger au NITROX (PN)

1 — Technique	
Vérification de son équipement et du paramétrage de son ordinateur	Identification et vérification de l'équipement Nitrox.
Stabilisation à l'aide du gilet	Maîtrise de la stabilisation pour ne pas dépasser la PMU imposée par le Nitrox.
Surveillance du temps d'exposition à l'O ₂	Prise en compte du temps d'exposition à l'oxygène évaluée au cours de plongées simples et répétées.

II.2) Commentaires sur le contenu PN

Les aspects théoriques sont trop poussés pour une qualification proposée dès l'âge de 12 ans à des plongeurs niveau 1 ou dans un cursus de Plongeur en Situation de Handicap.

Aussi bien en théorie qu'en pratique, l'accent est particulièrement mis sur la toxicité et limite d'exposition à l'oxygène. A lire ce référentiel, les risques en respirant de l'oxygène sont tels que plonger sans suivre un « compteur oxygène » serait inconcevable ! Pourtant on lit qu'il faut aussi montrer que l'utilisation d'un ordinateur air est intéressant pour la désaturation (marge de sécurité plus importante) ! Ne créons-nous pas la confusion ?

Les pratiquants qualifiés PN ne vont utiliser qu'un seul mélange d'au plus 40% lors d'une plongée. Les risques neurologique et pulmonaire développés dans ce référentiel existent-ils vraiment dans ce cas de figure ?

Dans un article écrit en 1987 par R.W Hamilton, sur la tolérance à l'exposition à des niveaux élevés d'oxygène⁵, l'auteur précise qu'il exclut les risques de toxicité de l'O₂ sur le système nerveux central en restant en dessous de 1,5 bar de PPO₂. Plus loin dans cet article, il expose que la toxicité pulmonaire, bien qu'améliorée par des pauses, doit être suivie sur plusieurs jours et que c'est une moyenne globale qui est à prendre en compte. Ainsi on lit page 23, « *Nous avons d'abord noté que*

⁵ Tolerating Exposure to High Oxygen Levels : Repex and Other Methods, R.W Hamilton, MTS Journal, vol 23, N°4, pp 19-25

pour une exposition unique d'une durée d'une journée seulement, environ 850 OTU constituaient une dose de tolérance. Pendant deux jours, la dose était moindre, mais toujours élevée, environ 700 OTU par jour. Pour des missions longues (expositions sur plusieurs jours) d'une dizaine de jours, le niveau devait être réduit à environ 300 à 350 OTU par jour. »

Certains ordinateurs de plongée intègrent le suivi des OTU. Ainsi SUUNTO⁶ et AQUALUNG⁷ fixent ce seuil à 300 OTU par jour. Peut-être se sont-ils référés à la méthode REPEX d'Hamilton! Quant aux autres constructeurs d'ordinateurs de plongée, la plupart occultent le calcul des OTU, en précisant que la toxicité pulmonaire ne concerne pas le plongeur loisir.

En revanche, la plupart des ordinateurs de plongée proposent le suivi de la charge d'O₂ au niveau du système nerveux central avec un compteur SNC. Le calcul se fait en continu en suivant la méthode décrite dans le manuel de plongée NITROX NOAA. Tous les constructeurs utilisant le compteur SNC, préconisent de rester en dessous de 80% et de ne surtout pas dépasser 100%.

A partir des travaux et publications sur les toxicités de l'oxygène, Erik BAKER a proposé une programmation pour calculer, en plus de la désaturation, les charges d'OTU et SNC accumulées lors de plongées successives avec un profil multiniveau⁸. La planification d'une plongée avec les outils numériques a maintenant suffisamment fait ses preuves en pratique pour ne pas s'appuyer ici sur les résultats donnés par les logiciels.

Toutes les simulations que j'ai pu faire avec MV Plan⁹, Deco Buddy¹⁰ ou DivePlanner¹¹, logiciels gratuits implémentant les algorithmes Buhlmann ZHL16 B/C tel que décrit par Erik Baker, ont conduit au même résultat. Pour quatre plongées par tranche de 24 heures, et même avec des intervalles surfaces courts, ni le compteur SNC ni l'OTU n'atteignent leur limite de 80% pour le premier et 300 OTU pour le second si on respecte une $PPO_{2max} \leq 1,5$ bar et des temps de plongée compatibles avec la pratique en circuit ouvert.¹²

Il est donc facile de démontrer que les toxicités neurologique et pulmonaire sont sans objet pour un mélange suroxygéné d'au plus 40%, surtout en limitant la PPO_{2max} à 1,4 bar comme cela est préconisé par l'ensemble des organismes de plongée mondiaux. L'US DIVING MANUEL¹³, précise chapitre 10, page 10.3 « *Les plongées avec une ppO_2 inférieure à 1,4 bar peuvent ... être réalisées ... sans s'inquiéter de la toxicité de l'oxygène pour le SNC ou les poumons* ».

Développer ces notions lors d'un aspect théorique sans trouver de lien avec la pratique me semble en contradiction avec l'esprit de la plongée. Plus loin dans ce mémoire, je proposerai un cursus de formation pour la qualification NITROX où les aspects théoriques ne sont qu'au service de tâches pratiques.

⁶ SUUNTO OCEAN, GUIDE D'UTILISATION, 2024-09-30, p. 52

⁷ AQUALUNG i770R, MANUEL DE L'UTILISATEUR, Doc. 12-7892-r05 (10/11/18), p. 28

⁸ Oxygen Toxicity Calculations, Erik BAKER, https://www.decobuddy.org/en/assets/recommandations/otu_and_cns_calculations.pdf

⁹ <https://mvplan.org/fr>

¹⁰ <https://www.decobuddy.org/fr/>

¹¹ <https://www.diveplanner.net/planner>

¹² Pascal BERNABE et François BRUN ont écrit « *la toxicité pulmonaire concerne peu le plongeur, on n'atteint jamais 100% du CNS dans la majorité des plongées pratiquées, cette notion de CNS n'est qu'indicative, ce qui compte avant tout c'est le respect de 1,4 bar max en mélange fond et 1,6 bar max en décompression* » Le guide de la plongée technique, 2^e édition, GAP, p. 43

¹³ US DIVING MANUEL REV7, 01/12/2016

II.3) Contenu de la qualification Plongeur NITROX CONFIRMÉ PNC

Connaissances théoriques (PNC)

1 — Connaissances	2 — Commentaires
Théorie de l'activité	Notions sur la fabrication des mélanges Nitrox et risques encourus. Information sur la spécificité du matériel à utiliser. Notion sur le chargement des blocs. Mise en évidence des avantages (conserver le calcul air, rallonger le temps de plongée sans palier, diminuer l'intervalle de surface) et des inconvénients du Nitrox (toxicité de l'oxygène, précautions de manipulation à respecter).
Accidents spécifiques	Crise hyperoxique (effet Paul BERT), toxicité pulmonaire (effet Lorrain SMITH) : causes, symptômes, prévention et conduite à tenir. Information sur les facteurs favorisants. Seuil hyperoxique.
Procédures de désaturation	Utilisation d'un ordinateur air (marge de sécurité plus importante). Utilisation d'un ordinateur Nitrox ou multi-gaz (paramétrage des fonctionnalités...). Tables Nitrox (information). Profondeur Equivalente Air, courbes de plongées sans palier au Nitrox.
Prérogatives du plongeur Nitrox Confirmé	

Matériel et environnement NITROX (PNC)

1 — Technique	
Mesures et marquages	Enregistrer la mesure sur le registre de la structure dédié à cet effet. Identifier le bloc Nitrox par marquage indélébile (nom, % d'O₂ analysé, PMU, pression, date d'analyse). La gamme des matériels connus inclue obligatoirement les blocs et détendeurs oxygène pur pour la décompression au palier.
Utilisation d'un ordinateur Nitrox	Savoir paramétrer un ordinateur Nitrox (% d'O₂, seuils de PpO₂, alarmes, ...). Saisir dans l'ordinateur Nitrox le % d'O₂ mesuré avant la plongée.

Plonger au NITROX (PNC)

1 — Technique	
Vérification de son équipement et du paramétrage de son ordinateur	Identification et vérification de l'équipement Nitrox.
Stabilisation à l'aide du gilet	Maîtrise de la stabilisation avec essais aux profondeurs maximum prévues pour chaque mélange.
Paliers à l'oxygène pur	Maîtrise des paliers à l'oxygène pur, échange de détendeur, contrôle des paramètres.

II.4) Commentaires sur le contenu PNC

Les objectifs généraux de la formation NITROX confirmé sont nombreux.

- En premier vient évidemment la formation d'un plongeur utilisateur de mélange enrichis dans le cadre d'une pratique avec désaturation. Le cœur de cible devrait donc être le plongeur niveau 3 faisant des plongées engagées.
- En deuxième lieu, cette formation doit servir de base pour l'entrée en formation technique avancée, comme le TRIMIX et/ou le recycleur.
- Enfin elle doit permettre aux cadres de plongée d'exercer leurs prérogatives d'enseignement pour les E3, et de Directeur de Plongée pour les DPE et E3 avec des pratiquants utilisant des mélanges suroxygénés.

Même si le contenu théorique fait incontestablement partie des connaissances à avoir pour répondre aux trois points précédents, les aspects théoriques de la qualification NITROX CONFIRMÉ sont quasiment les mêmes que pour la qualification NITROX élémentaire. L'allègement de l'aspect théorique sur la toxicité de l'oxygène pour la qualification NITROX se justifie là encore. Ces points seront traités en formation NITROX CONFIRME.

Quant aux aspects pratiques, le contenu et les indicateurs de réussite sont flous. Plus loin dans ce mémoire, je développerai des tâches pratiques dans l'approche globale par compétences pour notamment expliciter des attendus de la plongée en tant que NITROX CONFIRME avec en particulier un zoom sur la planification, notion actuellement absente du référentiel PNC.

II.5) Qualification MONITEUR NITROX CONFIRME MNC

Le cursus de formation pour devenir enseignant des qualifications NITROX et NITROX CONFIRMÉ n'existe pas. Les encadrants E3 titulaires de la qualification Plongeur Nitrox Confirmé sont de fait MONITEUR NITROX CONFIRMÉ avec les prérogatives de formation/certification des deux qualifications PLONGEURS NITROX et NITROX CONFIRMÉ. Cette originalité a certainement dû être mise en place à l'origine (2001) pour « booster » le lancement des qualifications PN et PNC !

Mon expérience individuelle montre que la formation PNC est insuffisante à elle seule pour être outillé lorsqu'il faut enseigner la qualification NITROX CONFIRMÉ et cela même avec une bonne expérience personnelle de plongées engagées. Cet avis est partagé par un grand nombre de confrères avec qui j'ai pu échanger à ce sujet. Ils se sentent mal à l'aise pour enseigner et certifier le PNC FFESSM. C'est peut-être encore une raison pour laquelle ce nombre de certifications progresse aussi lentement par rapport à la qualification PN. Je proposerai plus loin dans ce mémoire un cursus de formation pour MONITEUR NITROX CONFIRMÉ.

Deux approches pédagogiques au sein de la FFESSM

Nous naviguons entre deux approches complémentaires. L'approche par objectifs et l'approche par compétences. Si la première a fait ses preuves et a ainsi ses lettres de noblesse, je vais tenter de démontrer que l'approche par compétences peut enrichir nos pratiques d'enseignement, notamment si le référentiel de formation est complété des tâches à réaliser.

I) L'approche¹⁴ par objectifs : APO

Apparue aux Etats-Unis au cours des années 50 pour répondre à un besoin de main d'œuvre qualifiée dans l'industrie automobile, elle s'est ensuite diffusée dans les systèmes éducatifs du monde entier, notamment à la suite des travaux de Benjamin Bloom¹⁵.

Le manuel de formation technique (MFT) de notre fédération a été créé en suivant ce concept. A ce jour, le MFT revendique encore son appartenance à cette approche. On lit ainsi dans l'introduction, page 2 : « *La forme du MFT* » ... « *est fondée sur la mise en œuvre d'une pédagogie qui s'inspire du modèle théorique de la Pédagogie Par Objectifs (PPO)* ».

L'approche par objectifs se centre sur des comportements observables et mesurables face à un exercice, qui, si réussi, indique que l'objectif visé est atteint. L'enchaînement de ces objectifs opérationnels conduit à l'objectif général qui qualifie le pratiquant par obtention d'un titre comme un brevet ou une qualification.

La description d'un objectif opérationnel doit être la plus précise possible, par une formulation avec des verbes d'action, en mentionnant aussi les conditions de réalisation et le niveau d'exigence attendu.

Les différents reproches de l'approche par objectifs sont :

- de prescrire des comportements que le pratiquant doit reproduire en faisant abstraction de ses propres initiatives,
- de découper les savoirs aux points que le pratiquant ne fait pas les liens entre les différents champs abordés,
- de ne pas vraiment centrer la formation sur le pratiquant étant donné que les savoirs diffusent du cadre vers l'élève.

Mais, n'oublions pas que cette approche est fondamentale pour borner ce qu'un apprenant doit être capable de maîtriser à l'issue d'une formation. De plus, cette approche a le mérite de clairement mettre en évidence les critères attendus. Ces repères sont particulièrement utiles pour le débutant, en recherche de règles de pratique dans un cadre sécurisé.

¹⁴ Je préfère le terme approche dans ce mémoire plutôt que pédagogie pour en premier lieu se centrer sur la façon générale de concevoir une formation et non pas uniquement sur sa mise en pratique à travers des stratégies d'enseignement et d'évaluation.

¹⁵ **Benjamin Bloom** (1913 - 1999) est un psychologue américain spécialisé en pédagogie. Il est surtout connu pour ses importantes contributions au classement des objectifs pédagogiques et pour sa [taxonomie de Bloom](#), utile pour évaluer la progression de l'apprentissage.

II) L'approche par compétences : APC

Mise en place dès 1991 dans les programmes scolaires de l'Education Nationale pour compenser les manques de l'approche par objectifs, elle s'impose véritablement depuis 2014 au travers de la logique curriculaire. Ainsi le parcours de formation (curriculum) de l'élève est placé au centre de ses attentes. Un référentiel identifiant et listant les compétences attendues permet au formateur et à l'apprenant d'avoir des repères.

Notre MFT s'en revendique aussi. On lit aussi dans l'introduction, page 2 : « *Les référentiels de compétences décrivent ce que les pratiquants, les encadrants ou les formateurs sont capables de réaliser à l'issue de leur formation* ». La rédaction du MFT est ensuite conforme au schéma classique, où le concept de compétences est défini selon savoir/savoir-faire/savoir-être à l'instar de l'approche par objectifs. L'APC peut donc être vue comme une déclinaison de l'APO, car initialement mise en place pour en corriger les défauts. Cependant, même si indéniablement les points communs existent, l'APC a développé sa propre spécificité.

En effet, il convient de séparer ce qui est appris par le pratiquant (les trois savoirs) de ce qu'il est capable de mobiliser dans un environnement, comme avoir recours aux textes réglementaires, à une fiche mémoire, une notice constructeur, une tablette de notation, un logiciel...mais aussi et peut-être surtout les autres pratiquants.

Donc la terminologie savoir, savoir-faire et savoir-être, qui par ses fondements cible ce qui est interne au pratiquant, a maintenant évolué pour devenir connaissances, capacités et attitudes pour prendre en compte les ressources externes à disposition du pratiquant en plus de ses ressources internes.

En conséquence, la manière de former un pratiquant s'en trouve changée. Il faut confronter l'élève à des situations complexes où il doit mobiliser ses ressources internes et externes. Pour harmoniser les situations, un référentiel de compétences doit donc décrire les tâches à faire au sein d'activités. Ainsi, l'Éducation Nationale organise la description des tâches pour des étudiants de Section de Technicien Supérieur comme ci-dessous :

Activité :	Tâche :
Description de la tâche	
Résultat(s) attendu(s)	
Ressources	

Par exemple :

Activité : phase de conception d'un projet	Tâche : choisir du matériel
Description de la tâche ○ Analyser le contexte, le cahier des charges ○ Extraire les informations nécessaires aux choix ○ Simuler le fonctionnement d'une installation pour valider le choix des constituants ○ Établir la liste des matériels avec les outils numériques adaptées ○ Compléter la nomenclature	
Résultat(s) attendu(s) ○ Les informations nécessaires sont caractérisées ○ Le fonctionnement de l'installation est simulé et validé ○ La nomenclature des matériels est établie	
Ressources ○ Dossier technique ; dossier santé et sécurité au travail ; dossier environnement ○ Outils numériques spécifiques du métier (logiciels de schémas, de calculs, etc.)	

- | |
|--|
| ○ Compétences internes et externes (bureau d'études, fournisseurs/distributeurs) |
|--|

Le but poursuivi par l'APC est de préparer les apprenants à faire face à l'imprévu en leur faisant vivre une tranche de vie lors de leur formation. On espère ainsi les rendre compétent, c'est-à-dire, comme le résume Le Boterf¹⁶, « *savoir agir pour sortir du prescrit et faire face à l'imprévu* ».

A titre personnel, je pense que l'APC a toute sa place à partir de la formation N3 et encore plus pour les qualifications FFESSM. Des tâches pour le cursus NITROX sont ainsi déclinées un peu plus loin dans ce mémoire. Leur présentation s'inspirera du tableau page précédente, et une liste des connaissances en appui les complétera.

III) Et la liberté pédagogique dans tout ça ?

Notre système de formation revendique et autorise la « liberté pédagogique » pour ses formateurs. Cette phrase est d'ailleurs écrite page 2, dans l'introduction du MFT.

Cette expression « liberté pédagogique » se prête à des interprétations multiples voire contradictoires et pourrait à l'extrême être perçue comme « individualisme pédagogique », comme une manière de refuser le collectif, les règles, les valeurs, les référentiels... comme si on pouvait faire juste comme bon nous semble ! Pourtant même si dans la pratique la liberté pédagogique s'exerce de manière individuelle, elle a aussi une dimension collective en raison des choix faits par l'équipe pédagogique, choix faits en s'appuyant sur les conditions de pratique, les roulements des moniteurs...

Pour éviter les dérives, ne devrions-nous pas plutôt parler « d'autonomie pédagogique », voire de « créativité pédagogique » (merci Georges LIVET¹⁷) pour bien mettre l'accent sur les marges de manœuvre comme les méthodes ou stratégies, les outils et les ressources que peut mettre en œuvre un cadre de plongée. Ainsi, sans être exhaustif, on peut citer :

Apprentissage par projet (PBL - Project-Based Learning)

- **Principe** : Les élèves travaillent sur des projets concrets, souvent collaboratifs, qui leur permettent d'explorer des concepts de manière approfondie et autonome.
- **Exemple** : En plongée, un projet pourrait être pour des élèves en formation N3 l'organisation d'une plongée, incluant la planification, l'analyse des conditions météorologiques et maritimes, la gestion des équipements de secours, de sécurité, des plongeurs...

Classe inversée (Flipped Classroom)

- **Principe** : Les élèves apprennent la théorie à la maison via des vidéos ou des lectures, et le temps en classe est dédié à des activités pratiques et interactives.
- **Exemple** : Pour un cours de plongée sur la théorie de la désaturation, les élèves pourraient visionner des tutoriels vidéo avant de venir en cours où ils échangeraient sur le mécanisme avant d'aborder les méthodes de désaturation. Pour l'utilisation de l'ordinateur de plongée la lecture préalable du manuel suit le même principe.

¹⁶ Guy Le Boterf est directeur de Le Boterf Conseil (www.guyleboterf-conseil.com) et professeur associé à l'Université de Sherbrooke (Canada)

¹⁷ Georges Livet est Instructeur Fédéral National Honoraire de la FFESSM, formateur expérimenté de cadres de plongée

Techniques de brainstorming et de mind-mapping

- **Principe** : Encourager les élèves à réfléchir de manière non linéaire et créative en utilisant des cartes mentales pour organiser des idées.
- **Exemples** : Des élèves en formation N2 pourraient créer une carte mentale des différents risques et solutions lors d'une plongée en eau froide. Des élèves en formation DPE-P5 pourraient créer une carte mentale sur les rôles et missions d'un Directeur de Plongée.

Utilisation des arts et des multimédias

- **Principe** : Intégrer l'art, les vidéos, la musique ou les outils multimédias pour rendre l'apprentissage plus vivant et interactif.
- **Exemple** : Demander aux élèves en formation GP-N4 de créer une présentation sur une espèce marine rencontrée lors d'une plongée, en utilisant des ressources comme DORIS.

Storytelling (récits pédagogiques)

- **Principe** : Utiliser des histoires ou des récits pour enseigner des concepts de manière engageante et mémorable.
- **Exemple** : Raconter une expérience personnelle, une histoire vécue en plongée ou exploiter les rapports judiciaires d'accidents de plongée pour illustrer l'importance des bonnes pratiques de sécurité.

Problèmes ouverts et simulations

- **Principe** : Poser des problèmes ou des scénarios où il n'y a pas une solution type, encourageant ainsi la réflexion critique et créative.
- **Exemple** : Proposer des scénarios de plongée avec des situations imprévues à la descente, lors du parcours au fond, à la remontée (panne d'ordinateur, givrage d'un détendeur, changement de courant, perte de visibilité, plongeur séparé de sa palanquée) ; les élèves doivent discuter et décider de la meilleure stratégie à adopter.

Enseignement par le jeu (Game-based learning)

- **Principe** : Intégrer des jeux ou des défis dans l'apprentissage pour stimuler la motivation et la participation.

Apprentissage collaboratif

- **Principe** : Favoriser la collaboration entre les élèves pour résoudre des problèmes ou accomplir des tâches ensemble.

Ateliers créatifs

- **Principe** : Organiser des ateliers où les élèves peuvent explorer différents concepts ou compétences de manière autonome ou collaborative.

L'approche par compétences ne restreint donc pas à mon avis la « liberté » pédagogique en déclinant les tâches à réaliser. L'erreur serait de croire que les tâches constituent le mode d'enseignement alors qu'elles constituent le mode d'évaluation. Le cadre a toute liberté pour mettre en place sa progression, son mode de formation, pour préparer l'aspirant plongeur à ses tâches.

Les tâches font donc partie de la boîte à outils avec laquelle nous construisons le parcours de formation de nos apprenants.

Les formations NITROX – Vision mondiale – Vision d’avenir pour la FFESSM

I) Introduction

Les autres systèmes de formation doivent être regardés pour pouvoir évoluer sur les questions de contenu, de méthodes d’enseignement... Le lecteur trouvera dans la bibliographie les liens vers les référentiels français de formation de plongée de la FFESSM, de l’ANMP, de la FSQT et du SNMP, ainsi que d’organismes internationaux comme la CMAS, la LIFRAS, TDI... Ces différents référentiels couvrent les formations du PLONGEUR NITROX au MONITEUR NITROX CONFIRMÉ.

Ci-après, je vais sommairement synthétiser ces différentes formations avant d’en faire une analyse dans laquelle certaines affirmations sont directement issues de la lecture transversale des référentiels. Le lecteur « vorace » s’y reportera le cas échéant. J’achèverai le balayage de chaque formation par un commentaire personnel avant de proposer un contenu de formation basé sur l’approche par compétences.

II) Formation PLONGEUR NITROX « élémentaire »

Cette formation qualifiante pour plonger avec un mélange gazeux d’au plus 40% est proposée par l’ensemble des organismes de formation en plongée récréative ou sportive.

II.1) Synthèse des formations NITROX élémentaire en France et dans le monde.

FFESSM : Fédération Française d’Etude et des Sports Sous-Marins (membre de la CMAS)

Conditions préalables à l’entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	12 ans, N1 ou équivalent, ou PESH 12.
Cursus de formation	2 plongées avec mélange suroxygéné. Aspects théoriques évalués à l’écrit et/ou oral.
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé ayant assuré la formation.

ANMP : Association Nationale des Moniteurs de Plongée

Conditions préalables à l’entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	12 ans, PE12 ou équivalent. 10 plongées en milieu naturel.
Cursus de formation	2 plongées avec mélange suroxygéné. Aspects théoriques sur la planification de la plongée Nitrox abordés en parallèle de la pratique.
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé, (BPJEPS minimum).

FSQT : Fédération Sportive et Gymnique du Travail

Conditions préalables à l’entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	14 ans, N1 ou équivalent ou être en formation N1.
Cursus de formation	2 plongées avec mélange suroxygéné. Aspects théoriques évalués à l’écrit. Les aspects théoriques doivent être validés avant la pratique. Proches du contenu FFESSM, mais absence OTU/UPTD
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé.

SNMP : Syndicat National des Moniteurs de Plongée

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	16 ans, N1 ou équivalent. 10 plongées en milieu naturel.
Cursus de formation	2 plongées avec mélange suroxygéné. Aspects théoriques évalués à l'écrit avec une note minimale de 8/10 pour être validés. Très proches du contenu FFESSM
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé.

CMAS : Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	14 ans, CMAS 1* Diver ou équivalent ou inclus dans le cours CMAS 1* Diver.
Cursus de formation	Un jour minimum, sans faire de plongées. Aspects théoriques évalués à l'écrit avec un score d'au moins 80% de bonnes réponses. Absence de compteurs SNC-OTU/UPTD.
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox.

LIFRAS : Ligue Francophone de Recherches et Activités Sous-marines (membre de la CMAS)

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	14 ans, plongeur 1*. 10 plongées dans la zone des 20 mètres.
Cursus de formation	2 plongées avec mélange suroxygéné. Aspects théoriques évalués à l'écrit. Proches du contenu FFESSM
Cadre délivrant la qualification	Instructeur Nitrox.

PADI (membre du World Recreational Scuba Training Council : WRSTC)

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	12 ans, Open Water Diver (OWD) ou inclus dans le cours OWD.
Cursus de formation	Un jour de pratique si aspects théoriques fait en E-learning, sinon deux jours. 2 plongées facultatives avec mélange suroxygéné. Aspects théoriques prioritairement enseignés et évalués grâce à l'E-learning.
Cadre délivrant la qualification	Instructor avec spécialité Nitrox.

Remarque : SSI suit le même schéma que PADI

SDI – TDI (membre du WRSTC)

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	15 ans avec accord parental, sinon 18 ans, OWD ou inclus dans le cours OWD.
Cursus de formation	Aspects théoriques évalués à l'écrit. Absence de compteur SNC et OTU/UPTD.
Cadre délivrant la qualification	Instructor avec spécialité Nitrox.

IANTD

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PN	10 ans, OWD ou inclus dans le cours OWD.
Cursus de formation	Idem TDI.
Cadre délivrant la qualification	Idem TDI.

Remarque : NAUI suit le même schéma que IANTD.

II.2) Analyse des cursus de formation PLONGEUR NITROX dans le monde

Tous les organismes de plongée français (FFESSM, ANMP, FSGT, SNMP) et belge (LIFRAS) font plonger les pratiquants en formation NITROX, alors que les organismes Nord-Américain et la CMAS se concentrent sur l'analyse préalable du mélange en pratique et sur les aspects théoriques.

Dans les organismes Nord-Américain et la CMAS, aucune plongée n'est nécessaire en prérequis pour entamer la formation. Cette dernière peut même être intégrée à la formation de plongeur. Seule la FSGT et depuis août 2024 la FFESSM ont le même concept parmi les organismes de plongée français et belge où un minimum de 10 plongées à l'air est nécessaire pour entrer en formation NITROX.

La formation est dispensée et validée par un MONITEUR ou INSTRUCTEUR/INSTRUCTOR NITROX partout dans le monde, sauf en France où le moniteur est MONITEUR NITROX CONFIRMÉ.

Quant à l'aspect théorique, il peut être enseigné et évalué de différentes manières, allant de l'écrit, à l'oral, ou par E-learning avec des contenus mieux adaptés à la pratique d'un PLONGEUR NITROX dans le cursus ANMP et dans les systèmes CMAS et Nord-Américain.

II.3) Commentaires

Même si tous les organismes de plongée mondiaux proposent la qualification Nitrox élémentaire dès le premier niveau de plongeur, ce cursus présente beaucoup de disparités suivant l'organisme de formation.

Le premier point est l'intégration de la qualification NITROX à la formation technique de premier niveau de plongeur. Dans ce cas, les plongées préalables n'existent pas. Il faut alors tout d'abord se questionner sur les problèmes de sécurité et difficultés pédagogique en l'absence de ces plongées préalables.

- Est-ce qu'un niveau 1 risque une crise d'hyperoxie différée ou une inflammation pulmonaire avec un mélange Nitrox d'au plus 40 % dans la zone des 20 mètres ?
- Est-ce qu'un niveau 1, ne sait pas respecter une profondeur plancher et encourt le risque de faire une crise d'hyperoxie immédiate ?
- Est-ce que les acquis pratiques et théoriques du niveau 1, sont des prérequis pour la qualification Nitrox ?

La réponse à chacune de ces questions étant non, je pense qu'il est possible de proposer la qualification Nitrox FFESSM conjointement au niveau 1, comme dans le standard CMAS et les cursus Nord-Américain. Bien entendu, le contenu théorique doit s'inscrire dans le même esprit que pour le N1 FFESSM actuel.

Le deuxième point est de faire ou pas des plongées d'application. A titre personnel, je pense qu'outre savoir analyser le mélange, l'utiliser en plongée rend l'apprentissage plus réel et engageant. Les stagiaires sont toujours plus motivés et impliqués lorsqu'ils peuvent mettre en application de nouvelles choses. De plus, cela renforcera leur assurance lors des futures plongées au Nitrox, s'ils ont été encadrés au préalable en toute sécurité par un moniteur.

Deux plongées avec utilisation de Nitrox d'au plus 40% sont donc à conserver. En cas de formation double N1 + PN ces deux plongées seraient faites en fin de formation pour approcher la zone des 20 mètres.

Le dernier point est la qualification du moniteur pour la délivrance de la qualification PN. La seule vraie différence entre la plongée air et la plongée Nitrox d'au plus 40% est dans l'analyse préalable du mélange et des points qui en découlent. Le moniteur de plongée en charge de la délivrance de la qualification PN doit être moniteur Nitrox confirmé en France. Tous les autres organismes mondiaux ont des moniteurs Nitrox. La FFESSM n'est-elle pas trop exigeante sur le niveau de qualification du moniteur qui doit être E3 + PNC ? Est-il envisageable de créer une qualification moniteur Nitrox ? Je reviendrai sur ces questions un peu plus loin dans ce mémoire.

II.4) Propositions pour la qualification plongeur NITROX « élémentaire », PN FFESSM

II.4.a) Règles générales

Conditions d'entrée en formation et à la date de délivrance de la qualification¹⁸

- 12 ans, PE12 ou PESH 12
- Être titulaire de la licence FFESSM en cours de validité.
- Présenter un certificat d'absence de contre-indication à la plongée.

Règles d'organisation et délivrance¹⁹

- La qualification de Plongeur Nitrox (PN) n'est pas un brevet.
- Elle est obtenue à l'issue d'une formation assurée par un Moniteur Nitrox licencié (au minimum E2 FFESSM ou associé, et Plongeur Nitrox Confirmé ou BPJEPS-option A)²⁰
- Pour être qualifié Plongeur Nitrox (PN), le plongeur doit avoir effectué, au cours de la formation, au minimum deux plongées au Nitrox.
- La qualification Plongeur Nitrox (PN) est délivrée au niveau d'un club affilié ou d'une structure commerciale agréée, sous la responsabilité du président de club ou du responsable de la structure commerciale agréée, par un Moniteur Nitrox Confirmé, licencié (Moniteur Nitrox confirmé FFESSM, ou BEES1 et Plongeur Nitrox Confirmé, ou DEJEPS)

¹⁸ Les parties de texte soulignées montrent les différences avec les cursus FFESSM actuel.

¹⁹ IBIDEM.

²⁰ Une proposition de cursus pour MONITEUR NITROX est détaillée plus loin dans ce mémoire.

II.4.b) Référentiel de compétences « PLONGEUR NITROX ELEMENTAIRE »

C'est la qualification pour des plongeurs souhaitant optimiser les plongées en réduisant la charge d'azote dans l'organisme. Un seul mélange respiratoire est utilisé dont la concentration est d'au plus 40% d'O₂. Les zones de profondeur pour évoluer en Nitrox « élémentaire » vont classiquement jusqu'à 30 mètres, jamais au-delà de 40 mètres. Ce mélange enrichi en O₂ (et donc appauvri en N₂) permet de reculer le seuil d'entrée dans les paliers et de réduire leur durée. Les pratiquants ciblés par cette formation sont donc les plongeurs encadrés PE20 à PE40 et les plongeurs autonomes PA20 à PA40, mais aussi les plongeurs en situation de handicap à partir du PESH12²¹.

L'utilisation d'un ordinateur de plongée n'est pas dans le cursus PE20-N1 (ni PESH12) et n'est pas un équipement obligatoire pour évoluer jusqu'à 20 mètres en étant encadré. Il est difficile de rajouter en cas de formation conjointe N1/PN l'utilisation de l'ordinateur de plongée. De plus la plupart des pratiquants n'en sont pas équipés et leur fournir les ordinateurs de plongée est illusoire en pratique. Donc la formation NITROX « ÉLÉMENTAIRE » ne doit pas aborder la notion de désaturation à l'ordinateur de plongée, ni de compteur SNC et encore moins de compteur OTU-UPTD.

Les compétences à développer chez le plongeur en formation Nitrox « élémentaire » sont exclusivement liées à son bloc de plongée. Le risque encouru par lui-même ou par un autre pratiquant est l'utilisation d'un bloc avec la mauvaise concentration. La formation doit donc être axée sur la perception/rangement du bloc, l'analyse de son mélange, la détermination de la profondeur plancher d'utilisation et l'identification par étiquetage. Toutes les autres compétences liées aux autres équipements, à la mise à l'eau, à la descente, au parcours sur le fond, à la remontée et aux réactions en situations dégradées sont développées dans les cursus PE/PA 20 à 40. Néanmoins, une évaluation de la stabilisation individuelle du plongeur et de son comportement dans une palanquée doit être faite.

Pour l'évolution en plongée avec un mélange suroxygéné, prendre une PPO_{2 max} inférieure à la PPO_{2 réglementaire} de 1,6 bar est un gage de garanti pour rester loin des toxicités pulmonaire et neurologique instantanée comme différée. On conseille donc de prendre $PPO_{2max} \leq 1,5$ bar, idéalement de $PPO_{2max} = 1,4$ bar.

²¹ Voir MFT, Handisub, conditions de pratiques, brevets et qualifications : <https://plongee.ffessm.fr/mft>

Liste des tâches

Activité 1 : Préparer la plongée avec NITROX $\leq 40\%$	Tâche 1 : utiliser l'analyseur
Description de la tâche ○ Étalonner l'analyseur. ○ Régler le débit en sortie de bouteille. ○ Prendre les précautions d'usage vis-à-vis des jets de gaz, des chutes de blocs, de l'analyseur.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Reconnaître un analyseur d'O₂. ○ Étalonner l'analyseur avant la mesure et vérifier le retour à la valeur d'étalonnage après la mesure. ○ Ranger l'analyseur à l'abri des chocs et des projections d'eau en particulier salée.	
Boîte à outils du formateur ○ E-learning : plongée au Nitrox, https://formation.ffessm.fr/ ○ Notice du constructeur de l'analyseur. ○ Annexe 1 : précision d'un analyseur d'O₂.	

Activité 1 : Préparer la plongée avec NITROX $\leq 40\%$	Tâche 2 : identifier les mélanges gazeux
Description de la tâche ○ Mesurer la concentration d'O₂. ○ Déterminer la profondeur plancher d'utilisation du mélange PMU – MOD ○ Remplir l'étiquette de marquage. ○ Compléter le registre de gonflage	
Résultat(s) attendu(s) ○ Prendre/ranger le matériel au bon endroit. Ne mélange pas le matériel O₂/air. ○ Choisir une $PPO_2 \text{ évolution} < PPO_2 \text{ réglementaire}$; exemple 1,5 bar (idéalement 1,4 bar) ○ Utiliser un abaque concentration/PPO₂ ou un logiciel pour trouver PMU-MOD. ○ Compare les informations d'étiquetage « gonflage/mesure personnelle »	
Boîte à outils du formateur ○ Code du Sport. ○ Le manuel de Plongée au Nitrox, Jean-Louis Blanchard et Jean-Yves Kersalé, éditions GAP ○ Application : NITROX by ENVIVIA... ○ E-learning : plongée au Nitrox, https://formation.ffessm.fr/	

Activité 2 : Plonger avec NITROX $\leq$ 40%	Tâche 3 : évoluer en plongée
Description de la tâche ○ Conserver un niveau d’immersion compatible avec le mélange.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Rester toujours à la hauteur du guide tout au long du parcours, pour PE sans instrument. Rester en particulier moins profond que le guide dans la zone de la profondeur plancher. ○ Contrôler pour lui et pour les autres que la profondeur est toujours inférieure à la profondeur plancher, pour PA ou PE avec instrument.	

Activité 2 : Plonger avec NITROX $\leq$ 40%	Tâche 4 : réagir à un dépassement de profondeur plancher de la part d’un partenaire
Description de la tâche ○ Conserver un niveau d’immersion compatible avec le mélange. ○ Maintenir un coéquipier à un certain niveau d’immersion.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Juger, pour PE sans instrument, si un partenaire n’est pas à la hauteur du guide, en particulier dans la zone de la profondeur plancher qu’il doit apprécier. ○ Contrôler, pour PA ou PE avec instrument, pour lui et pour les autres, que la profondeur est toujours inférieure à la profondeur plancher. ○ Communiquer avec le plongeur - Alerter les membres de la palanquée. ○ Remonter ou faire remonter le plongeur de la profondeur nécessaire.	

Connaissances en appui des tâches

- Risques de manipulations de mélanges suroxygénés.
- Crise d’hyperoxie provoquée par dépassement de la profondeur plancher.
- Calcul d’une profondeur plancher à partir de la formule de Dalton.
- Vocabulaire international : EAN (Enriched Air Nitrox), MOD (Maximum Operating Depth), EAD (Equivalent Air Depth)
- E-learning : plongée au Nitrox, <https://formation.ffessm.fr/>
- Réglementation en matière de plongée NITROX.

III) Formation **PLONGEUR NITROX « avancé »** ou appelée **NITROX « confirmé » PNC**

Cette formation qualifiante pour plonger avec un mélange gazeux de plus de 40% est proposée par les organismes de formation en plongée sportive et TEK. Cette qualification est naturellement absente des cursus de formation de plongée récréative²².

III.1) Synthèse des formations **NITROX CONFIRME** en France et dans le monde.

FFESSM : Fédération Française d'Etude et des Sports Sous-Marins (membre de la CMAS)

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	15 ans, N2 FFESSM ou équivalent. Qualification PN. 10 plongées à l'air dans la zone des 30 à 40 mètres. 6 plongées au Nitrox.
Cursus de formation	4 plongées avec mélange suroxygéné de plus de 40%. Aspects théoriques évalués à l'écrit et/ou oral.
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé ayant assuré la formation.

ANMP : Association Nationale des Moniteurs de Plongée

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	16 ans, PE40 ou N2 ANMP ou équivalent. Qualification PN. 10 plongées à l'air en milieu naturel depuis le PE40 dont 4 dans la zone des 30 à 40 mètres.
Cursus de formation	Totaliser au moins 8 plongées au Nitrox en milieu naturel dont 4 plongées avec mélange suroxygénés de plus de 40%. Aspects théoriques : module spécifique « préparation des plongées Nitrox ».
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé.

FSGT : Fédération Sportive et Gymnique du Travail

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	18 ans, N2 FSGT ou équivalent. 20 plongées depuis le N2, dont 8 en autonomie et 6 au Nitrox.
Cursus de formation	4 plongées avec mélange suroxygénés de plus de 40%. Aspects théoriques évalués à l'écrit. Les aspects théoriques doivent être validés avant la pratique.
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé.

SNMP : Syndicat National des Moniteurs de Plongée

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	16 ans, N2 SNMP ou équivalent. 50 plongées en milieu naturel dont 10 entre 30 et 40 mètres.
Cursus de formation	4 plongées avec une durée totale d'immersion de 120 minutes et dont 2 plongées réalisées entre 30 et 40 mètres. Aspects théoriques évalués à l'écrit avec une note minimale de 8/10 pour être validés.
Cadre délivrant la qualification	Moniteur Nitrox Confirmé.

²² Les plongées dites récréatives, comme celles pratiquées dans le cursus loisir Nord-Américain, excluent les paliers.

CMAS : Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	16 ans, CMAS Nitrox Diver et CMAS 2* Diver. 30 plongées dont 10 au Nitrox.
Cursus de formation	Deux jours au minimum, avec au moins trois plongées dont une en simulation de décompression à l'O ₂ pur. Aspects théoriques évalués à l'écrit avec un score d'au moins 80% de bonnes réponses.
Cadre délivrant la qualification	CMAS Advanced Nitrox instructor.

LIFRAS : Ligue Francophone de Recherches et Activités Sous-marines (membre de la CMAS)

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	16 ans, plongeur 2* LIFRAS ou équivalent. Plongeur Nitrox. 30 plongées dont 10 au Nitrox et dont 3 avec décompression légère.
Cursus de formation	Minimum 4 heures de cours, avec évaluation écrite. 2 plongées avec mélanges suroxygénés de plus de 40%.
Cadre délivrant la qualification	Instructeur Nitrox confirmé.

SDI – TDI (membre du WRSTC)

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	15 ans avec accord parental, sinon 18 ans. TDI Nitrox Diver ou équivalent, Advanced Diver + Deep Diver. 25 plongées.
Cursus de formation	4 plongées avec un temps cumulé de 100 minutes au moins. Aspects théoriques, avec un nombre d'heures de cours d'au moins 6 heures, évalués à l'écrit.
Cadre délivrant la qualification	Instructor avec spécialité Nitrox advanced.

Remarque. Cette qualification est un préalable à l'enseignement et à la mise en pratique des plongées avec décompression. La formation TDI - Nitrox avancé est ainsi souvent enseigné en même temps que le cours TDI – procédures de décompression.

IANTD

Conditions préalables à l'entrée en formation et/ou à la délivrance de la qualification PNC	15 ans avec autorisation parentale. IANTD Nitrox Diver ou équivalent, Advanced Diver + Deep Diver. 30 plongées.
Cursus de formation	4 ou 5 plongées dont 2 entre 30 et 42 mètres avec durée totale d'immersion de 120 minutes.
Cadre délivrant la qualification	Instructor avec spécialité Nitrox advanced.

La spécificité PADI TEK (membre du World Recreational Scuba Training Council : WRSTC)

La qualification Nitrox Advanced n'existe pas chez PADI, ni dans le cursus loisir, ni dans le cursus TEK. C'est au sein des cours TEC40 et au-delà, que l'usage des mélanges suroxygénés de plus de 40 % sont enseignés.

III.2) Analyse des cursus de formation **PLONGEUR NITROX CONFIRMÉ** dans le mode

Tous les organismes de plongée du monde font plonger les pratiquants en formation Nitrox confirmé. Le but recherché est de faire plonger les personnes avec au moins un bloc de décompression et de mettre en œuvre une procédure de remontée. Cette qualification est proposée à des plongeurs avec une formation technique à l'air assez avancée puisqu'il faut qu'ils soient au moins N2 ou Advanced Open Water Diver suivant les organismes.

La formation est faite et délivrée par un MONITEUR/INSTRUCTOR NITROX Confirmé/Avancé partout dans le monde avec des aspects théoriques assez poussés, centrés sur les mêmes thèmes et évalués à l'écrit.

III.3) Commentaires

En croisant les formations de plongeurs NITROX ÉLÉMENTAIRE et CONFIRMÉ, avec le nombre de plongée nécessaires en formation et pour la délivrance des qualifications, on peut constater que la plupart des organismes de plongée, dont la FFESSM, permettent d'intégrer la formation élémentaire dans le cursus NITROX CONFIRMÉ. Seules la CMAS et la LIFRAS demandent au plongeur d'avoir plongé avec des mélanges NITROX avant de pouvoir entamer une formation NITROX CONFIRMÉ, donc séparent clairement les deux formations.

Permettre d'intégrer ensemble les qualifications NITROX élémentaire et confirmé me semble cohérent. On garde ainsi au sein de la FFESSM la possibilité de cibler des plongeurs « profonds » à l'air et de les former directement à la décompression au mélange suroxygénés de plus de 40%.

Le but de la formation Nitrox étant de permettre d'optimiser la décompression, deux philosophies cohabitent. Dans le système Nord-Américain les plongées loisirs (recreational) sont systématiquement sans décompression. Les méthodes de décompression font donc partie de la branche technique du système nord-américain. Les méthodes de décompression sont donc abordées lors de cours spécifiques ou incluses dans la formation Nitrox confirmé. En revanche dans les organismes français, belge et CMAS la formation de base du plongeur est telle que ce dernier a en principe déjà abordé la plongée avec décompression. Néanmoins pour s'en assurer, la fédération belge (LIFRAS) demande clairement au plongeur d'avoir fait au moins trois plongées avec décompression légère. C'est peut-être le moyen de cibler les profils d'entrée et d'éviter les très grandes disparités entre les plongeurs en formation Nitrox confirmé. C'est peut-être aussi pourquoi deux plongées peuvent suffire au sein de la LIFRAS pour obtenir la qualification Nitrox confirmé. Les autres organismes demandant majoritairement quatre plongées.

Remarque.

Depuis le rajeunissement des cursus de la FFESSM, il est possible d'être PE40 dès 14 ans, N2 + PNC dès 15 ans. Or la Commission Médicale et de Prévention Nationale préconise de faire des plongées sans désaturation jusqu'à 16 ans. Difficile de faire une formation pour des pratiquants ne disposant pas de l'expérience de la plongée saturante et ne pouvant pas entrer dans les paliers pour le cursus PNC.

III.4) Propositions pour la qualification **PLONGEUR NITROX « CONFIRME »**, PNC FFESSM

III.4.a) Règles générales

Les propositions de modifications sont repérées en étant soulignée.

Conditions d'entrée en formation et à la date de délivrance de la qualification

- Être âgé de 17 ans au moins à la date d'entrée en formation et de délivrance de la qualification.
- Être titulaire du brevet de plongeur niveau 2 (N2) de la FFESSM ou d'une certification dont les aptitudes sont jugées équivalentes pour débiter la formation.
- Être titulaire de la qualification Plongeur Nitrox (PN) de la FFESSM ou d'une certification dont les aptitudes sont jugées équivalentes pour débiter la formation.
- Avoir réalisé au moins 10 plongées à l'air dans l'espace 30 à 40 mètres attestées sur son carnet de plongée.
- Avoir réalisé au moins trois plongées avec désaturation « légère » avec DTR d'au moins 5 minutes attestées sur son carnet de plongées par un moniteur E3.
- Avoir réalisé au moins 6 plongées Nitrox dont 4 minimum pendant la formation PNC.
- Les plongées de formation PNC sont attestées sur son carnet de plongée par un Moniteur Nitrox confirmé licencié FFESSM.
- Être titulaire de la licence FFESSM en cours de validité.
- Présenter un certificat d'absence de contre-indication à la plongée.

Règles d'organisation et délivrance

- La qualification de Plongeur Nitrox Confirmé (PN-C) n'est pas un brevet.
- Elle est obtenue à l'issue d'une formation réalisée exclusivement en milieu naturel, assurée par un Moniteur Nitrox Confirmé licencié (au minimum E3 FFESSM ou associé ou BEES1 et Plongeur Nitrox Confirmé et avec attestation de stage de formation pour être moniteur Nitrox confirmé, ou DEJEPS)²³
- Pour être qualifié Plongeur Nitrox Confirmé (PN-C), le plongeur doit avoir effectué, au minimum 6 plongées Nitrox, dont au moins 4 au cours de la formation, attestée par un Moniteur Nitrox Confirmé licencié.
- La qualification Plongeur Nitrox Confirmé (PN-C) est délivrée au niveau d'un club affilié ou d'une structure commerciale agréée, sous la responsabilité du président de club ou du responsable de la structure commerciale agréée, par un Moniteur Nitrox Confirmé, licencié (au minimum E3 FFESSM ou associé ou BEES1 et Plongeur Nitrox Confirmé et avec attestation de stage de formation pour être moniteur Nitrox confirmé, ou DEJEPS).

III.4.b) Référentiel de compétences « **PLONGEUR NITROX CONFIRME** »

Tous les organismes de plongée du monde proposent cette qualification à des plongeurs souhaitant plonger au-delà de 30 mètres en optimisant et sécurisant leur désaturation. C'est aussi la qualification d'entrée pour les qualifications TRIMIX et plongeur recycleur. C'est donc une clé d'entrée dans la plongée TEK.

²³ Une proposition de cursus pour la qualification Moniteur Nitrox Confirmé est détaillée plus loin dans ce mémoire

Notre Code du Sport permet à un Directeur de Plongée d'Exploration DPE/N5 et à un moniteur E3, titulaires de la qualification PNC, d'être Directeur de plongée pour pratiquants utilisant tous mélanges NITROX.

Les aspects pratiques et théoriques doivent donc répondre à tous ces enjeux.

Pour préparer le plongeur Nitrox confirmé à ses trois buts, il faut avoir la maîtrise de compétences spécifiques à cette qualification dans chaque phase de l'activité, c'est-à-dire en surface, lors de la descente, lors du parcours au fond, lors du retour surface et face à une situation dégradée.

Le pratiquant en formation devra en outre disposer individuellement

- d'un ordinateur de plongée « multi-gaz » permettant la prise en compte de différents mélanges respiratoires gazeux pour le calcul de sa désaturation,
- d'un parachute de palier avec dévidoir,
- au moins un « bloc déco » avec un mélange suroxygéné d'au moins 50%.

Liste des compétences

Compétence : planification (en surface)

- Établir un plan principal et un plan de secours avec un mélange fond et au moins un mélange de décompression entre 50% et 100% d'O₂.
- Préparer/commander/réserver les mélanges respiratoires et le matériel de plongée pour les mélanges suroxygénés.
- S'accorder avec les partenaires sur le PLAN de plongée, le code de communication spécifique (NODECO TIME, DTR, profondeur et durée des paliers, changement de gaz)

Compétence : gérer la descente

- Mettre en œuvre un protocole de check surface et à faible profondeur.
- Réguler la vitesse de descente le long d'une ligne de mouillage.
- Garder la cohésion de la palanquée.

Compétence : gérer le parcours au fond

- Mettre en œuvre un palmage adapté pour se déplacer, se tourner sur soi-même, reculer.
- Mettre en œuvre le PLAN de plongée adopté par la palanquée.
- S'adapter à un changement de configuration du matériel.

Compétence : assurer le retour surface

- Sécuriser la décompression.
- Regrouper le matériel de décompression.

Compétence : intervenir en situation dégradée

- Réagir face à une perte de flottabilité.
- Réagir face à une perte de gaz au fond.
- Réagir face à une perte de gaz au palier.

Liste des tâches

Activité 1 : planifier la plongée	Tâche 1 : établir un plan principal et de secours dans le cadre d'une plongée avec paliers de décompression
Description de la tâche ○ Choisir la capacité des bouteilles pour assurer la plongée dans le mode le plus dégradé. ○ Choisir le mélange fond et de décompression en cohérence avec le profil de plongée. ○ Énoncer son PLAN de plongée.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Les choix proposés sont réalistes et s'appuient sur des résultats chiffrés et sur des règles de pratique. ○ Mettre en regard le stock d'air, la durée au fond, la durée des paliers en gardant une réserve de sécurité. ○ Apprécier la valeur des OTU et compteur SNC (CNS% in English).	
Boîte à outils du formateur ○ Vidéo chaîne plongée Tek Marseille : Planification de Plongée ○ https://youtu.be/6PC8AIFkh5k?si=-NK8cajl9qtQdsVvk ○ Règles de pratique pour ne pas tomber en panne d'air. ○ Annexe 2 ○ Logiciel gratuit à installer localement sur terminal informatique ○ V Plan : zone de téléchargement https://mvplan.org/fr ○ Logiciels gratuits en ligne²⁴ ○ Dive Planner : https://www.diveplanner.net/ ○ Déco Buddy : https://www.decobuddy.org/fr/	

Activité 1 : planifier la plongée	Tâche 2 : commander et vérifier les mélanges respiratoires et le matériel Nitrox oxyclean. Régler l'ordinateur de plongée multi-gaz.
Description de la tâche ○ Faire préparer les mélanges respiratoires. ○ Reconnaître le matériel spécifique Nitrox >40%. ○ Analyser le contenu des mélanges respiratoires. ○ Déterminer les profondeurs maximales d'utilisation PMU (MOD in English). ○ Rédiger les étiquettes de marquage des mélanges apposées sur les blocs. ○ Rédiger des étiquettes de marquage à apposer au niveau des détendeurs des blocs déco. ○ Utiliser un ordinateur de plongée multi-gaz	
Résultat(s) attendu(s) ○ La commande des mélanges se fait auprès d'un gonfleur Nitrox. ○ L'identification du matériel respecte la réglementation et les normes. ○ L'utilisation de l'analyseur d'oxygène est correcte. ○ La PMU est calculée pour chaque mélange avec une $PPO_{2\max} \leq 1,6 \text{ bar}$. Idéalement de 1,4 bar pour le mélange fond et de 1,6 bar pour les mélanges de décompression. ○ Le réglage de l'ordinateur de plongée multi-gaz est fait conformément aux choix précédents.	
Boîte à outils du formateur ○ Code du Sport. Art. A. 322-71. à Art. A. 322-101. et annexes. ○ Normes EN 250, NF EN 144-3, NF EN 13949 ○ Base documentaire de l'espace TIV-FFESSM (mode connecté) ○ Notice ordinateur de plongée (ordinateur multi-gaz) ○ Notice du constructeur d'un analyseur d'oxygène + annexe 1 précision de l'analyseur d'O₂.	

²⁴ J'ai testé ces deux logiciels début 2023. Ils ont eu des mises à jour fin 2024.

Activité 1 : planifier la plongée	Tâche 3 : établir un code de communication et un positionnement des plongeurs pour l'exploration et les changements de gaz.
Description de la tâche ○ Définir avec les partenaires, du code de communication pour : ○ NODECO TIME ○ DTR ○ Profondeur et durée des paliers ○ Regroupement de la palanquée ○ Changement de gaz sur l'ordinateur ○ Déploiement parachute de palier ○ Définir avec les partenaires de la disposition en exploration et lors de la décompression.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Tous les plongeurs de la palanquée s'impliquent. ○ Les changements de gaz sont prévus palanquée rassemblée, à tour de rôle. Un plongeur qui change de gaz est sous la surveillance des autres pour le choix du mélange, pour le maintien du niveau d'immersion et le changement de gaz sur l'ordinateur.	
Boîte à outils du formateur ○ Recommandations FFESSM sur les signes de communication non-normalisés. ○ https://plongee.ffessm.fr/les-signes-de-plongee ○ Répétitions à sec.	

Activité 2 : mise à l'eau et immersion	Tâche 4 : protocole de vérification mutuelle
Description de la tâche ○ Mettre en pratique un contrôle collectif. ○ Faire les contrôles classiques (boucle gilet, stock de gaz, Direct System...). ○ Vérifier le routage des tuyaux et la position et l'accès à tous les détendeurs. ○ Vérifier l'accès aux purges du gilet. ○ Vérifier le mode de l'ordinateur. ○ S'assurer de la mise sous pression de tous les détendeurs et de la fermeture des blocs déco. ○ Mettre en pratique un test de lestage.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Un contrôle se fait avant la mise à l'eau. ○ Un second contrôle se fait entre 3 et 6 mètres. ○ La disposition des plongeurs permet à chacun de faire les contrôles.	
Boîte à outils du formateur ○ Le guide de la plongée Tek, François BRUN et Pascal BERNABE, éditions GAP. ○ https://www.youtube.com/@noaadivingprogram5434 ○ https://www.youtube.com/@SDITDIERDI	

Activité 2 : mise à l'eau et immersion	Tâche 5 : réguler sa vitesse de descente. Garder la cohésion de la palanquée
Description de la tâche ○ Utiliser les moyens gonflables (gilet, combinaison étanche) pour réguler sa vitesse de descente. ○ Garder un contact visuel entre partenaires. ○ Stopper la descente avec les moyens gonflables.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Maîtrise du gonflage/purge gilet et combinaison étanche. ○ La vitesse de descente est variable, ralentie et décroissante au-delà de 20 mètres. ○ La descente peut être stoppée pour rester avec un partenaire (équilibre ORL...) ○ La cohésion de la palanquée est constante avec échange de regard.	
Boîte à outils du formateur ○ Ligne de descente dans un premier temps ; en pleine eau dans un second temps	

Activité 3 : déplacement et stabilisation à la profondeur plancher	Tâche 6 : se propulser à la palme et s'équilibrer au gilet de stabilisation.
Description de la tâche ○ Se déplacer en avant : palmage ciseaux classique (Flutter Kick) ; palmage grenouille (Frog Kick) ○ Se déplacer en arrière : back kick ○ Tourner sur soi : helicopter turn ○ Se stabiliser avec le gilet de stabilisation.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Dans une zone de profondeur d'au moins 30 mètres, ○ Garder le même niveau d'immersion. Equilibrage fin avec moyens gonflables. ○ Ne pas utiliser les mains pour compenser des problèmes de stabilisation. ○ Ne pas utiliser le palmage de sustentation.	
Boîte à outils du formateur ○ https://www.youtube.com/@SDITDIERDI	

Activité 3 : déplacement et stabilisation à la profondeur plancher	Tâche 7 : manipulation de blocs de décompression.
Description de la tâche ○ Changer la position d'un bloc de décompression. ○ Déposer et reprendre un bloc de décompression. ○ Échanger un bloc de décompression avec un partenaire.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Équilibrage fin aux moyens des systèmes gonflables ; maintien du niveau d'immersion ○ Contact visuel permanent entre partenaires. ○ Faire les manipulations sans s'écarter de plus de 2 mètres de son/ses partenaire(s).	
Boîte à outils du formateur ○ Aide des partenaires de plongée (repère de profondeur, distance, attacher un mousqueton...)	

Activité 4 : évoluer en sécurité	Tâche 8 : protocole de communication et de positionnement des plongeurs pour évoluer en exploration
Description de la tâche ○ Mettre en œuvre le protocole planifié pour : ○ Communiquer sur le NODECO TIME, DTR, le regroupement des plongeurs, les changements de gaz... ○ Se positionner pour se déplacer pour se regrouper et pour faire le changement de gaz	
Résultat(s) attendu(s) ○ Les échanges se font dans un esprit de plongeurs en co-responsabilité. ○ Les niveaux d'immersion sont maintenus.	
Boîte à outils du formateur ○ Le guide de la plongée Tek, François BRUN et Pascal BERNABE, éditions GAP.	

Activité 5 : intervention en situation dégradée à la profondeur plancher	Tâche 9 : assistance d'un partenaire en perte de flottabilité
Description de la tâche ○ Analyser la situation (flottabilité positive ou négative). ○ Maintenir le partenaire à la profondeur initiale. ○ Maintenir un contact visuel, communiquer avec le(s) partenaire(s).	
Résultat(s) attendu(s) ○ L'intervenant doit corriger la situation en agissant sur les moyens gonflages de l'assisté et/ou sur ses propres systèmes gonflables. ○ Maintenir le niveau d'immersion à $\pm 2\text{ m}$ autour de la profondeur initiale	
Boîte à outils du formateur ○ Aide du troisième partenaire.	

Activité 5 : intervention en situation dégradée à la profondeur plancher	Tâche 10 : perte irréversible de flottabilité
Description de la tâche ○ Réagir rapidement et efficacement pour stabiliser le partenaire, réunir la palanquée, faire la remontée et approcher la zone de décompression.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Maintien, décollage et remontée gérés avec les systèmes gonflables. ○ Vitesse de remontée régulière ou légèrement décroissante. ○ Communication régulière et cohésion de la palanquée si trinôme. ○ Contrôle des instruments de toute la palanquée, notamment pour la décompression. ○ Maintien du niveau d'immersion pour la décompression avec parachute de palier. ○ Absence de remontée en dents de scies et pas d'arrêt de plus de 5 secondes. ○ Si redescende à la remontée ou au palier, une seule, d'au plus 1 m, corrigée en moins de 5 s.	
Boîte à outils du formateur ○ Aide du troisième partenaire pour donner un repère de vitesse, de profondeur et mettre en place le parachute de palier.	

Activité 5 : intervention en situation dégradée à la profondeur plancher	Tâche 11 : panne d'air du mélange respiratoire fond
Description de la tâche ○ Faire/interpréter le signe panne d'air. ○ Partager le mélange fond avec détenteur de secours. ○ Assurer le niveau d'immersion. ○ Assurer la remontée à deux.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Présentation/prise du détenteur de secours en moins de 5 secondes après avoir vu le signe panne d'air. ○ Vitesse de remontée régulière ou légèrement décroissante. ○ Communication régulière et cohésion de la palanquée si trinôme. ○ Contrôle des instruments de toute la palanquée, notamment pour la décompression. ○ Maintien du niveau d'immersion pour la décompression avec parachute de palier.	
Boîte à outils du formateur ○ Aide du troisième partenaire pour donner un repère de vitesse, de profondeur et mettre en place le parachute de palier.	

Activité 6 : intervention en situation dégradée pendant la décompression	Tâche 12 : panne de mélange de décompression
Description de la tâche ○ Réaliser/interpréter le signe panne d'air. ○ Partager le mélange de décompression.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Présentation/prise du détenteur en moins de 5 secondes après avoir vu le signe panne d'air. ○ Respirer à deux sur un seul détenteur.	
Boîte à outils du formateur ○ Aide du troisième partenaire pour partager le mélange de décompression. ○ Tablette de notation immergeable.	

Activité 7 : retour surface	Tâche 13 : sécuriser la décompression
Description de la tâche ○ Mettre en œuvre une ligne de décompression à partir d'un parachute de palier. ○ Communiquer sur les changements de gaz. ○ Communiquer sur la durée et profondeur des paliers. ○ Régler l'ordinateur de plongée.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Parachute de palier envoyé depuis 15 mètres de profondeur ; variation de profondeur ± 1 mètre. ○ Usage de parachute à soupape avec dévidoir. ○ Gonflage parachute avec détendeur de secours ou inflateur dédié ou moustaches du détendeur principal ○ Cohésion de la palanquée. ○ Communication lors des changements conforme à la planification. ○ Tous les partenaires sont vigilants lorsque l'un d'eux change de gaz.	
Boîte à outils du formateur ○ Aide du/des partenaire(s) pour donner un repère de profondeur. ○ Tablette de notation.	

Activité 7 : retour surface	Tâche 14 : regroupement matériel
Description de la tâche ○ Enlever le(s) bloc(s) de décompression, les passer en surface ou les mettre sur bout de relevage. ○ Assurer le blocage du dévidoir du parachute s'il a été utilisé.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Les blocs de décompression ont été fermés, leur détendeur rangé. ○ La manipulation des blocs se fait sans risques pour les personnes, le matériel et l'environnement.	
Boîte à outils du formateur ○ Aide des partenaires de plongée.	

Connaissances en appui des tâches

- Calcul de consommation en gaz
 - Déterminer en pratique la consommation du plongeur en déplacement et au palier est un exercice intéressant.
- Calcul d'une profondeur plancher, du meilleur mélange, et de la profondeur équivalente air à partir de la Formule de Dalton.
- Toxicités de l'oxygène sur le SNC et les poumons.
 - Règles de pratique pour annuler au maximum ces risques²⁵.
- Rinçage à l'air lors des paliers faits à l'oxygène pur.
- Réglementation en matière de plongée NITROX.
- Vocabulaire International : EAN (Enriched Air Nitrox) - EAD (Equivalent Air Depth) – END (Equivalent Narcotic Depth) - MOD (Maximum Operating Depth) – CNS% (Clock Nervous System) – OTU (Oxygen Toxicity Unit) – UPTD (Unit Pulmonary Toxicity Dose).
- Règles de communication en usage pour les changements de gaz.
- Force de poussée ascensionnelle des gilets stabilisateurs.
- Risques encourus lors de la fabrication des mélanges suroxygénés.
 - Normes NF EN 144-3 et NF EN 13949
 - Dispositif Oxyclean TIV FFESSM

²⁵ Le manuel US DIVING MANUAL énonce qu'on peut rester 4 heures par jour à PPO₂ constante de 1,3 bar et pendant 16 heures par semaine sans que des effets neurologiques et pulmonaires n'apparaissent.

Exemple d'organisation de cursus PNC (1 MCN pour deux pratiquants)

en salle	1 h	apport formateur pour tâche 1
en plongée	1,5 h	apport formateur pour tâches 3, 4 pratiquant en tâches 3, 4, 5, 6, 8, 13, 14
en salle	1h	apport formateur pour tâche 2 apport formateur tâches 5, 6, 8, 13, 14 apport connaissances en appui pratiquant en tâches 1, 2

en plongée	1,5 h	apport formateur pour tâches 7, 9, 11 pratiquant en tâches 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14
en salle	1 h	apport formateur sur tâches 5, 6, 7, 8, 13, 14 apport connaissances en appui pratiquant en tâches 1, 2

en salle	1,5 h	pratiquant en tâches 1, 2, 3 apport formateur pour tâches 10, 12 apport connaissances en appui
en plongée	1,5 h	pratiquant en tâches 1 à 14
en salle	0,5 h	EVALUATION DES CONNAISSANCES (QCM)

en plongée	1,5h	pratiquant en tâches 1 à 14
en salle	1 h	correction évaluation ; débriefing global

IV) Formation Moniteur - instructeur Nitrox / Nitrox confirmé

Une comparaison des différents cursus mondiaux pour devenir enseignant certificateur de qualification Nitrox et/ou Nitrox confirmé va mettre là aussi en évidence les disparités existantes et ce même sur notre territoire national.

IV.1) Synthèse des cursus de formation pour devenir enseignant pour PN et PNC

En France

- **Monde associatif FFESSM et FSQT**

Un moniteur MF1 minimum avec la qualification plongeur Nitrox confirmé PNC devient de fait moniteur Nitrox confirmé avec la possibilité de former et délivrer les qualifications plongeur Nitrox PN et plongeur Nitrox confirmé PNC.

- **Monde professionnel**

Un BPJEPS option A (scaphandre) « *initie, assure la sécurité, forme des plongeurs en scaphandre à l'air ou au Nitrox dans l'espace 0 à 20 mètres* »²⁶. Cet extrait de l'arrêté du 1er décembre 2016 portant création de la mention « *plongée subaquatique du brevet professionnel de la jeunesse, de l'éducation populaire et du sport spécialité éducateur sportif* »²⁷ place donc le détenteur du BPJEPS option A comme un enseignant de niveau E2 enseignant les qualifications Nitrox. Le Code du Sport dédié à la plongée, précise d'ailleurs dans l'annexe III-17b, qu'un E2 + PNC peut faire l'encadrement de plongeurs en formation Nitrox. Un BPJEPS étant obligatoirement titulaire de la qualification PNC, ces deux textes se confirment.

Cependant, la mise en œuvre sur le terrain pour l'enseignement et la délivrance de la qualification NITROX ÉLÉMENTAIRE par un BPJEPS option A reste floue. J'ai questionné le centre UCPA de plongée de Niolon et les sièges nationaux de l'ANMP et du SNMP à ce sujet. Les réponses étant contradictoires, elles ne permettent pas de conclure.

Dans le restant du monde

CMAS

Un moniteur CMAS 1* + Plongeur Nitrox avec 10 plongées Nitrox peut devenir moniteur Nitrox pour plongeur Nitrox en suivant un cursus d'une journée avec des apports théoriques et trois plongées, dont une avec décompression à l'O₂.

Un moniteur CMAS 2*+ Plongeur Nitrox confirmé avec 12 plongées Nitrox peut devenir moniteur Nitrox pour plongeur Nitrox PN et Nitrox confirmé PNC en suivant un cursus de deux jours avec des apports théoriques et avec trois plongées, dont une avec décompression à l'O₂.

Un moniteur CMAS 3* + PNC avec 12 plongées Nitrox peut devenir formateur de moniteur Nitrox et Nitrox confirmé en étant approuvé par son organisme national.

²⁶ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033578345/>

²⁷ IBIDEM

LIFRAS

Un moniteur club (prérogatives d'enseignement pour plongeur en formation N1 et N2) + 20 plongées au Nitrox depuis sa certification Nitrox, ayant démontré ses qualités de formateur devant un formateur Nitrox devient Instructeur Nitrox pour PN.

Un moniteur fédéral (formateur jusqu'au niveau 3) + 10 plongées au Nitrox <40% + 10 plongées au Nitrox >40% depuis sa certification Nitrox confirmé, ayant démontré ses qualités de formateur devant un formateur Nitrox, devient Instructeur Nitrox confirmé pour PNC.

Un formateur moniteur National + PNC devient automatiquement formateur de formateur Nitrox et Nitrox confirmé.

TDI

Un instructeur SDI + PN peut devenir Instructeur Nitrox en suivant un cursus avec des apports théoriques pendant au moins 6 heures + deux plongées recommandées.

Un Instructeur TDI + PNC peut devenir Instructeur Nitrox confirmé en suivant un cursus avec des apports théoriques pendant au moins 6 heures + quatre plongées dont la durée totale est de 100 minutes entre 25 et 30 mètres.

La formation des instructeurs Nitrox et Nitrox confirmé est assurée par des Nitrox Instructor Trainer pour le premier et par un Advanced Nitrox Instructor Trainer pour le second.

PADI

Un instructeur PADI + PN devient automatiquement Instructor Nitrox pour PN en faisant la demande auprès de son siège.

Un Instructeur PADI + PNC n'existe pas. C'est un instructeur TEK enseignant la plongée multi-gaz.

IV.2) Analyse et questionnaire

Le système associatif français est l'unique organisme avec un seul type de formateur pour les PN et PNC, le MONITEUR NITROX CONFIRMÉ. Les organismes internationaux certifient des MONITEURS NITROX ÉLÉMENTAIRES soit après un stage de formation ou soit par cooptation et cela avec les mêmes conditions d'entrée, MONITEUR/INSTRUCTEUR + PLONGEUR NITROX ÉLÉMENTAIRE.

Ne pouvons-nous pas nous en inspirer pour créer une qualification FFESSM de MONITEUR NITROX ÉLÉMENTAIRE ? D'ailleurs, la filière professionnelle française n'ouvre-t-elle pas la voie avec les BPJEPS (E2 + PNC) pouvant enseigner le NITROX ÉLÉMENTAIRE jusqu'à 20 mètres ?

Quant à la qualification MONITEUR NITROX CONFIRMÉ FFESSM obtenue de fait pour tout E3 + PNC, même si la raison peut se comprendre en raison de l'histoire de la plongée au NITROX en France, est-ce que cette situation doit rester figée ?

IV.3) Propositions pour la qualification MONITEUR NITROX FFESSM

Les parties de texte soulignées montrent les différences avec les référentiels FFESSM actuels.

Conditions communes :

- Être titulaire de la licence FFESSM en cours de validité.
- Présenter un certificat d'absence de contre-indication à la plongée.
- Être âgé de 18 ans au moins à la date d'entrée en formation et de délivrance de la qualification.
- Être titulaire de la qualification RIFA Plongée.

Règles d'organisation et délivrance de la qualification Moniteur Nitrox, MN

- La qualification de Moniteur Nitrox n'est pas obtenue à partir d'un examen formel.
- Les titulaires de la qualification de Plongeur Nitrox Confirmé (PN-C), ou d'une certification dont les aptitudes sont jugées équivalentes, et encadrant E2 FFESSM ou associé, ayant suivi avec succès un stage de formation complémentaire 6-20 m sont de fait MONITEUR NITROX.
- Pour enseigner la qualification plongeur Nitrox « élémentaire », ils doivent néanmoins être référencés comme tel et pour cela doivent demander la délivrance de la carte de Moniteur Nitrox au siège de la FFESSM.
- Les titulaires de la qualification de Plongeur Nitrox Confirmé (PN-C), ou d'une certification dont les aptitudes sont jugées équivalentes, et encadrant E3 FFESSM ou associé, ou BEES1, ou DEJEPS sont de fait MONITEUR NITROX. Pour délivrer des brevets Nitrox, ils doivent néanmoins être référencés comme tel et pour cela doivent demander la délivrance de la carte de Moniteur Nitrox au siège de la FFESSM

Prérogatives

- Être Directeur de Plongée pour des pratiquants utilisant tout mélange NITROX, en piscine ou fosse de plongée dont la profondeur n'excède pas 6 mètres.²⁸
- Enseigner et valider les compétences de la qualification PLONGEUR NITROX ÉLÉMENTAIRE.
- La délivrance de la qualification PLONGEUR NITROX ÉLÉMENTAIRE se fait sous la signature du Président de club ou d'un moniteur E3 minimum.
- Valider les plongées NITROX qu'il a encadrées. Le numéro figurant sur son tampon doit être le numéro figurant sur sa carte initiateur E2 / moniteur 1 étoile CMAS (dernière suite de chiffres) Exemple : FRA/F00/11/02/041279/58/22/0000000**9842** : N° à retenir en gras.

²⁸ Cette proposition peut nécessiter une modification du Code du Sport. Les dérogations pour le milieu artificiel n'excédant pas 6 mètres de profondeur sont pour les sous-sections 1 et 2 (plongée à l'air). La partie Nitrox est dans la sous-section 3.

IV.4) Proposition de qualification MONITEUR NITROX CONFIRMÉ FFESSM

IV.4.1) Règles générales

Les parties de texte soulignées montrent les différences avec les référentiels FFESSM actuels.

Conditions communes :

- Être titulaire de la licence FFESSM en cours de validité.
- Présenter un certificat d'absence de contre-indication à la plongée.
- Être MF1 de la FFESSM ou MF1 associé de la FFESSM ou BEES1
- Depuis l'obtention de la qualification plongeur Nitrox confirmé, avoir réalisé 10 plongées au NITROX dont 5 avec mélange de décompression NITROX supérieur à 50%.

Règles d'organisation et délivrance de la qualification Moniteur Nitrox Confirmé, MNC

- La qualification de Moniteur Nitrox Confirmé n'est pas obtenue à partir d'un examen formel mais lors d'un stage.
- L'organisation du stage relève de la CTR qui peut la déléguer à un Codep, un club associatif ou une SCA.
- Pour les SCIA et les structures non rattachées à une CTR, l'accord du Président de la CTN est requis.
- L'organisateur formule une déclaration un mois avant le stage au Président de la CTR qui a la possibilité de désigner le directeur du stage.
- Le stagiaire a l'obligation de participer à l'intégralité du stage, quelle que soit sa forme.
- Le directeur du stage est un MF2 ou MF2 associé de la FFESSM , ou BEES2, ou un FFM, + RESPONSABLE FORMATION DE MONITEUR NITROX CONFIRME référencé FFESSM, ou DESJEPS licencié à la FFESSM, présent pendant la totalité du stage.
- Le Directeur de stage peut s'adjoindre autant qu'il le souhaite de Moniteur(s) Nitrox Confirmé(s) expérimenté(s) dans la pratique des mélanges suroxygénés. Ces derniers sont au minimum E3 FFESSM ou associé ou BEES1, et Plongeur Nitrox Confirmé, et avec attestation de réussite au stage de formation pour être Moniteur Nitrox confirmé et référencés FFESSM (ou certification jugée équivalente), ou DEJEPS (E4).
- Le stage a un volume horaire de 14 heures d'activité et doit se dérouler dans un délai d'un mois maximum.
- Le stage contient obligatoirement quatre plongées avec utilisation à chaque plongée d'au moins un bloc de décompression avec un mélange supérieur à 50% d'O₂.

Prérogatives

- Valider les plongées NITROX et NITROX CONFIRME qu'il a encadrées ou supervisées en tant que DP.
- Enseigner et valider les compétences des qualifications NITROX et NITROX CONFIRME.
- Délivrer les qualifications NITROX et NITROX CONFIRME de la FFESSM.

IV.4.2) Référentiel de compétences pour MONITEUR NITROX CONFIRMÉ

Liste des compétences

Compétence : concevoir

- Concevoir un planning de formation pour des pratiquants en formation PNC.
- Concevoir des cours théoriques et pratiques pour le cursus PNC.
- Concevoir des évaluations pour le cursus PNC.

Compétence : apporter des éléments théoriques - développer les capacités de l'élève

- Mettre en œuvre une stratégie d'enseignement pour le cursus PNC.
- Lier les aspects théoriques et pratiques.
- Évaluer les connaissances théoriques et pratiques des pratiquants pour le cursus PNC.

Compétence : sécuriser l'activité - réagir en situation dégradée

- Prévenir les situations à risque.
- Intervenir sur un plongeur en difficulté.

Liste des tâches

Activité 1 : conception d'une formation PNC	Tâche 1 : planning de formation PNC
Description de la tâche ○ Planifier quatre plongées avec mélange NITROX de décompression, supérieur à 50%. ○ Planifier quatre cours théoriques de 1h. ○ Planifier l'évaluation des aspects théoriques et pratiques.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Les apports théoriques sont au service de la pratique. ○ Le planning est conçu avec l'aspect théorique en regard de l'aspect pratique. ○ Les plans des cours sont donnés. ○ Les objectifs des cours sont explicités. ○ Le mode d'évaluation des aspects théorique et pratique est présenté.	
Boîte à outils du formateur ○ Proposition de contenu pour cursus PNC (MFT FFISSM) ○ Annexe 3 : fiche d'évaluation d'un oral en salle.	

Activité 2 : apporter des éléments théoriques	Tâche 2 : réaliser un cours théorique pour futurs PNC
Description de la tâche ○ Réaliser en salle un cours de 30 min dans le cadre de la planification. ○ Mettre en regard l'autonomie en air et la décompression. ○ Intégrer des ressources préparées en amont (vidéo, diaporama, tutoriel...)	
Résultat(s) attendu(s) ○ Utilisation de logiciel(s) informatique(s) « libre(s) » ○ Mise en place d'une évaluation formative.	
Boîte à outils du formateur ○ Proposition de contenu pour cursus PNC (MFT FFISSM) ○ Annexe 3 : fiche d'évaluation d'un oral en salle.	

Activité 2 : apporter des éléments théoriques	Tâche 3 : réaliser un cours théorique pour futur PNC
Description de la tâche ○ Réaliser en salle un cours de 30 min sur l'utilisation de l'ordinateur de plongée multi-gaz.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Utilisation du mode PLAN. ○ Comparer différents modèles d'ordinateurs. ○ Expliquer le concept gaz primaire/secondaire de SUUNTO. ○ Aborder les signes de communication pour NODECO, DTR, PROFONDEUR et DURÉE PALIER(s), CHANGEMENT DE GAZ, « SWITCH » ORDINATEUR.	
Boîte à outils du formateur ○ Proposition de contenu pour cursus PNC (MFT FFESSM) ○ Notice constructeur d'ordinateurs de plongée.	

Activité 3 : développer les capacités de l'élève	Tâche 4 : réaliser un cours pratique pour futurs PNC
Description de la tâche ○ Mettre en place des éléments de formation et d'évaluation pour préparer des pratiquants en formation PNC à réaliser les tâches qui leur sont demandées.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Les propositions doivent avoir un scénario abordant la phase préparatoire à la plongée, de descente, de séjour au fond et de remontée. ○ L'utilisation de l'ordinateur de plongée multi-gaz est incontournable. ○ La planification d'une plongée avec décompression est aussi incontournable. ○ Utilisation d'une fiche d'évaluation et de suivi pour les pratiquants en formation PNC.	
Boîte à outils du formateur ○ Proposition de contenu pour cursus PNC (MFT FFESSM).	

Activité 4 : réagir dans une situation dégradée	Tâche 5 : intervenir sur un plongeur en difficulté
Description de la tâche ○ Réagir rapidement et efficacement sans se mettre soi-même en danger pour sécuriser un plongeur en crise d'hyperoxie, réunir la palanquée, faire la remontée et approcher la zone de décompression.	
Résultat(s) attendu(s) ○ Maintien, décollage et remontée gérés avec les systèmes gonflables. ○ Vitesse de remontée régulière ou légèrement décroissante. ○ Communication régulière et cohésion de la palanquée si autre plongeur dans la palanquée. ○ Contrôle des instruments de toute la palanquée, notamment pour la décompression. ○ Maintien du niveau d'immersion pour la décompression avec parachute de palier. ○ Absence de remontée en dents de scies et pas d'arrêt de plus de 5 secondes. ○ Si redescende à la remontée ou au palier, une seule, d'au plus 1 m, corrigée en moins de 5 s.	
Boîte à outils du formateur ○ Le manuel de Plongée au Nitrox, Jean-Louis Blanchard et Jean-Yves Kersalé, éditions GAP	

Connaissances en appui des tâches

- Signes de communication non normalisés pour NODECO, DTR, profondeur et durée des paliers, regroupement palanquée, changement de gaz, switch ordinateur, déploiement parachute de palier.
- Narcose ; Fenêtre oxygène ; Crise hyperoxique « instantanée ».
- Fabrication NITROX.
- Procédures de rattrapage en cas de violation de palier et de remontée rapide.

Exemple d'organisation de stage MNC (1 formateur pour deux pratiquants)

JOUR 1

8h30-12h00		référentiel MNC	référentiel PNC
	en salle	réalisation tâche 1 (planning PNC) <i>comme une péda orga</i>	tâches 1 à 14
		apport du formateur pour connaissances en appui	tâche 1
		apport du formateur pour tâche 5 (IPD)	
	en plongée	réalisation tâche 5	
		apport du formateur pour tâche 4	tâches 3, 4, 5, 8, 13, 14
14h00-17h30	en plongée	réalisation tâche 4	tâches 3, 4, 5, 8, 13, 14
	en salle	apport formateur sur tâche 4	tâches 3, 4, 5, 8, 13, 14 + 10, 11
		apport du formateur sur tâches 2 et 3	tâche 1 + connaissances en appui
		apport du formateur pour connaissances en appui	
		préparation plongées suivantes, bilan journée	

Exemple d'organisation de stage MNC (1 formateur pour deux pratiquants)

JOUR 2

8h30-12h00

en salle	référentiel MNC		référentiel PNC	
	réalisation tâches 2 et 3		tâche 1 + connaissances en appui	
	apport du formateur pour connaissances en appui			
	apport du formateur pour tâche 4		tâches 3, 4, 5, 8, 13, 14 + 6, 7, 9, 12	
en plongée	réalisation tâche 4		tâches 1, 3, 4, 5, 8, 13, 14 + 6, 7, 9, 12	

14h00-17h30

en plongée	réalisation tâche 4		tâches 1 + 3 à 14		
en salle	apport formateur tâches 2, 3, 4		tâches 1 + 3 à 14		
	apport du formateur pour connaissances en appui				
	bilan stage ; formalités administratives pour CTR				

IV.5) Qui peut être responsable d'un stage de MONITEUR NITROX CONFIRME FFESSM ?

Un moniteur deuxième degré, comme un MF2 FFESSM ou un Formateur Fédéral de Moniteur [FFM] a démontré ses compétences en pédagogie pour la formation des initiateurs et moniteurs FFESSM. Il peut donc transférer ces compétences pour assurer la direction d'un stage de formation de MONITEUR NITROX CONFIRMÉ. Néanmoins pour qu'il soit crédible vis-à-vis des stagiaires, il est nécessaire que lui-même soit MONITEUR NITROX CONFIRMÉ avec de l'expérience.

Les parties de texte soulignées montrent les différences avec les référentiels FFESSM actuels.

Conditions communes :

- Être titulaire de la licence FFESSM en cours de validité.
- Présenter un certificat d'absence de contre-indication à la plongée.
- Être MF2 FFESSM ou associé, ou FFM, ou BEES2
- Être titulaire de la qualification MONITEUR NITROX CONFIRME (ou certification jugée équivalente) depuis au moins un an.
- Depuis l'obtention de la qualification Moniteur Nitrox confirmé, avoir réalisé 10 plongées au NITROX dont 5 avec mélange de décompression NITROX supérieur à 50%.
- Depuis l'obtention de la qualification Moniteur Nitrox Confirmé, avoir réalisé et délivré 5 qualifications de Plongeur Nitrox Confirmé FFESSM.

La qualification de RESPONSABLE DE FORMATION de MONITEUR NITROX CONFIRME n'est pas obtenue à partir d'un examen formel.

- Un MF2 FFESSM ou associé, ou FFM, ou BEES2, titulaire de la qualification de MONITEUR NITROX CONFIRME (MN-C), ou d'une certification dont les aptitudes sont jugées équivalentes est de fait RESPONSABLE DE FORMATION DE MONITEUR NITROX CONFIRME.
- Pour être reconnu, il doit être référencé comme tel et pour cela doit demander la délivrance de la carte de FORMATEUR DE MONITEUR NITROX CONFIRME au siège de la FFESSM, avec attestation sur l'honneur de la réalisation des 10 plongées au NITROX dont 5 avec décompression au NITROX supérieur à 50%.
- Un DESJEPS est de fait RESPONSABLE de FORMATION DE MONITEUR NITROX CONFIRME.

L'enseignement de la fabrication des mélanges NITROX

A l'instar des qualifications NITROX et NITROX CONFIRMÉ développées juste avant, les différences sont grandes entre les différents organismes de plongée pour former et qualifier des fabricants de mélanges NITROX.

Par exemple, la FFESSM n'a pas de formations pour apprendre à fabriquer des mélanges respiratoires suroxygénées et à contrario la CMAS et TDI ont un cursus allant du fabricant NITROX à l'instructeur NITROX AVANCÉ.

La manipulation d'oxygène pur présente des risques, notamment dus à la forte réactivité chimique de l'O₂ avec certains matériaux. Cette réaction chimique provoque une élévation de température pouvant conduire à l'auto-inflammation du matériau. La première règle sera donc de transvaser de l'oxygène pur à travers des lyres ou canalisations compatibles oxygène pur et « oxyclean ». Si de l'oxygène pur doit être injecté dans un bloc de plongée, ce dernier devra être gravé avec G1, ou NITROX ou OXYGENE ou Diving Breathing Gas²⁹ et bien sûr être resté « oxyclean » (il n'a pas été gonflé avec de l'air issu d'un compresseur sans sur-filtrage de cet air). A noter que les blocs aluminium sont tous compatibles jusqu'à 100% d'oxygène et que le marquage « G1 » ou "oxygène" n'est pas fréquemment gravé. Ce marquage doit être fait par l'utilisateur avec un autocollant "oxygène" ou "Nitrox".

D'autres élévations de température dues aux compressions, aux frictions et turbulences dans l'écoulement d'un gaz peuvent conduire à atteindre le seuil d'auto-inflammation de matériaux. Ce phénomène est d'autant plus risqué que la compression est rapide et que la chaleur due à cette compression n'a pas eu le temps de s'évacuer. On parle de compression adiabatique. La société française « l'air liquide » résume les caractéristiques d'une auto-inflammation par compression adiabatique par les points suivants³⁰ :

- Une compression rapide, se produisant généralement en **moins d'une seconde**.
- Un **matériau non-métallique exposé à proximité de l'extrémité sans issue d'un tube**, lui-même ayant été soumis à une compression rapide.
- Une température maximale de compression qui **dépasse la température d'auto-inflammation du matériau non-métallique**.

Une démonstration des effets d'une compression adiabatique qui dépasse la température d'auto-inflammation d'un matériau est mise en ligne sur le site de l'Air Liquide.

<https://cte.airliquide.com/fr/tester/securite-oxygene/compression-adiabatique>



Les règles de pratiques pour mettre progressivement sous pression et limiter le débit d'écoulement sont apprises grâce à l'échange d'expérience, en s'exerçant au départ avec des personnes chevronnées. Cependant nombreux sont « les fabricants » de NITROX à s'être aussi rapprochés des organismes Nord-Américains pour être formés à la manipulation de l'O₂.

Entamer une réflexion sur des qualifications de fabricant NITROX au sein de la FFESSM dépasse mon travail personnel dans le cadre de ce mémoire. Néanmoins, à titre personnel, je regrette qu'une base de données avec des procédures, des règles de pratique, du choix matériel, des règles d'entretien... ne soit pas mise à disposition pour permettre un partage d'expérience. Cette base de données s'intégrerait bien dans la base documentaire de l'espace TIV (accès licenciés).

²⁹ <https://www.innodive.com/fr/blog/faq/marquages-des-blocs-de-plongee>

³⁰ <https://cte.airliquide.com/fr/tester/securite-oxygene/compression-adiabatique/phenomene-de-compression-adiabatique>

CONCLUSION

Nombre de points abordés dans ce mémoire auraient certainement mérités d'être davantage développés mais le temps bénévole n'est pas extensible à l'infini ! Jongler entre les lectures, la prise de notes, l'écriture ressemble à une immersion en plongée où l'on s'étonne souvent d'être déjà la fin du temps prévu. La relativité du temps a été théorisée par Einstein ; la réalité nous rappelle qu'il s'écoule toujours trop vite, qu'on ne fait que courir après lui.

Ce travail conclut donc mon cycle d'Instructeur Fédéral Régional Stagiaire. J'ai éprouvé du plaisir à me confronter à cet exercice périlleux de recherche et de synthèse pour rédiger des propositions personnelles. J'émet le vœu que cette production trouve son public et permette de relancer les débats sur les qualifications NITROX de notre Fédération. Je me plais à rêver que, peut-être, il sera l'étincelle qui amorcera la constitution d'un groupe de travail pour refondre les qualifications NITROX et NITROX CONFIRMÉ au lieu d'en faire un simple toilettage !

Ce mémoire invite donc les décideurs à réfléchir sur les modalités d'application de ces propositions pour promouvoir une plongée sécurisée, accessible et adaptée aux attentes des générations futures.

Pascal HECTOR

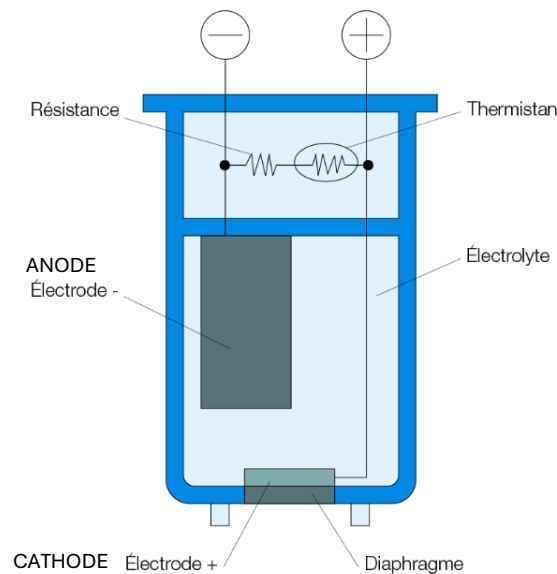
Grand-Est, décembre 2024

Annexe 1 : l'incertitude sur l'affichage d'un analyseur d'O₂.

I) Principe d'un analyseur d'oxygène en plongée

Même si les technologies de mesure de concentration d'oxygène ont beaucoup progressé lors de deux dernières décennies (mesure laser, zircon, paramagnétique) les analyseurs de gaz en plongée sont tous faits avec une sonde électrochimique dont l'avantage est de pouvoir être intégrée facilement dans un équipement transportable, d'être manipulée sans risques pour les personnes et le matériel, pour un coût plus faible que toutes les autres technologies.

La cellule électrochimique fonctionne sur le principe de l'oxydo-réduction. Une électrode va perdre des électrons (l'anode), l'autre en gagner (la cathode). « L'astuce » dans la cellule est de ne pas permettre à l'oxygène d'interagir directement avec le plomb de l'anode, mais seulement par l'intermédiaire d'un circuit électrique.



Plus le gaz au contact de la membrane est riche en O₂, plus le débit d'électrons vers la cathode est élevé, l'intensité de ce courant étant proportionnelle à la concentration d'oxygène.

Les différents inconvénients de la cellule électrochimique sont :

- d'avoir un courant débité dépendant de la température. Bien qu'il y ait une compensation interne (thermistance), il faut néanmoins faire attention aux expositions ensoleillées et surtout au débit de gaz passant sur la sonde. En effet, la circulation du gaz refroidit la cellule et la mesure peut devenir instable.
- d'être sensible à la pression du gaz sur la membrane. Une solution consiste à mesurer la concentration d'O₂ au niveau de l'embout d'un détendeur pour mieux réguler le débit et la pression sur la sonde. De plus, le fait de monter un détendeur sur le bloc permet d'en vérifier sa pression.
- de vieillir même si elle n'est pas utilisée, d'où sont recalibrage régulier.

Annexe 1 : l'incertitude sur l'affichage d'un analyseur d'O₂.

II) Incertitude sur l'affichage de l'analyseur

- A la fabrication du NITROX on admet un écart de 2% sur la valeur à obtenir.

NITROX souhaité	Intervalle réel
32	$31,4 \leq \text{fabrication} \leq 32,6$
36	$35,3 \leq \text{fabrication} \leq 36,7$
50	$49,0 \leq \text{fabrication} \leq 51,0$
75	$73,5 \leq \text{fabrication} \leq 76,5$
80	$78,4 \leq \text{fabrication} \leq 81,6$
100	$98,0 \leq \text{fabrication} \leq 100$

- L'instrument de mesure à une précision de l'ordre de 1% sur l'affichage.

Si on a fabriqué un mélange dont la teneur réelle est en limite d'intervalle alors l'appareil va afficher $\pm 1\%$ des limites. L'incertitude entre la valeur souhaitée et la valeur mesurée sont :

NITROX souhaité	Incertainitude	Écart
32	$31,0 \leq \text{Valeur réelle} \leq 33,0$	± 1
36	$35,0 \leq \text{Valeur réelle} \leq 37,0$	± 1
50	$48,5 \leq \text{Valeur réelle} \leq 51,5$	$\pm 1,5$
75	$72,7 \leq \text{Valeur réelle} \leq 77,3$	$\pm 2,3$
80	$77,6 \leq \text{Valeur réelle} \leq 82,4$	$\pm 2,4$
100	$97,0 \leq \text{Valeur réelle} \leq 100$	$- 3$

Conclusion

Pour les NITROX PAUVRES on acceptera d'avoir une valeur mesurée de ± 1 autour de la valeur attendue. Pour les NITROX RICHES on admet d'avoir une valeur affichée entre ± 2 points autour de la valeur attendue.

Technique de mesure avec un analyseur d'oxygène

- L'étalonner.
- Faire la mesure (attention au débit et à la pression au niveau de la cellule).
- Comparer la mesure à l'information « fabricant gaz ».
- Vérifier que l'écart entre la mesure et l'information fabricant est acceptable.
- Séparer l'analyseur du gaz à tester et le remettre dans ses conditions d'étalonnage.
- Vérifier le retour de l'affichage à la valeur d'étalonnage.

Annexe 2 : planifier l'autonomie en air en tant que PNC.

Le plongeur PNC est équipé d'un bloc fond plus un bloc déco. Néanmoins la planification en gaz pour le mélange fond doit se faire dans la situation la plus dégradée ; il ne dispose plus de son mélange déco. Il faut donc avoir une réserve suffisante de gaz fond pour palier à la perte du mélange déco et autres imprévus comme assistance d'un équipier, surconsommation due au froid/stress/début d'essoufflement, mise en débit continu d'un détendeur, paliers rallongés, attente en surface...

I) La règle du « je quitte le fond avec au moins 100 bar »

Une règle de pratique simple est de quitter le fond avec un stock d'air d'au moins 100 bar. Mais est-ce suffisant pour planifier la plongée ?

Je vais mettre en regard les DTR et les besoins en gaz³¹ pour faire cette DTR et donner à titre indicatif les durées pour consommer 50 bar et 100 bar dans différents blocs de plongée. Les DTR sont données par les tables de plongées MN90 après une durée d'immersion permettant de consommer 130 bar à la profondeur d'évolution. (les blocs de plongée pouvant être gonflés à 230 bar, le plongeur dispose de 130 bar avant que son manomètre n'indique 100 bar !)

profondeur [m]	bloc de 12 L					bloc de 15 L				
	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	autonomie en air zone des paliers [min]		durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	autonomie en air zone des paliers [min]	
				pour consommer 50 bar	pour consommer 100 bar				pour consommer 50 bar	pour consommer 100 bar
20	26	2	7	21	41	33	2	6	26	52
25	22	3	11			28	4	11		
30	20	5	18			24	7	18		
35	17	8	28			22	14	34		
40	16	14	45			20	14	36		
45	14	11	41			18	22	55		
50	13	15	54			16	30	74		
55	12	22	76			15	22	61		
60	11	29	98			14	29	78		

³¹ Formule pour calculer les besoins en gaz pour assurer la DTR. $\Delta P = \left[\left(\frac{prof_{fond} + prof_{palier}}{2} \right) * \frac{1}{10} + 1 \right] * conso * \frac{prof_{fond} - prof_{palier}}{vitesse_{remontée}} + 1,5 * conso * durée_{palier}$
volume du bloc

le coefficient 1,5 vient du fait que les paliers se font principalement dans la zone des 5 mètres.

Annexe 2 : planifier l'autonomie en air en tant que PNC.

profondeur [m]	bi de 2*9L				bi de 2*10 L				bi de 2*12 L			
	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	autonomie en air zone des paliers [min] pour consommer 50 bar pour consommer 100 bar	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	autonomie en air zone des paliers [min] pour consommer 50 bar pour consommer 100 bar	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	autonomie en air zone des paliers [min] pour consommer 50 bar pour consommer 100 bar
20	39	2	5	31 62	43	3	6	34 69	52	11	15	41 83
25	33	7	14		37	12	20		45	18	24	
30	29	12	23		33	20	33		39	27	36	
35	26	24	45		29	24	41		35	32	44	
40	23	25	48		26	36	60		31	47	64	
45	21	34	66		24	34	59		28	48	67	
50	20	30	61		22	46	79		26	60	83	
55	18	39	79		20	39	71		24	56	80	
60	17	48	97		19	48	87		22	66	95	

On peut vérifier que l'autonomie en air (100 bar) est suffisante dans tous les cas³² pour faire la plongée et les paliers avec le même bloc, mais avec certains profils, le risque de ne pas avoir le nécessaire pour faire face à une surconsommation ou autres imprévus à la remontée. Prendre uniquement la pression de décollage fond est donc dangereux.

Classiquement, la solution est de garder 50 bar de réserve de sécurité ultime pour les imprévus autres que la perte de son mélange déco et de garder $100 - 50 = 50$ bar pour assurer sa DTR en cas de perte de son mélange déco, d'où le tableau :

volume bloc [L]	12	15	18	20	24
DTRmax ³³ [min]	20	25	30	35	40

³² Les calculs sont faits pour une consommation de 20L/min. Des calculs pour d'autres consommation ont été faits. Ils conduisent à la même conclusion !

³³ Cette DTR correspond à une consommation de 20 L/min. Pour un grand consommateur il faudra bien entendu réduire ces DTR, mais en aucun cas les augmenter avec un départ du fond à 100 bar.

Accéder au fichier Excel suivant les consommations : <https://drive.google.com/drive/folders/1Kx7zU0m3tU5c4oUdiB2a2nHVxmJSBM1-?usp=sharing>

Annexe 2 : planifier l'autonomie en air en tant que PNC.

Retenir les valeurs précédentes par cœur ou les calculer à la main peut être compliqué. Une méthode rapide permet de calculer la pression de décollage fond suivant la DTR et le volume du bloc. Elle est exposée ci-après.

II) Calcul rapide de la pression de décollage suivant la DTR

Les tableaux suivants montrent le ratio entre les besoins en gaz pour la DTR et la durée de la DTR. Le résultat est arrondi à l'entier supérieur³⁴.

profondeur [m]	bloc de 12 L				bloc de 15 L				bi de 2*9L			
	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	ratio besoin/DTR [bar/min]	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	ratio besoin/DTR [bar/min]	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	ratio besoin/DTR [bar/min]
20	26	2	7	4	33	2	6	3	39	2	5	3
25	22	3	11	4	28	4	11	3	33	7	14	2
30	20	5	18	4	24	7	18	3	29	12	23	2
35	17	8	28	4	22	14	34	3	26	24	45	2
40	16	14	45	4	20	14	36	3	23	25	48	2
45	14	11	41	4	18	22	55	3	21	34	66	2
50	13	15	54	4	16	30	74	3	20	30	61	3
55	12	22	76	4	15	22	61	3	18	39	79	3
60	11	29	98	4	14	29	78	3	17	48	97	3

Pour un bloc de 12 L et de 15 L, le ratio arrondi est constant. Pour un bi de 2*9 L il est entre 2 et 3. Pour aller dans le sens de la sécurité il est logique de prendre les ratios les plus grands. Au final :

- pour un bloc de 12 L, $RATIO_{bloc12} = 4 \text{ bar/min de DTR}$
- pour un bloc de 15 L ou un bloc de 18 L, $RATIO_{bloc15} = RATIO_{bloc18} = 3 \text{ bar/min de DTR}$

³⁴ L'accès au fichier Excel : <https://drive.google.com/drive/folders/1Kx7zU0m3tU5c4oUdiB2a2nHVxmJSBM1-?usp=sharing>

Annexe 2 : planifier l'autonomie en air en tant que PNC.

profondeur [m]	bi de 2*10 L				bi de 2*12 L			
	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	ratio besoin/DTR [bar/min]	durée pour consommer 130 bar [min]	DTR MN90 [min]	besoin en air dans le bloc [bar]	ratio besoin/DTR [bar/min]
20	43	3	6	2	52	11	15	2
25	37	12	20	2	45	18	24	2
30	33	20	33	2	39	27	36	2
35	29	24	41	2	35	32	44	2
40	26	36	60	2	31	47	64	2
45	24	34	59	2	28	48	67	2
50	22	46	79	2	26	60	83	2
55	20	39	71	2	24	56	80	2
60	19	48	87	2	22	66	95	2

Ici, les arrondis à l'entier supérieur donnent :

- $RATIO_{bloc20} = RATIO_{bloc24} = 2 \text{ bar/min de DTR}$

La méthode consiste à calculer ses besoins en air à la remontée (BEAR) en cas de perte de perte du mélange déco tout en gardant une réserve ultime de sécurité de 50 bar.

La formule est donc : $BEAR = Ratio_{suivant \text{ bloc}} * DTR + 50$

Il peut être utile de signaler que BEAR correspond à la pression de décollage fond !

Annexe 2 : planifier l'autonomie en air en tant que PNC.

Exemples d'application

Plongée à 50 m, bloc de 15 L, DTR fixée à 10 min.

- $BEAR = 3 \cdot 10 + 50 = 80$ bar
- Il est facile de démontrer que la DTR sera atteinte avant la pression du décollage. Le plongeur disposera donc de plus de 80 bar pour remonter.

Plongée à 50 m, bloc de 15 L, DTR fixée à 20 min.

- $BEAR = 3 \cdot 20 + 50 = 110$ bar
- Il est facile de démontrer que la pression de décollage sera atteinte avant la DTR ou au même moment que la DTR. Le plongeur disposera donc d'où moins 110 bar pour assurer sa remontée.

Plongée à 50 m, bloc de 15 L, DTR fixée à 30 min.

- $BEAR = 3 \cdot 30 + 50 = 140$ bar
- Il est facile de démontrer que la pression de décollage sera atteinte avant la DTR.

Le lecteur curieux vérifiera que pour d'autres situations les conclusions sont les mêmes. Pour de « *petites* » DTR c'est cette valeur qui fixe le moment du décollage fond et pour les « *grandes* » DTR c'est la pression du bloc qui fixe le décollage fond.

Une dernière règle de pratique peut être exposer : celle des 1/3.

Annexe 2 : planifier l'autonomie en air en tant que PNC.

III) La règle « des tiers »

Issue de la plongée souterraine, elle pourrait s'appliquer dans notre cas par un tiers pour l'aller, un tiers pour le retour et un tiers en cas de perte du gaz de décompression. En pratique, les décollages du fond ne sont pas en dessous de 80 bar pour ne pas aborder les paliers avec un stock de gaz de réserve inférieur à 70 bar dans le bloc qui contient le mélange fond. Ainsi, en cas de perte du gaz de décompression le plongeur pourra faire ses paliers mais en rognant dans son « ultime » réserve de sécurité, d'autant plus si la situation le stress.

Le gros inconvénient de cette règle est que le plongeur ayant perdu son gaz de décompression et reprenant son mélange fond risque à un moment d'avoir besoin d'en demander à un partenaire. La règle des tiers devrait donc être appliquée par des plongeurs Nitrox confirmés chevronnés dans la planification et la pratique.

En effet, à l'instar de ce qui a été démontré avant, la seule connaissance d'un stock de gaz est insuffisante si on ne connaît pas la durée maximale qui permet de le consommer !

IV) Conclusion

Il n'est pas envisageable de faire toutes ces démonstrations avec des pratiquants en formation NITROX CONFIRME, d'autant plus que des outils informatiques permettent de calculer les besoins en gaz. Cette théorie sur l'autonomie en gaz doit seulement permettre au pratiquant en formation Nitrox confirmé d'avoir une révision sur les repères à avoir sur les besoins en gaz pour assurer sa DTR, de sorte à pratiquer de manière sécuritaire.

Annexe 3 : exemple de fiche d'évaluation d'un oral en salle.

Si deux juges ou deux médecins confrontés à la même situation peuvent prendre des décisions différentes, c'est qu'il existe des différences de jugement notamment liées à la subjectivité. La docimologie démontre ce phénomène dans l'évaluation scolaire. Des variations de notes existent entre évaluateurs mais aussi au cours du travail du même évaluateur.

Exemples de biais dans une évaluation orale.

- Si un candidat a une apparence soignée ou commence avec une introduction très confiante, l'évaluateur pourrait inconsciemment attribuer cette impression positive à d'autres aspects de la performance (clarté, pertinence des réponses), même si ceux-ci ne sont pas excellents.
- À l'inverse, une mauvaise impression, due à des hésitations ne conduisant pourtant pas à des erreurs, pourrait entraîner une sous-estimation globale de la prestation.
- Si un candidat répond de manière excellente à la première question, l'évaluateur pourrait rester influencé par cette « ancre » et avoir tendance à noter plus favorablement les réponses suivantes, même si elles sont de qualité moindre.
- À l'inverse, une réponse initiale médiocre peut fixer une « ancre basse », rendant plus difficile une réévaluation positive ultérieure.
- Un candidat qui paraît nerveux pourrait être jugé comme moins compétent, même si ses réponses sont pertinentes et précises.
- L'évaluateur peut aussi interpréter la manière dont une réponse est formulée (exemple : une hésitation ou une reformulation) comme un manque de connaissance, alors qu'il pourrait simplement s'agir d'un moment de réflexion.

Comment limiter ces biais ?

1. **Critères d'évaluation clairs :** Utiliser une grille d'évaluation détaillée et standardisée pour se concentrer sur des critères spécifiques.
2. **Prendre des notes :** Noter les points clés pendant l'évaluation pour éviter de s'appuyer uniquement sur la mémoire ou les impressions.
3. **Fractionner l'évaluation :** Analyser indépendamment différents aspects de la performance (contenu, clarté, structure).
4. **Évaluation différée :** Attendre la fin de l'évaluation pour formuler un jugement global, afin de minimiser l'influence des premières impressions.

En comprenant ces biais et en adoptant des méthodes structurées, les évaluateurs peuvent réduire leur impact et fournir des évaluations plus justes et objectives.

INDICATEURS DE REUSSITE			acquis	en cours d'acquisition	non- acquis	Commentaires
COMMUNICATION ORALE	VERBALE	élocution, articulation, aisance				
		débit, tonalité, volume				
		style, vocabulaire				
	NON-VERBALE	distance par rapport aux notes				
		dynamisme, entrain				
		respect du temps de parole				
		utilisation du tableau ou autre support				
	ASPECTS RELATIONNELS	prise en compte du public (le regarder, le faire participer, accueillir ses remarques)				
		compréhension des questions posées				
		pertinence des réponses, capable de débattre				
CONTENU	STRUCTURE DE L'EXPOSE	annonce du plan				
		style péda/d'animation pour son enseignement				
		problématique, objectifs clairs				
		moment d'évaluation des élèves (formative...)				
	QUALITE DES INFORMATIONS DONNEES	définitions et vocabulaire précis				
		sujet traité en totalité				
		connaissances maitrisées				
		rend simple, accessible, pour la pratique				
	RESSOURCES	cite les références/recommandations FFESSM				
	COMMENTAIRE					

Ressources et bibliographie

- Manuel de formation Technique de la FFESSM : <https://plongee.ffessm.fr/mft>
- Standards de formation CMAS : <https://www.cmas.org/standards.html>
- Standards de formation TDI : <https://www.tdisdi.com/documents/tdi-standards/?lang=fr>

L'ensemble des standards de formation NITROX et NITROX CONFIRME des différents organismes de formation français et mondiaux :

FFESSM, ANMP, FSGT, SNMP, CMAS, LIFRAS et TDI



https://drive.google.com/drive/folders/1wAXud5jOZtsUmQfYxcqyzmk5vGKXEJJ-?usp=drive_link

- Le guide de la plongée Tek, 2^e édition, François BRUN et Pascal BERNABE, éditions GAP
- Manuel de plongée au Nitrox, Jean-Louis Blanchard et Jean-Yves Kersalé, éditions GAP
- US DIVING MANUEL Rev 87 du 1 décembre 2016
- Oxygen Toxicity Calculations, by Erik C. Baker, P.E.
- Tolerating Exposure to High Oxygen Levels : Repex and Other Methods, R.W Hamilton, MTS Journal, vol 23, N°4, pp 19-25
- Revue de la FFESSM : subaqua
- Revue française de pédagogie
- Chaîne YouTube du centre de plongée « Tek Marseille » : <https://www.youtube.com/c/Plong%C3%A9eTekMarseille>
- Chat GPT : <https://chatgpt.com/>
- Mémoire d'instructeur INF
 - Enseignement de la plongée à l'air dans la zone de 40 à 60 m, Éric MARTIN, MAI 2019
- Mémoire d'instructeur IRF
 - Sécurisation de l'enseignement et de la pratique du Trimix, Fabien CODRON, BPL, 2011
 - De l'hélium pour tous, Cécile Christol, COMITE RABA, JUIN 2004