

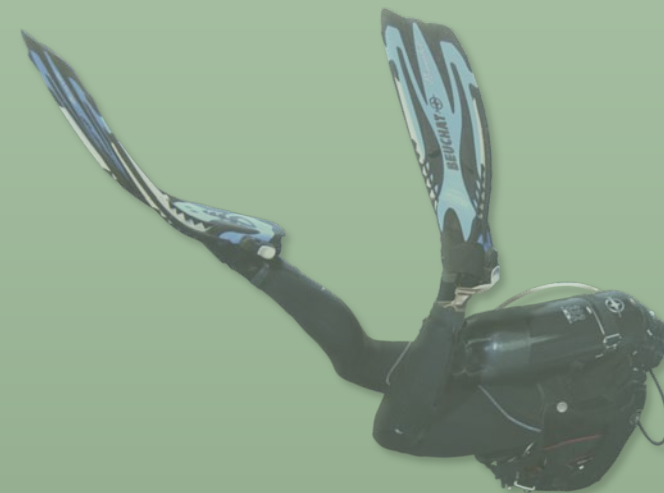
Plongées profondes et gestion de la décompression

Première partie : tables et modèles de décompression

CASV – Préparation niveau 3

Arnaud Mélése 
MF22032Nitrox7491
DEJEPSDE013150384

<http://plouf.melese.com>



Version de janvier 2025

Ce que l'on attend de vous

- Vous allez découvrir les **plongées profondes**, au-delà de 40 m
- Ce type de plongées comporte des **risques** (notamment les ADD) qui sont fortement accrus avec la profondeur
- Vous devrez donc être capables d'effectuer ces plongées en **sécurité**
 - ➔ *Connaître et prévenir les accidents (cours précédent)*
 - ➔ Connaissance des outils et procédures de décompression
 - ➔ Gérer l'autonomie en air
 - ➔ Savoir planifier ses plongées

Sommaire

Rappels

- Aspects réglementaires
- Aspects physiologiques
- Accidents

- **Modélisation de la décompression**

- Notion de modèle
- Évolution des tables de plongée

- **Rappels sur les tables MN90-FFESSM**

- Conditions d'utilisation
- Plongées simples
- Plongées consécutives
- Plongées successives
- Procédures de rattrapage



RAPPELS



Aspects réglementaires



Extraits du Code du Sport

- **Art. A. 322-80**

En milieu naturel, chaque plongeur encadré au-delà de 20 mètres et **chaque plongeur en autonomie est muni** :

- d'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout ;
- **d'équipements permettant de contrôler les caractéristiques personnelles de sa plongée et de sa remontée.**

- **Art. A. 322-81**

Les matériels subaquatiques et équipements nautiques utilisés par les plongeurs sont régulièrement vérifiés et correctement entretenus.

Aspects physiologiques

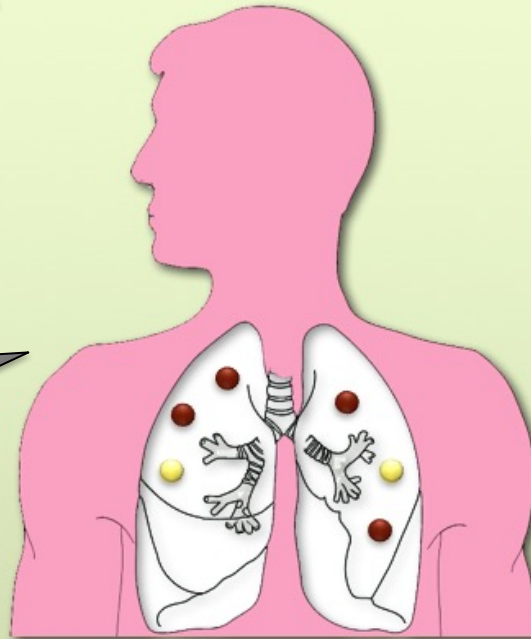
Échanges gazeux : influence de la profondeur

Essoufflement

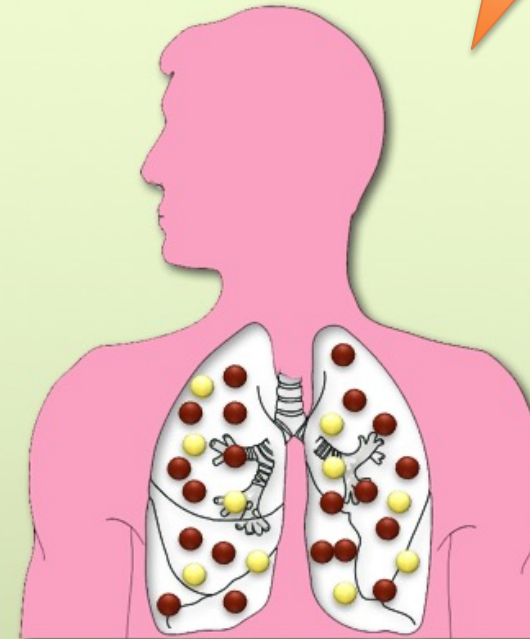
ADD

Narcose

Hyperoxie



À la surface, $P_{abs} = 1$ bar



À 40 m, $P_{abs} = 5$ bars

En profondeur, comme les quantités de gaz ventilé sont plus importantes, ceux-ci se dissolvent plus dans l'organisme

Accidents

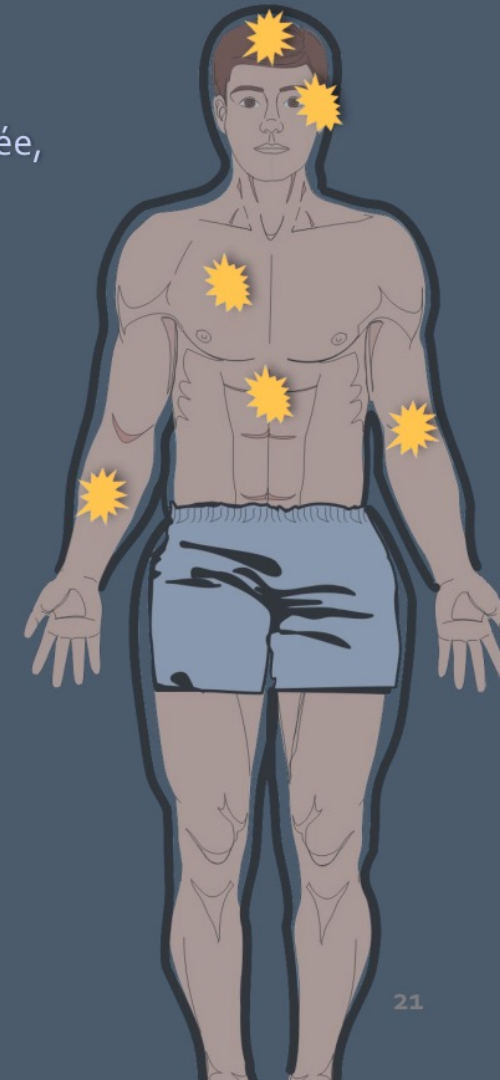
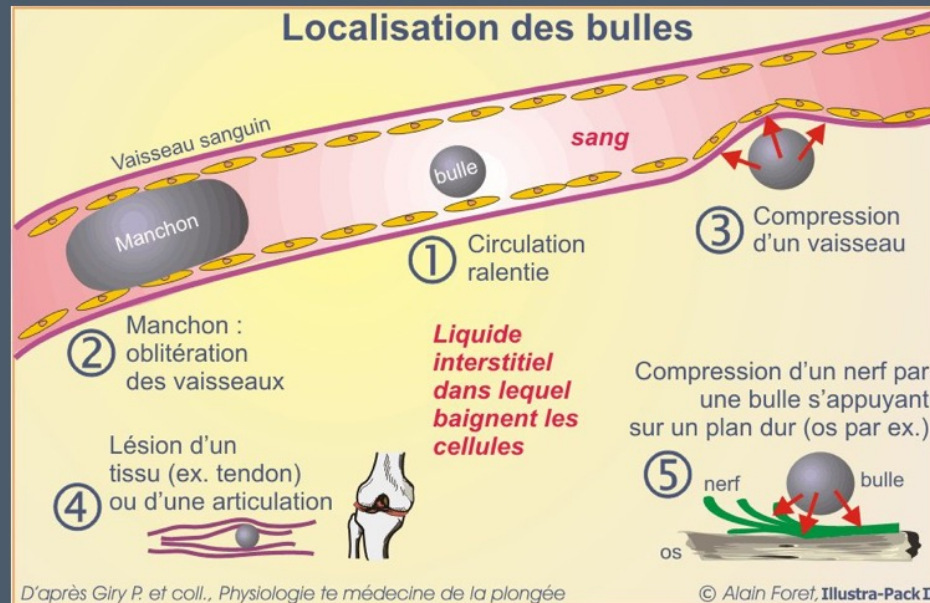
ADD

L'accident de désaturation

Souvent dû au non respect des protocoles de désaturation.
Survient dans les minutes ou les heures qui suivent la plongée,
le plus souvent dans les 6 heures

- ADD {
- cutané
 - ostéo-articulaire
 - vestibulaire
 - médullaire
- les plus courants en plongée loisir

- pulmonaire
- cérébral



Risques de la plongée profonde

- Plus la plongée est profonde, plus vite les **limites** physiologiques sont atteintes
- Ces limites sont propres à chacun et peuvent évoluer selon les **conditions** (température, froid, stress...) et l'expérience

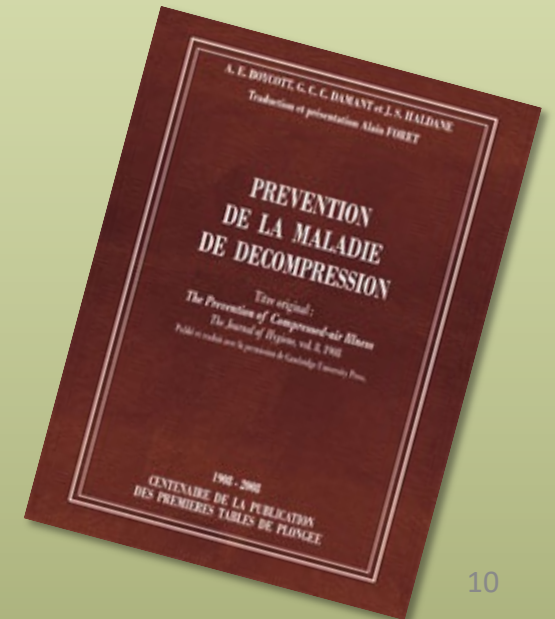
Il faut donc découvrir la plongée profonde avec progressivité et parfaire son expérience plongée après plongée

MODÉLISATION DE LA DÉCOMPRESSION



Modélisation de la décompression

- Suite à des accidents (travailleurs hyperbares à sec), des scientifiques se sont intéressés, dès le XVIII^e siècle, au processus de **saturation et désaturation du corps humain**
- En 1908, Haldane propose le premier modèle qui permet de calculer un **protocole de remontée** limitant les risques d'accident
- Il s'appuie sur un certain nombre d'**hypotheses** et le modèle est affiné au moyen d'**expérimentations**



Modélisation de la décompression

Un **modèle** de décompression est une représentation mathématique de l'organisme soumis à des variations de quantités de gaz ventilés.

Il subdivise le corps en **compartiments** représentant un ensemble de tissus qui se comporteraient de façon similaire face au gaz (charge et décharge).

Il permet d'établir un **protocole de désaturation** censé réduire les risques d'ADD.

Il s'appuie sur des **hypothèses** et est vérifié expérimentalement.

*Tous les modèles ont des **limites d'utilisation** (nature du gaz, type de plongée, altitude d'utilisation, public concerné, vitesse de remontée, profondeur des paliers...) dont on doit tenir compte*

Évolution des tables de plongée

- Depuis Haldane, un certain nombre d'avancées **médicales** ou de découvertes **physiologiques** ont permis d'affiner le modèle et d'en développer de nouveaux
- Sont encore utilisées aujourd'hui les tables **MN90** (de la Marine Nationale, dont une version a été adaptée par la FFESSM), de même que les tables **MT92** (pompiers, travailleurs sous-marins...)
- En plongée loisir, les tables sont abandonnées au profit des ordinateurs*

BEUCHAT
BEUCHAT
TABLE DE PLONGÉE A L'AIR
MARINE NATIONALE 1990
COMPTOIR DES SPORTS
Altitude 0 à 300 m - Vitesse de remontée au ter r
TEMPS EQUIVALENTS POUR SUCCESSIVE

COMPTOIR DES SPORTS
Altitude 0 à 300 m - Vitesse de remontée au ter r
COMPTOIR DES SPORTS
Altitude 0 à 300 m - Vitesse de remontée au ter r



Les ordinateurs de plongée

- Aujourd'hui, en plongée loisir, on plonge toujours avec un ordinateur
- Les ordinateurs de plongée s'appuient aussi sur des *modèles* de décompression, avec leurs propres contraintes et limites d'utilisation

Ce sera l'objet du cours suivant



Les tables MN90-FFESSM et la réalité de la plongée

Pourquoi parler des tables aujourd'hui ???

Même si plus personne ne plonge aux tables en plongée loisir, cela reste un moyen simple et pratique pour réfléchir aux profils et planifier une plongée

Comme tout moyen de déco, ce modèle a ses propres limites et conditions d'utilisation qu'il faut nécessairement connaître et qui conditionneront le déroulement des plongées

Durant ce cours, on considérera les conditions d'utilisation et protocoles propres aux tables



*Il existe des différences importantes entre différents modèles. Par exemple, la vitesse de remontée à l'ordi est d'environ 10 m/min, alors qu'elle est de 15 m/min pour les tables MN90-FFESSM. **On ne peut donc pas mélanger différents moyens de déco.***

Néanmoins, vous verrez que pour la planification des plongées profondes, et en particulier des plongées carrées, la déco proposée par les tables est relativement proche de celle des ordinateurs. **Ça reste donc un outil intéressant.**



RAPPELS SUR L'UTILISATION DES TABLES MN90-FFESSM





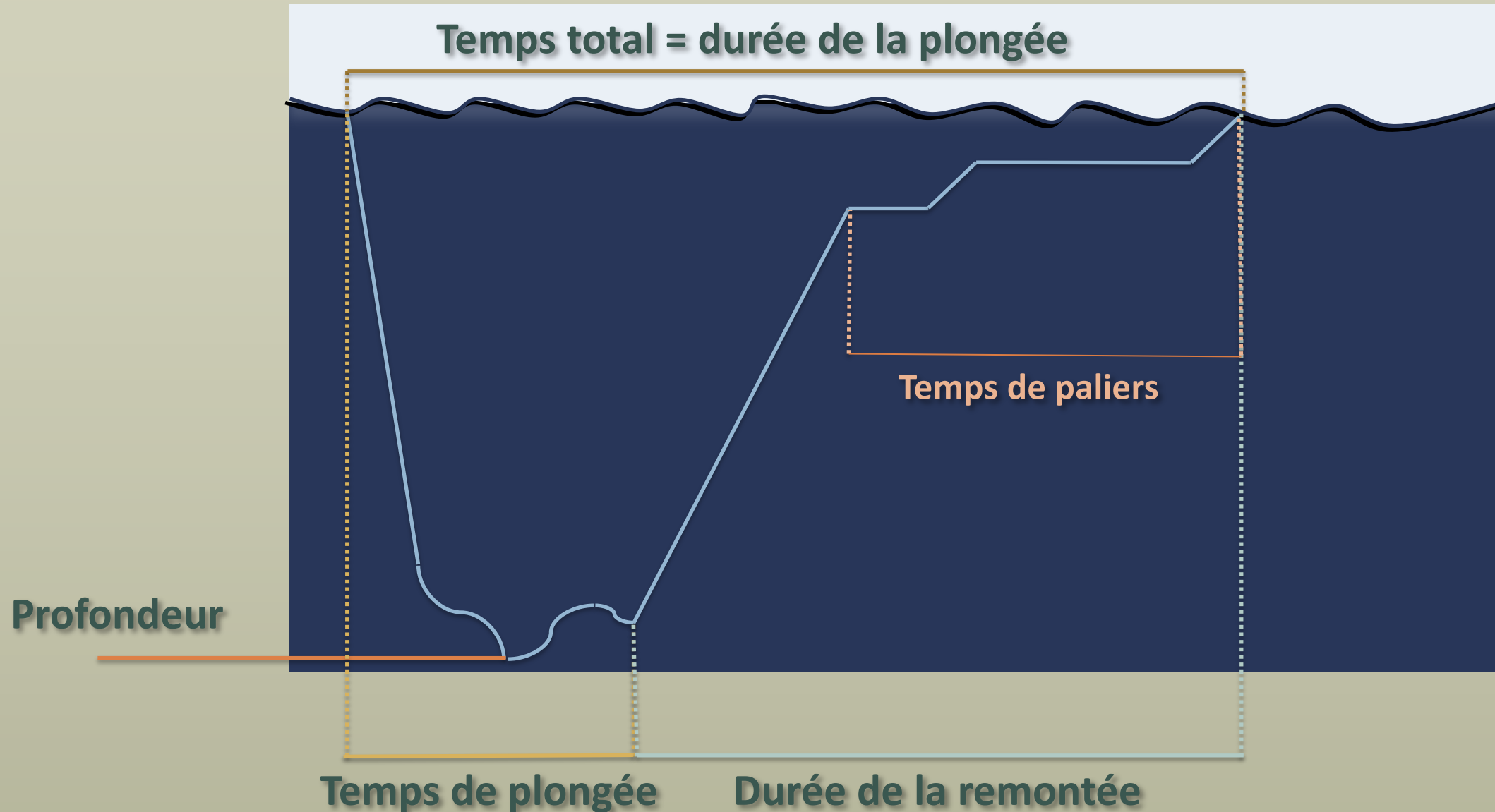
Les tables MN90-FFESSM : conditions d'utilisation

- Au niveau de la mer
- Plongée loisir (effort modéré)
- Plongées et paliers à l'air
- Profondeur limitée à 60 m
- **Vitesse de remontée de 15 m/min**
- Vitesse entre les paliers de 6 m/min
- Pas plus de deux plongées par 24h
- *Profil : jeune homme sportif...*

- La **profondeur** utilisée est la profondeur maximale atteinte durant la plongée
- Le **temps de plongée** va de l'immersion jusqu'au moment où l'on commence la remontée
- Les **paliers** ont une profondeur fixe
- On ne doit pas interpoler les valeurs (si une valeur ne figure pas dans les tables, on prend la valeur immédiatement supérieure)



Les tables MN90-FFESSM : définitions



Description des tables MN90-FFESSM

Plongée
plaisir

Tables de plongée MN 90 - FFESSM

Mode d'emploi simplifié pour les livres *Plongée Plaisir*

Etabli par Alain FORET - octobre 2020

Les tables MN90, conçues par la Marine nationale, ont été publiées initialement en 1990 puis actualisées en 1993 (allongement de 8h30 à 12h00 du tableau de calcul de l'azote résiduel en surface) et en 1996 (vitesse de remontée entre les paliers de 6 m/min ; suppression de la colonne « durée totale de remontée » ; délai minimum de 5 min pour les paliers à l'oxygène pur).

En 1998, la FFESSM a adapté certains éléments du protocole d'utilisation, d'où la dénomination « Tables MN90-FFESSM » : ajout d'une colonne DTR (durée totale de remontée) calculée avec une vitesse de remontée de 15 m/min ; ajout d'un tableau de calcul de la durée de remontée ; en cas d'interruption de palier, refaire le palier interrompu (et non pas recommencer l'ensemble des paliers comme dans le mode d'emploi de la Marine nationale) ; dans le tableau II de détermination de la majoration, prendre la profondeur lue supérieure lorsque la profondeur recherchée n'est pas mentionnée.

Restrictions d'emploi

Les Instructions sur la Plongée Autonome (IPA) de la Marine nationale indiquent que « l'usage des tables MN90 est réservé à la plongée autonome, dans le cadre des missions de la Marine nationale, pour les plongées ne nécessitant pas d'effort physique plus important que celui de se déplacer à la vitesse de 0,5 nœud. » Cela est complété par la lettre n°630 du 17 décembre 1996 du COMISMER : les tables MN90 « correspondent en effet à une population particulière, ayant un certain profil biométrique et suivant une formation technique et un entraînement spécifique. L'adoption de ces tables hors de ce contexte ne peut se faire que sous la responsabilité de l'utilisateur [...] ».

De plus, depuis 2009, les IPA prévoient (IPA-1 page v.7-1) la notion de « palier de sécurité » [qui ne fait pas partie du mode d'emploi FFESSM] à réaliser en cas d'efforts intenses ou de plongées yo-yo, si la profondeur de la plongée est supérieure à 10 m, au-delà de 2 yo-yo au cours de la plongée avec limitation stricte à 6 yo-yo par tranche de 24 h) :

- Le profil de décompression à respecter est celui de la durée immédiatement supérieure à la durée de travail réalisée. En cas de plongée successive, il est également nécessaire pour le calcul du GPS de prendre en compte la durée immédiatement supérieure à la durée de travail réalisée.

- Dans tous les cas, un palier d'une minute à 6 mètres suivi d'un autre de 5 minutes à 3 mètres sont au minimum exécutés.

Références bibliographiques :

- PV n°03/90 CEPISMER (Marine nationale), Dr J.-L. Méliet.
- Circulaire n°280 du 20 août 1990.
- Modificatif n°1 à la Circulaire n°280, 9 février 1993.
- Lettre n°630, COMISMER, 17 décembre 1996.
- Instructions sur la Plongée Autonome de la Marine nationale (IPA) de 2009.
- Utilisation des tables fédérales (CTN Info n°29), F. Imbert et J.-L. Blanchard, Subaqua n°162, Janv. Fév. 1999.

Seuls les documents officiels de la Marine nationale ou de la FFESSM font foi.

Remerciements :

CF Olivier NASTORG Chef de la CEPHISMER de la Marine nationale, Lieutenant de Vaisseau Maxime ALBERT Chef de la section « Maîtrise des risques » ALFAN / CEPHISMER et Dr Jean-Louis Méliet.
Fascicule disponible en téléchargement sur : www.plongee-plaisir.com

De son côté, la FFESSM précise dans son mode d'emploi qu'elle « impose l'usage des tables MN90 dans le cadre des épreuves théoriques des examens » mais qu'il « va de soi que dans le cadre de la plongée sportive ou de loisir, l'usage des tables MN90 fédérales est déconseillé pour toute activité sortant de son domaine d'utilisation, en particulier lorsqu'il s'agit d'effort physique important en immersion ».

De plus, ces tables sont conçues pour l'utilisation suivante :

- Plongées autonomes à l'air ;
- Deux plongées au maximum par 24 heures, sauf mention d'une étoile (*) dans la colonne GPS, ce qui interdit toute deuxième plongée ;
- Plongées au niveau de la mer ;
- Profondeur maximum : 60 m. Les profondeurs de 62 et 65 m ne sont fournies qu'à titre de rattrapage en cas de dépassement accidentel.

Dans la pratique, chaque plongeur ou encadrant reste donc seul responsable du choix du protocole de désaturation qu'il adopte (tables, ordinateurs).

Contenu des tables simplifiées

- Table de détermination des paliers ;
- Tableau I : Détermination de l'azote résiduel ;
- Tableau II : Détermination de la majoration ;

Profondeur

La profondeur à prendre en compte pour toute la durée de la plongée est la profondeur maximum atteinte. Si cette profondeur n'est pas indiquée, prendre la profondeur supérieure la plus proche mentionnée dans les tables.

Durée

La durée de la plongée est décomptée depuis le début de l'immersion jusqu'au moment de la remontée à la vitesse prévue par les tables (15 m/min). Si cette durée n'est pas indiquée, prendre la durée supérieure la plus proche mentionnée dans les tables.

Vitesse de remontée du fond

La vitesse de remontée jusqu'au premier palier (ou jusqu'à la surface en l'absence de paliers) doit être régulière à 15 m/min.

Vitesse de remontée entre les paliers

La vitesse de remontée entre les paliers et entre le dernier palier et la surface est de 6 m/min. Aucun protocole n'est prévu en cas de non-respect de cette vitesse dans la limite de 15 m/min (au-delà, voir la procédure concernant les remontées rapides).

Plongée « simple » (appelée également « unitaire » ou « isolée »)

C'est une plongée séparée d'une autre plongée par un intervalle de plus de 12 heures. La détermination des paliers s'effectue par lecture directe de la table (durée/profondeur).

Plongée « successive »

C'est une deuxième plongée qui intervient dans un intervalle compris entre 15 minutes et 12 heures après la première plongée. Il faut ajouter une « majoration » à la durée de la deuxième plongée qui se calcule comme suit :

- 1- Noter le Groupe de Plongée Successive (GPS) obtenu à l'issue de la première plongée.

- 2- Noter l'intervalle de temps écoulé entre la fin de la première plongée et le début de la deuxième.
- 3- Sur le tableau I, déterminer l'azote résiduel à l'intersection du GPS et de l'intervalle entre les deux plongées. Si cet intervalle de temps n'est pas indiqué, prendre l'intervalle affiché immédiatement inférieur.
- 4- Sur le tableau II, déterminer cette majoration à l'intersection de l'azote résiduel et de la profondeur prévue pour la deuxième plongée. Si la valeur de l'azote résiduel ne figure pas dans le tableau, prendre la valeur affichée immédiatement supérieure. Si la profondeur prévue pour la deuxième plongée ne figure pas dans le tableau, prendre la valeur affichée immédiatement supérieure.
- 5- Calculer la « durée fictive » de la plongée en ajoutant cette majoration à la durée réelle de la deuxième plongée. Déterminer les paliers en entrant dans la table avec la durée fictive et la profondeur.

Que faire si au cours d'une plongée successive, la profondeur maximale atteinte est supérieure à celle avec laquelle la majoration a été calculée en surface ?

- 1- Première possibilité : recalculer la majoration sous l'eau.
- 2- Deuxième possibilité : si le recalcul est trop long ou impossible (ex. tableau des majorations non disponible sur ses tables immergeables), voici comment procéder. Conserver la majoration calculée initialement (cela va dans le sens de la sécurité car plus la plongée est profonde, plus la majoration est réduite) et déterminer les paliers avec la durée fictive et la profondeur réellement atteinte.

Que faire si au cours d'une plongée successive, la profondeur maximale atteinte est inférieure à celle avec laquelle la majoration a été calculée en surface ?

- 1- Première possibilité : recalculer la majoration sous l'eau.
- 2- Deuxième possibilité : si le recalcul est trop long ou impossible (ex. tableau des majorations non disponible sur ses tables immergeables), voici comment procéder. Conserver la majoration calculée initialement et déterminer les paliers avec la durée fictive et la profondeur prévue initialement (celle-ci est supérieure à la profondeur réellement atteinte, ce qui va dans le sens de la sécurité).

Plongée « consécutive » (appelée également « additive »)

• Si l'intervalle passé en surface entre deux plongées est inférieur à 15 min, on considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée.

Pour déterminer les paliers de la deuxième plongée, entrer dans la table MN90 avec comme durée de plongée un temps égal à la somme des durées des deux plongées [...] et comme profondeur la profondeur maximale atteinte au cours des deux plongées. » (IPA III-4.5).

Vitesse de remontée anormale

En cas de remontée « lente »

Une remontée du fond à une vitesse inférieure à 15 m/min est considérée comme lente. Le temps de remontée à une vitesse lente fait partie intégrante de la durée de la plongée.

En cas de remontée « rapide »

Une remontée est dite « rapide » si elle dépasse 15 m/min. C'est une procédure jugée « à risque ». Si aucun accident n'est déclaré et si une réimmersion est possible dans les 3 minutes :

- Rejoindre la demi-profondeur de la plongée (moitié de la profondeur prise en compte pour entrer dans la table).

- Y rester 5 minutes.
- Calculer la durée de plongée depuis son commencement jusqu'à la fin des 5 minutes à demi-profondeur. S'il s'agit d'une plongée successive, ajouter la durée fictive. S'il s'agit d'une plongée consécutive la durée de plongée à prendre en compte est celle de la première plongée ajoutée à la durée écoulée entre le début de la deuxième plongée et la fin des 5 minutes à demi-profondeur.
- Déterminer les paliers.
- Remonter à la profondeur du premier palier en respectant la vitesse de 15 m/min.
- Procédure FFESSM : Effectuer les paliers prévus (au minimum 2 min de paliers à 3 m, même si les tables n'indiquent aucun palier).
- Procédure Marine nationale depuis 2009 : Effectuer les paliers prévus avec au minimum 1 min à 6 m et 5 min à 3 m.

En cas de réimmersion impossible, agir comme si un accident était déclaré (mise sous O₂, appel des secours...).

En cas d'interruption de palier

En cas de non-exécution ou de mauvaise exécution d'un palier (non-respect du temps ou de la profondeur prévus), s'il est possible de redescendre dans les 3 minutes et si aucun accident n'est déclaré :

- Procédure FFESSM : se réimmerger et recommencer en totalité le palier interrompu puis poursuivre la désaturation.
- Procédure Marine nationale : se réimmerger et recommencer l'ensemble des paliers.

Retrouvez les tables

Plongée
plaisir



<http://www.plongee-plaisir.com/fr/tables.php>

Description des tables

MN90-FFESSM

Tables MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS	Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS	Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS	Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
6 m	15 min		1	A	12 m	1 h 20		1	H	18 m	35 min		2	F	25 m	5 min		2	B
	30 min		1	B		1 h 25		1	I		40 min		2	G		10 min		2	C
	45 min		1	C		1 h 30		1	I		45 min		2	H		15 min		2	D
	1 h 15		1	D		1 h 35		1	J		50 min		2	H		20 min		2	E
	1 h 45		1	E		1 h 40		1	J		55 min	1	3	I		25 min	1	3	F
	2 h 15		1	F		1 h 45		1	J		60 min	5	7	J		30 min	2	4	H
	3 h 00		1	G		1 h 50		1	K		1 h 05	8	10	J		35 min	5	7	I
	4 h 00		1	H		1 h 55		1	K		1 h 10	11	13	K		40 min	10	12	J
8 m	5 h 15		1	I	12 m	2 h 00		1	K	18 m	1 h 15	14	16	K	25 m	45 min	16	18	J
	6 h 00		1	J		2 h 10		1	L		1 h 20	17	19	L		50 min	21	23	K
						2 h 15		1	L		1 h 25	21	23	L		55 min	27	29	L
	15 min		1	B		2 h 20	2	4	L		1 h 30	23	25	M		60 min	32	34	L
	30 min		1	C		2 h 30	4	6	M		1 h 35	26	28	M		1 h 05	37	39	M
	45 min		1	D		2 h 40	6	8	M		1 h 40	28	30	M		1 h 10	41	45	M
	60 min		1	E		2 h 50	7	9	N		1 h 45	31	33	N		1 h 15	44	50	N
	1 h 30		1	F		3 h 00	9	11	N		1 h 50	34	36	N		1 h 20	47	55	N
10 m	1 h 45		1	G	12 m	3 h 10	11	13	N	18 m	1 h 55	36	38	N	25 m	1 h 25	49	60	O
	2 h 15		1	H		3 h 20	13	15	O		2 h 00	38	40	O		1 h 30	51	64	O
	2 h 45		1	I		3 h 30	14	16	O										
	3 h 15		1	J		3 h 40	15	17	O		5 min		2	B		5 min		2	B
	4 h 15		1	K		3 h 50	16	18	O		10 min		2	B		10 min		2	D
	5 h 00		1	L		4 h 00	17	19	O		15 min		2	D		15 min		2	E
	6 h 00		1	M		4 h 10	18	20	P		20 min		2	D		20 min	1	4	F
						4 h 15	19	21	P		25 min		2	E		25 min	2	5	G
12 m	15 min		1	B	15 m	4 h 30	22	24	P	20 m	30 min		2	F	28 m	30 min	6	9	H
	30 min		1	C		5 min			A		35 min		2	G		35 min	12	15	I
	45 min		1	D		10 min			B		40 min		2	H		40 min	19	22	J
	60 min		1	F		15 min			C		45 min	1	3	I		45 min	25	28	K
	1 h 15		1	G		20 min			C		50 min	4	5	I		50 min	32	35	L
	2 h 00		1	I		25 min			D		55 min	9	11	J		55 min	36	41	M
	2 h 15		1	J		30 min			E		60 min	13	15	K		60 min	40	47	M
	2 h 45		1	K		35 min			E		1 h 05	16	18	K		1 h 05	8	43	N
12 m	3 h 00		1	L	15 m	40 min			F	22 m	1 h 10	20	22	L	30 m	1 h 10	11	46	N
	4 h 00		1	M		45 min			G		1 h 15	24	26	L		1 h 15	14	48	N
	4 h 15		1	N		50 min			G		1 h 20	27	29	M		1 h 20	17	50	O
	5 h 15		1	O		55 min			G		1 h 25	30	32	M		1 h 25	20	53	O
	5 h 30		1	P		60 min			H		1 h 30	34	36	M		1 h 30	23	56	P
	6 h 00	1	2	P		1 h 05			I		5 min		2	B		5 min		2	B
						1 h 10			I		10 min		2	C		10 min		2	D
						1 h 15			J		15 min		2	D		15 min	1	4	E
12 m	5 min		1	A	18 m	1 h 20	2	4	J	22 m	20 min		2	E	32 m	20 min	2	5	F
	10 min		1	B		1 h 25	4	6	K		25 min		2	F		25 min	4	7	H
	15 min		1	B		1 h 30	6	8	K		30 min		2	G		30 min	9	12	I
	20 min		1	C		1 h 35	8	10	L		35 min		2	H		35 min	17	21	J
	25 min		1	C		1 h 40	11	13	L		40 min	2	4	I		40 min	24	27	K
	30 min		1	D		1 h 45	13	15	L		45 min	7	9	I		45 min	31	33	L
	35 min		1	D		1 h 50	15	17	M		50 min	12	14	J		50 min	36	42	M
	40 min		1	E		1 h 55	17	19	M		55 min	16	18	K		55 min	6	39	L
12 m	45 min		1	E	18 m	2 h 00	18	20	M	22 m	60 min	20	22	K	32 m	60 min	10	43	N
	50 min		1	F							1 h 05	25	27	L		1 h 05	14	46	N
	55 min		1	F		5 min		2	B		1 h 10	29	31	L		1 h 10	17	48	O
	60 min		1	G		10 min		2	B		1 h 15	33	35	M		5 min		3	B
	1 h 05		1	G		15 min		2	C		1 h 20	37	39	M		10 min		3	D
	1 h 10		1	H		20 min		2	D		1 h 25	41	43	N		15 min	1	4	E
	1 h 15		1	H		25 min		2	E		1 h 30	44	46	N					
						30 min		2	F										

Tables MN90 - FFESSM (plongée à l'air)

Prof.	Durée	9m	6m	3m	DTR	GPS	Prof.	Durée	12m	9m	6m	3m	DTR	GPS	Prof.	Durée	15m	12m	9m	6m	3m	DTR	GPS	
32 m	20 min			3	6	G	42 m	5 min					3	C	52 m	30 min			4	15	41	65	M	
	25 min			6	9	H		10 min					6	E		35 min			6	22	47	80	O	
	30 min			14	17	I		15 min					5	G		40 min		1	10	26	52	94	O	
	35 min			22	25	K		20 min			1	12	17	I		45 min		2	15	29	59	110	*	
	40 min	1	29	33	K	25 min				3	22	29	J	50 min			5	17	32	64	123	*		
	45 min	4	34	41	L	30 min				6	31	41	L	55 min			8	19	36	71	139	*		
	50 min	7	39	49	M	35 min				11	37	52	M											
	55 min	11	43	57	N	40 min		1	16	43	54	N	5 min					1	5	D				
60 min	15	46	64	N	45 min	3	21	47	55	*	10 min					1	5	11	G					
1 h 05	19	48	70	O	50 min	6	24	50	64	*	15 min					4	13	22	I					
1 h 10	23	50	76	O	55 min	8	29	55	66	*	20 min					6	27	39	K					
					60 min	13	30	60	107	*	25 min					3	11	37	56	M				
35 m	5 min				3	C	45 m	5 min					3	C	55 m	30 min			6	18	44	13	N	
	10 min				3	D		10 min					3	F		35 min		1	9	23	50	88	O	
	15 min			2	5	F		15 min				1	6	H		40 min		3	12	29	55	104	P	
	20 min			5	8	H		20 min			3	15	22	I		45 min		5	17	31	62	120	*	
	25 min			11	14	I		25 min			5	25	34	K		50 min		8	19	35	69	136	*	
	30 min	1	20	24	J	30 min				9	35	48	L	55 min			12	22	37	76	152	*		
	35 min	2	27	32	K	35 min				1	15	40	60	M		5 min					2	7	D	
	40 min	5	34	42	L	40 min		3	20	46	78	N	10 min					2	5	12	G			
45 min	9	39	51	M	45 min	6	24	50	84	*	15 min				1	4	16	25	J					
50 min	14	43	60	N	50 min	10	28	54	95	*	20 min				2	7	30	44	K					
55 min	18	47	68	N	55 min	14	30	60	108	*	25 min				4	13	40	62	M					
60 min	22	50	75	O	60 min	1	18	32	65	121	*	30 min			1	7	21	46	81	N				
1 h 05	2	26	52	84	*											2	11	26	52	97	O			
1 h 10	4	28	57	93	*											5	15	30	59	115	P			
38 m	5 min				3	C	48 m	5 min					4	D	60 m	40 min			5	15	30	59	115	P
	10 min			1	4	E		10 min					4	F		45 min		8	18	33	66	121	*	
	15 min			4	7	F		15 min			2	7	11	H		50 min	1	11	21	37	74	150	*	
	20 min			8	11	H		20 min			4	19	21	J		55 min	3	14	23	39	83	165	*	
	25 min	1	16	21	J	25 min				7	30	41	K	5 min						2	7	D		
	30 min	3	24	33	K	30 min		1	12	37	58	M	10 min						2	6	13	G		
	35 min	5	33	41	L	35 min		3	18	44	70	N	15 min					1	4	19	25	J		
	40 min	10	38	51	M	40 min		6	23	48	82	O	20 min				3	8	32	44	L			
45 min	15	43	61	N	45 min	10	27	53	95	*	25 min				5	15	41	64	M					
50 min	20	47	71	N	50 min	1	14	30	59	107	*	30 min			1	8	22	48	81	O				
55 min	2	23	50	79	O	55 min	2	18	32	64	121	*	35 min			4	11	28	54	103	P			
60 min	5	27	53	89	P	60 min	5	19	36	70	135	*	40 min			6	17	30	62	121	P			
1 h 05	8	29	58	99	*											1	9	19	35	69	139	*		
1 h 10	11	31	62	108	*											2	13	27	78	153	*			
																5	15	24	40	88	173	*		
40 m	5 min				3	C	50 m	5 min					1	5	D	62 m	5 min					2	7	*
	10 min			2	5	E		10 min					4	8	F		10 min				2	7	14	*
	15 min			4	7	G		15 min			2	9	15	H	15 min					1	5	21	33	*
	20 min	1	9	14	H	20 min				4	22	30	J	5 min										
	25 min	2	19	25	J	25 min		1	8	32	46	L	10 min						2	7	14	*		
	30 min	4	28	36	K	30 min		2	14	39	60	M	15 min					1	5	21	33	*		
	35 min	8	35	47	L	35 min		5	20	45	75	N	5 min											
	40 min	13	40	57	M	40 min		9	24	50	88	O	10 min					3	8	16	*			
45 min	1	18	45	68	N	45 min	1	12	29	55	102	*	15 min				2	5	24	37	*			
50 min	2	23	48	77	O	50 min	2	17	30	62	116	*												
55 min	5	26	52	87	O	55 min	5	19	34	67	130	*												
60 min	8	29	57	98	P																			
1 h 05	12	31	61	108	*	52 m	5 min					1	5	D	* Plongée successive interdite									
1 h 10	15	33	66	118	*		10 min				1	4	10	F										
						15 min				3	10	18	I											
						20 min			1	5	23	34	K											
						25 min			2	9	34	50	L											

Description des tables MN90-FFESSM

Tableau I : Détermination de l'azote résiduel

Groupe de plongée successive	Intervalles de surface																									
	15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 30	2 h	2 h 30	3 h	3 h 30	4 h	4 h 30	5 h	5 h 30	6 h	6 h 30	7 h	7 h 30	8 h	8 h 30	9 h	9 h 30	10 h	10 h 30	11 h	11 h 30	12 h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81												
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81					
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	

Tableau II : Détermination de la majoration (en minutes)

Azote résiduel	Profondeur de la deuxième plongée																			
	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
0.82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0.86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0.89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0.92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0.95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0.99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1.03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1.07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
1.11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
1.16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
1.20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
1.24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
1.29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
1.33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
1.38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1.42	180	126	97	85	75	64	56	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24
1.45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25



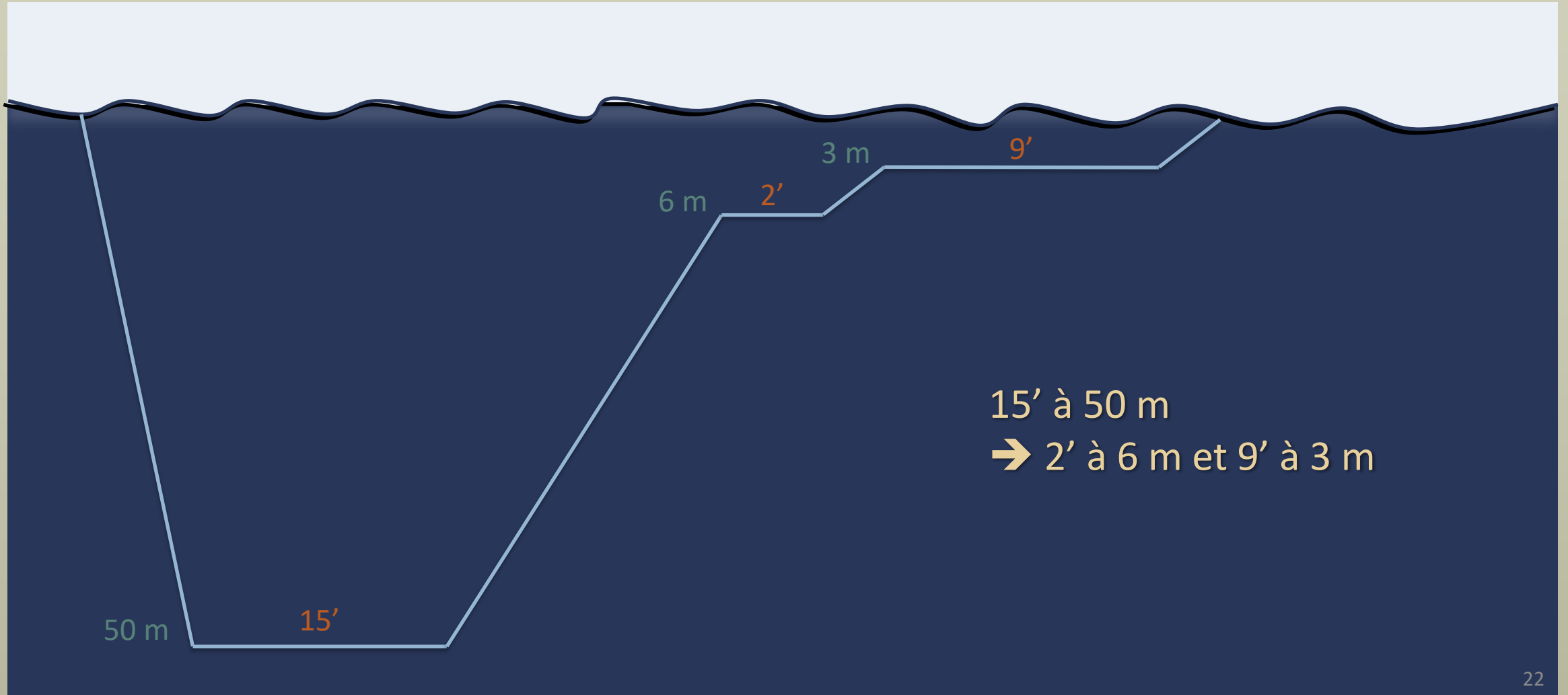
Plongée simple

- Une seule plongée réalisée dans un intervalle de 12h
- On lit les paliers directement sur la table :
 - sans palier, remonter à 15 m/min jusqu'à la surface
 - sinon, remonter à 15 m/min jusqu'au premier palier, et à 6 m/min entre les paliers et jusqu'à la surface (30")

Plongée à 50 m durant 15'
Qu'est-ce qu'on fait ?



Plongée simple





Plongée simple

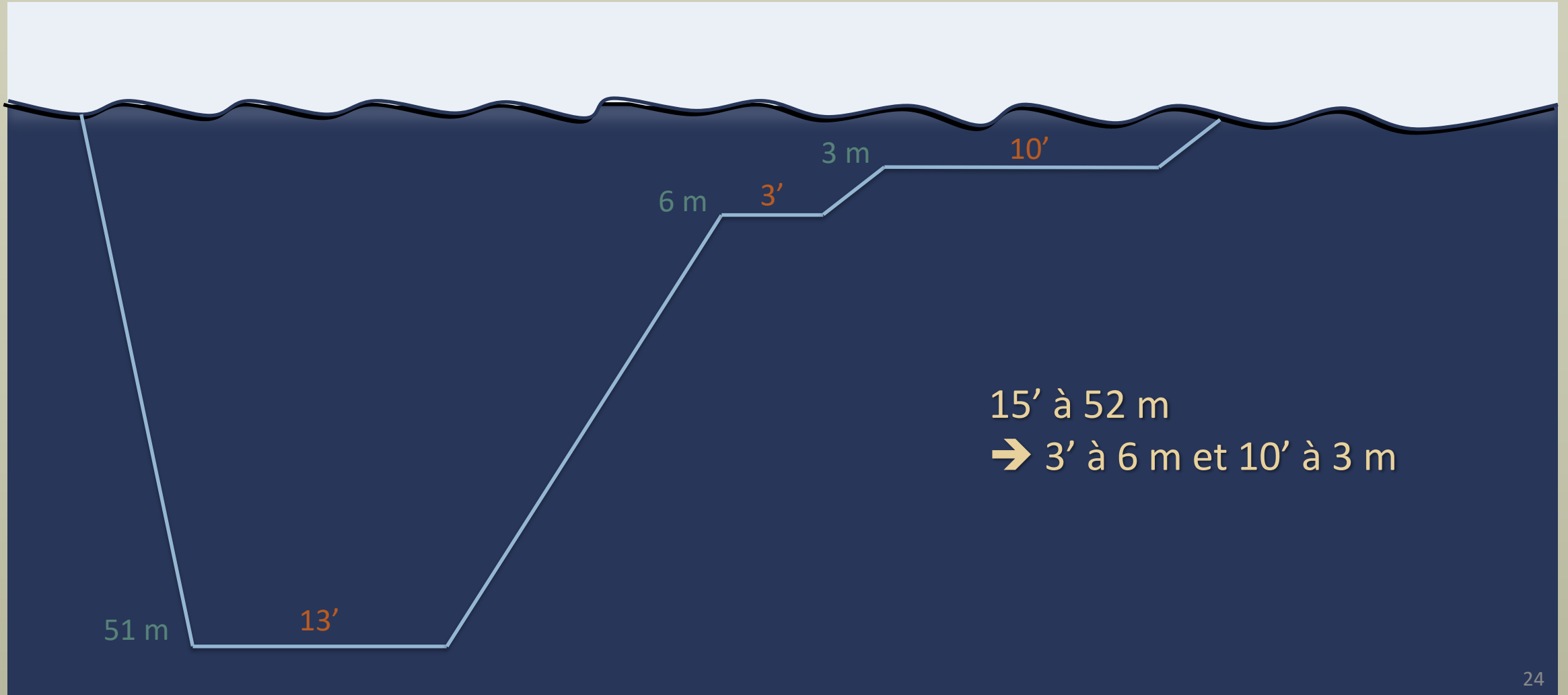
Valeurs non trouvées dans la table

→ lire la valeur immédiatement supérieure
(aller dans le sens de la sécurité)

Plongée à 51 m durant 13'
Qu'est-ce qu'on fait ?



Plongée simple





Plongées consécutives

Plongées consécutives ou additives

Deux plongées séparées par un intervalle de surface strictement inférieur à 15'

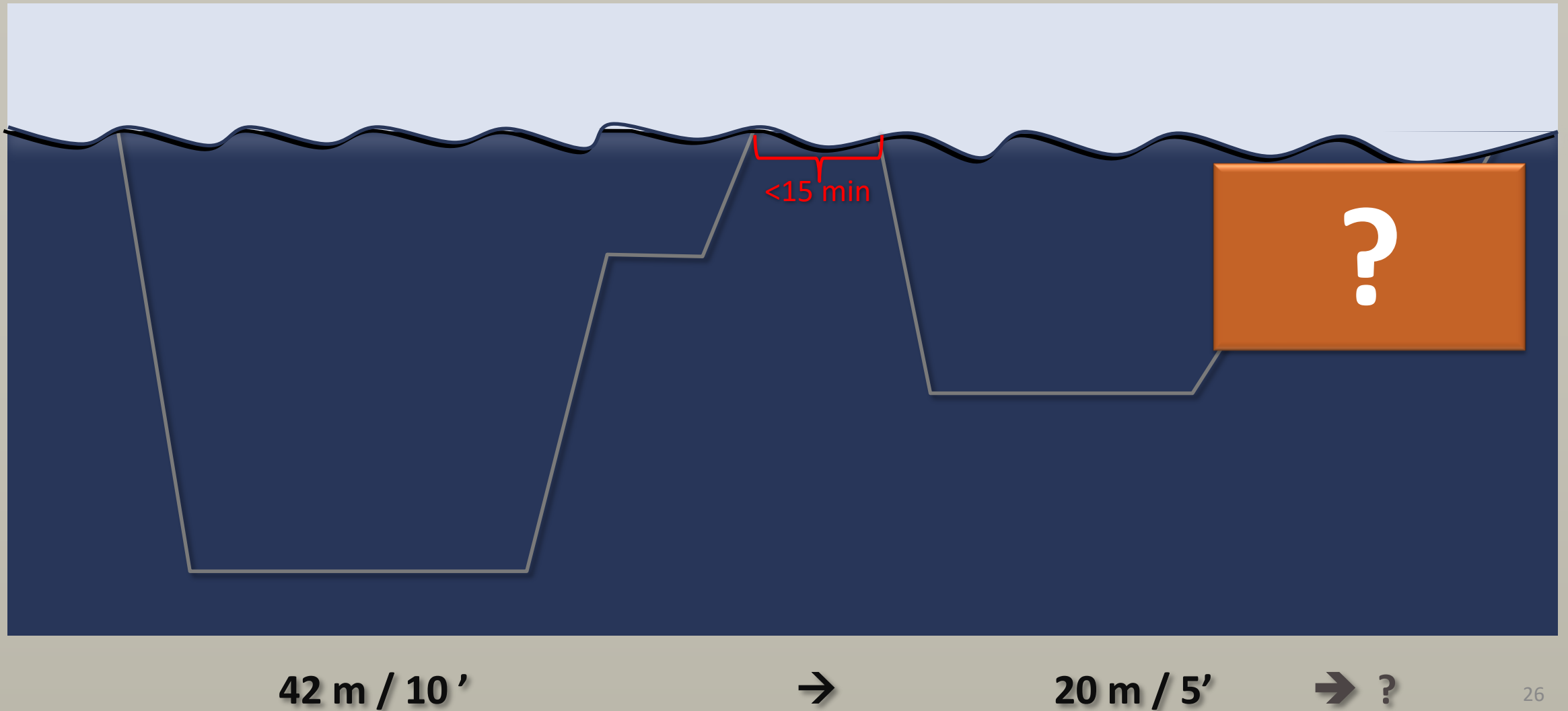
On considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée

➔ *lecture des tables en utilisant la profondeur maximale atteinte sur les deux plongées, et la somme des deux temps de plongée*

On n'intègre pas la durée des premiers paliers ni l'intervalle de surface

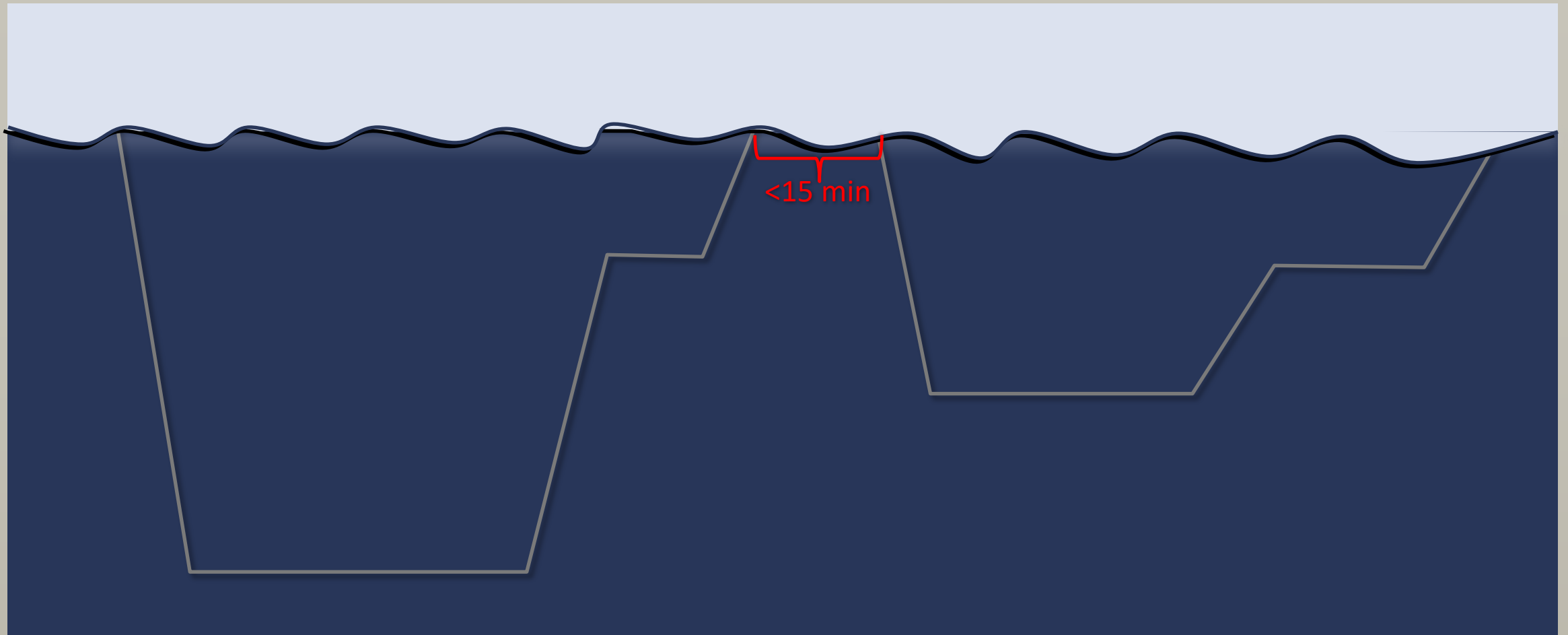


Plongées consécutives





Plongées consécutives



42 m / 10'



20 m / 5'

→ 5' @ 3 m



Plongées successives

Deux plongées espacées de 15' à 12h

- À la sortie de la première plongée, l'organisme n'a pas encore évacué tout l'azote accumulé. La quantité restante est représentée par un indice, le **groupe de plongée successive** (GPS)
- Durant l'**intervalle de surface**, seule une partie de cet azote restant sera éliminée
- La plongée suivante se fera donc en démarrant avec une certaine quantité d'**azote résiduel** dans l'organisme
- On va alors ajouter un temps de plongée fictif à la deuxième plongée, la **majoration**. C'est le temps qu'il aurait fallu rester à cette profondeur pour accumuler l'azote résiduel

Les paliers ainsi déterminés, nous permettront d'évacuer une partie de l'azote résiduel et de l'azote accumulé durant la deuxième plongée afin de remonter en sécurité



Plongées successives : pas à pas

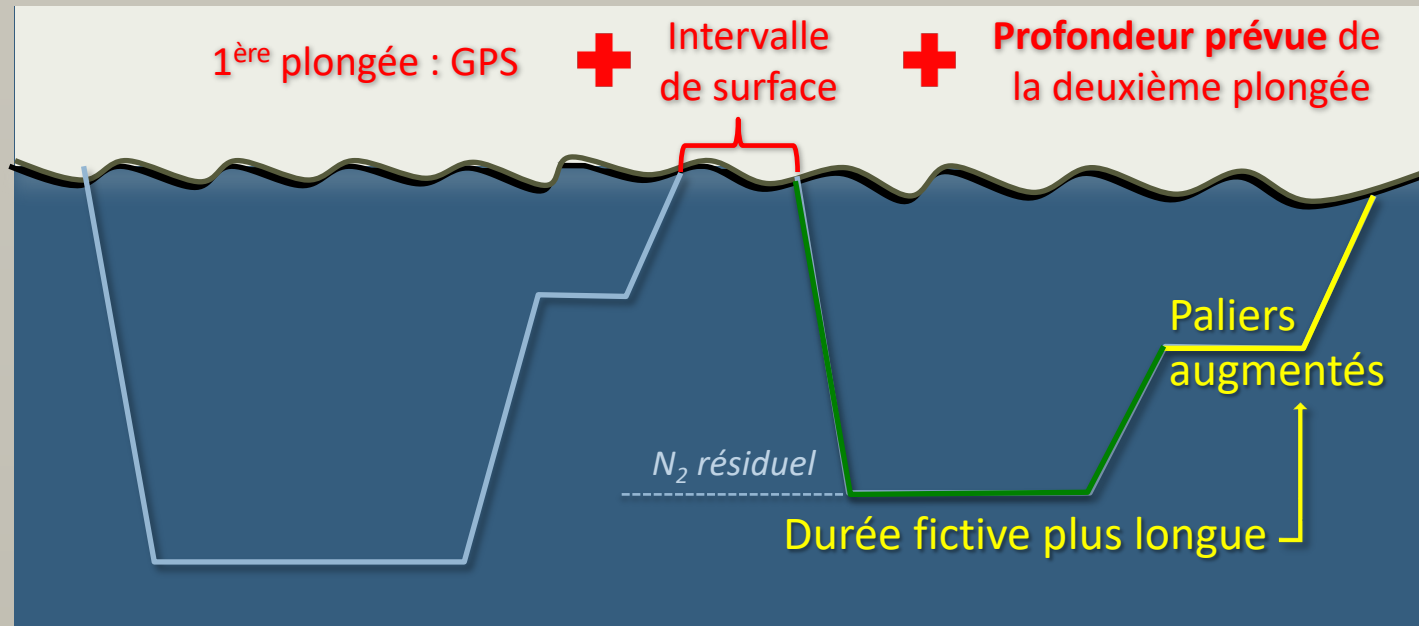
- 1) Relever le **GPS** de la première plongée
- 2) Dans le **tableau I**, en fonction de l'**intervalle de surface*** entre les deux plongées, noter le taux d'**azote résiduel**
- 3) Pour obtenir la **majoration**, utiliser le **tableau II** avec ce taux** et la profondeur prévue** de la deuxième plongée
- 4) La **durée fictive** de la deuxième plongée sera sa durée, additionnée de la majoration
- 5) Les **paliers** de la deuxième plongée sont calculés en entrant dans les tables avec la durée fictive et la profondeur

* Choisir l'intervalle plus court si celui recherché n'est pas dans le tableau

** Si la valeur cherchée n'est pas disponible, prendre la valeur immédiatement supérieure



Plongées successives : pas à pas



- Si la **profondeur réelle** de la deuxième plongée est supérieure à celle planifiée, on conserve la majoration calculée mais on utilise la vraie profondeur pour déterminer les paliers
- Si la **profondeur réelle** est inférieure, on conserve la majoration et on calcule la désaturation avec la profondeur initialement prévue

...ou refaire tous les calculs...

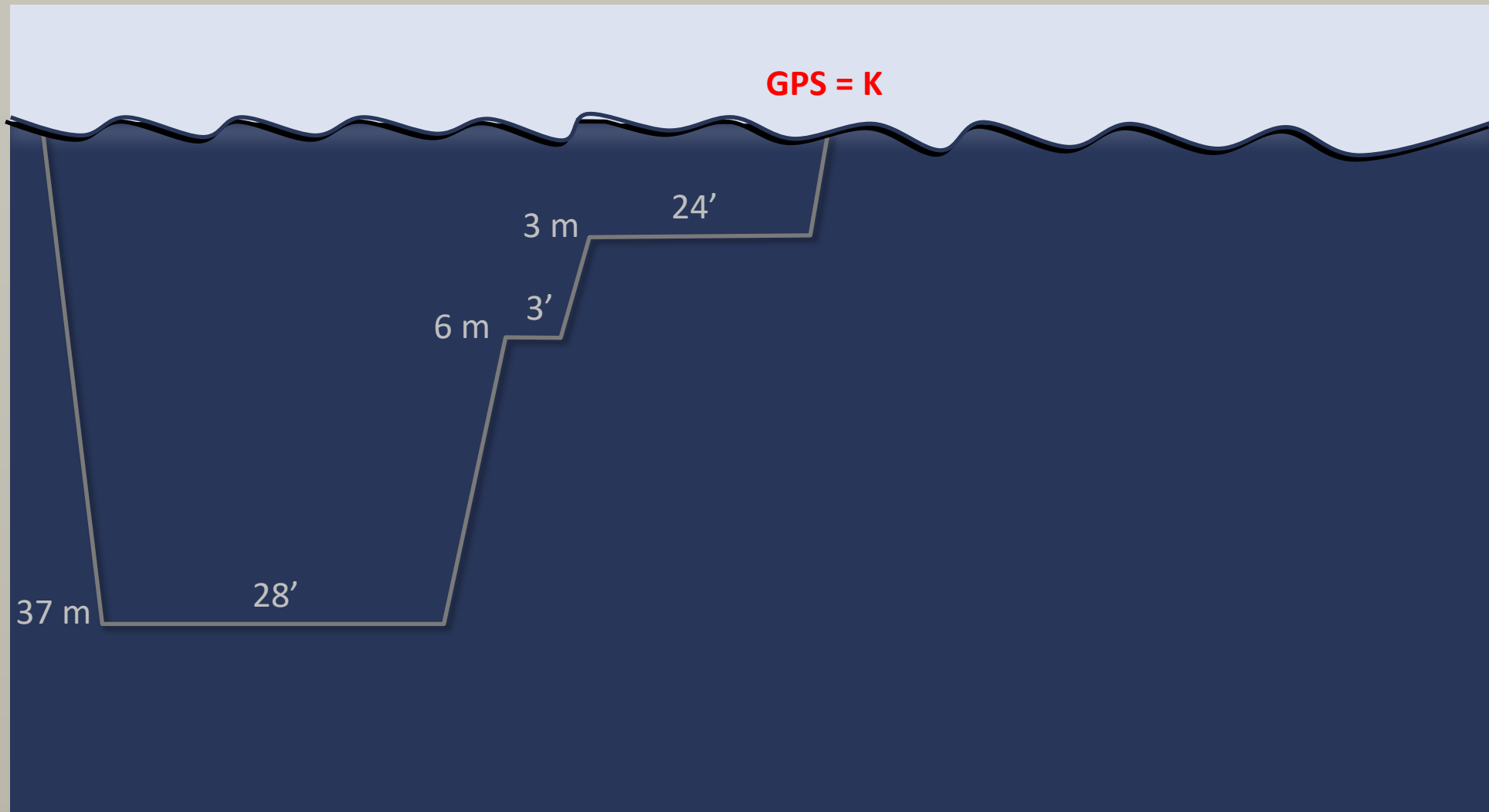


Exercice

- 1^e plongée : 28' @ 37 m
- Intervalle de surface : 2h50
- 2^e plongée : 40' @ 17 m

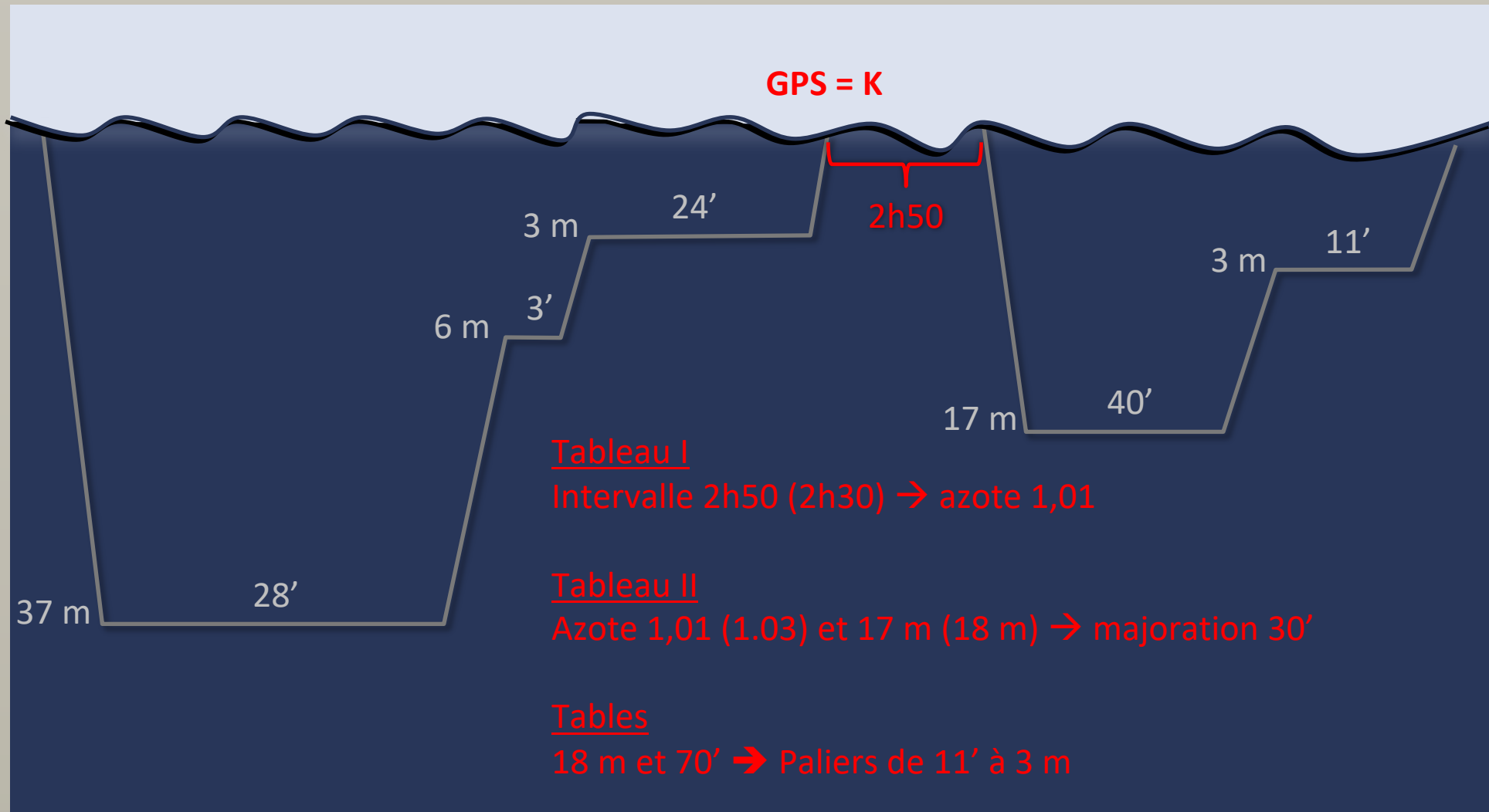


Exercice : 1^e plongée





Exercice : 2^e plongée





Les tables MN90-FFESSM : procédures de rattrapage

- **Remontée lente** : vitesse de remontée inférieure à 15 m/min
 - la durée de la remontée lente est alors comptée comme du temps de plongée
 - la remontée réelle commence quand la vitesse atteint 15 m/min
 - on lit les tables avec un temps de plongée incluant la durée de l'immersion et la durée de la remontée lente
- **Remontée rapide** : vitesse de remontée supérieure à 17 m/min
 - si aucun accident n'est déclaré, la palanquée doit redescendre en moins de 3' à mi-profondeur maximale atteinte durant la plongée et y rester 5'
 - pour le calcul des paliers, on lit les tables en utilisant la profondeur maximale et le temps de l'immersion jusqu'à la fin des 5' à mi-profondeur
 - au minimum, on fera un palier de 2' à 3 m
- **Palier interrompu** :
 - si aucun accident n'est déclaré, redescendre en moins de 3' à la profondeur du palier interrompu
 - le refaire entièrement ainsi que les suivants s'il y a lieu

Recommandations CTN

Procédure de rattrapage en cas de vitesse de remontée trop rapide

- En cas d'ascension trop rapide entre 30 m et la surface sur un delta d'au moins 10 m (de 30 à 20, 20 à 10...)
 - redescendre en moins de 3 min à mi-profondeur et y rester 5'
 - puis faire au moins un palier de 1' à 6 m et 5' à 3 m, ou la durée des paliers indiquée par votre moyen de désaturation si supérieure à ce minimum
- Si la réimmersion est impossible, alors mise sous O₂ et évacuation

Palier obligatoire interrompu

- Cas d'une réimmersion réalisable : redescendre en moins de 3', poursuivre le palier en ajoutant 3' à 3 m
- Si la réimmersion n'est pas envisageable en cas de signe(s) d'un possible ADD ou si plus de 3' de paliers non réalisées, déclenchement des secours
- Si la réimmersion n'est pas réalisable mais sans signe d'accident et si erreur maximale de 3' de palier non fait, place à une période d'observation de 3 h et interdiction des nouvelle plongée pendant 24 h. Au moindre, signe évoquant un ADD, déclencher les secours

Tables MN90-FFESSM

Même si les ordinateurs ont totalement, et avec bonheur, remplacé les tables lors de nos plongées, elles permettent néanmoins de :

- raisonner sur des profils de plongée
- planifier aisément des plongées carrées

C'est ce que l'on verra lors des prochains cours



C'est fini pour ce soir,
merci !

<https://www.plongee-plaisir.com/fr/book/tables-plongee/>