

NIVEAU 2 - THEORIE



SATURATION / DESATURATION

EPISODE 2/3 : Utilisation des tables MN90

12/02/2024



Laetitia FUENTES
FFESSM E3 #25823
Moniteur Nitrox #9737
CMAS Instructor**
Advanced Nitrox Instructor

Objectif de ce cours

En tant que plongeurs PE40/PA20 vous devrez :

- *Comprendre le phénomène de saturation et de désaturation en Azote*
- *Connaitre les causes et mécanisme de l'accident de désaturation et les facteurs qui le favorisent*
- *Connaitre les procédures de décompression en plongée et les outils qui permettent de les gérer*
- *Savoir utiliser ces outils*
- *Pour enfin plongée en sécurité et prévenir pour vous-même l'accident de désaturation (ADD)*

Ce cours est le 2^e d'une trilogie vous apportent les éléments théoriques de compréhension pour la mise en œuvre pratique de ces éléments : mettre en place les comportements et la communication adaptée pour vos plongées

Agenda



- 1** Rappels du cours précédent
- 2** Utilisation des Tables MN90
- 3** Gestion des profils anormaux
- 4** Utilisation des tables en planification

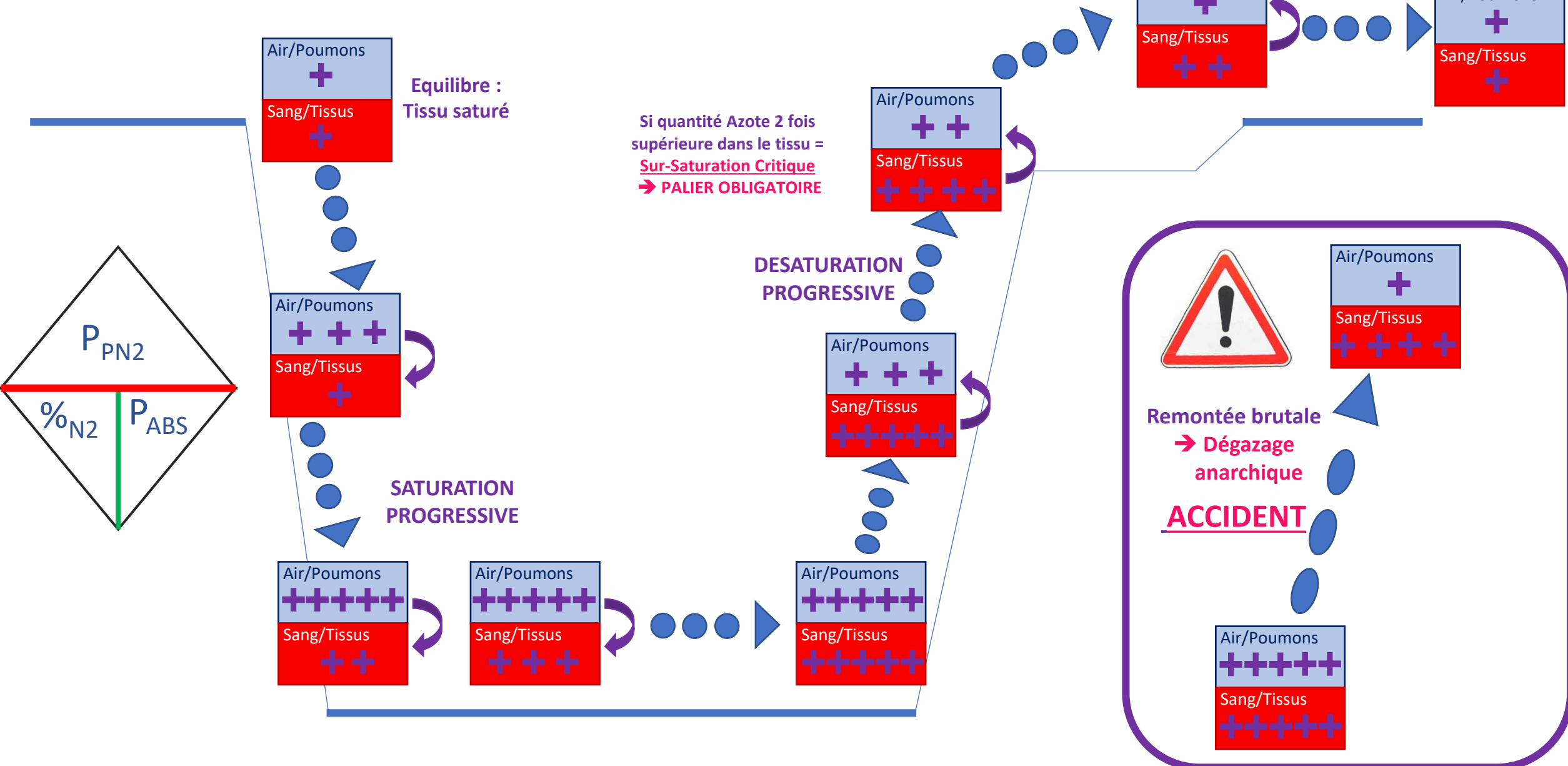
- Saturation et désaturation
- Tables MN90 – Plongée simple

- Plongée successive
- Plongée consécutive

- Remontée lente
- Remontée rapide
- Rupture de palier



Saturation et Désaturation



ADD – Rappel des Facteurs favorisants

En cas d'ADD: signaler la sensation au Guide de Palanquée ou au Directeur de Plongée !

Facteurs Favorisants de l'ADD



Profil de plongée (Yoyo, profils inversés)
Profondeur et durée : plongée à saturation
Efforts / essoufflement – Lutte contre le courant
Froid
Apnée / Vasalva à la remontée
Vitesse de remontée non contrôlée / trop rapide
Multiplication des plongées successives
Procédure de décompression inadaptée (palier)

Matériel inadapté aux conditions de température
Lestage
Matériel pas ou mal ajusté



Fatigue
Consommation d'alcool
Prise de médicaments
Mauvaise condition physique ou psychologique
Age
Surpoids / Obésité du plongeur
Déshydratation



Utilisation des tables MN90 - Plongée Simple

Une plongée simple est une plongée effectuée après un intervalle de surface de minimum 12 heures suivant la plongée précédente

1 Lecture de la profondeur

Il s'agit de la profondeur maximale atteinte pendant la plongée, avant de remonter
Si la profondeur réelle n'existe pas dans la table, on prend la profondeur directement supérieure pour la lecture de la table (exemple : plongée à 14m → utilisation des valeurs 15m dans la table)

4 Lecture du GPS

Il sera important dans la gestion d'une plongée dite « successive »

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS	Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
12m	1h20		1	H	18m	35 min		2	F
	1h25		1	I		40 min		2	G
	1h30		1	I		45 min		2	H
	1h35		1	J		50 min		2	H
	1h40		1			55 min	1		I
	1h45		1	J		60 min	5	7	I
	1h50		1	K		1h05	8	10	J
	1h55		1	K		1h10	11	13	K
	2h00		1	K		1h15	14	16	K
	2h10		1	L		1h20	17	19	L
	2h15		1	L		1h25	20	23	L
	2h20	2	4	L		1h30	23	25	M
	2h30	4	6	M		1h35	26	28	M
	2h40	6	8	M		1h40	28	30	M
	2h50	7	9	N		1h45	31	33	N
	3h00	9	11	N		1h50	34	36	N
	3h10	11	13	N		1h55	36	38	N
	3h20	13	15	O		2h00	38	40	O
	3h30	14	16	O					
	3h40	15	17	O	20m	5 min		2	B
	3h50	16	18	O		10 min		2	B
	4h00	17	19	P		15 min		2	D
	4h10	18	20	P		20 min		2	D
	4h15	19	21	P		25 min		2	E
	4h30	22	24	P		30 min		2	F
15m	5 min		1	A		35 min		2	G
	10 min		1	B		40 min		2	H
	15 min		1	C		45 min	1	3	I
	20 min		1	C		50 min	4	6	I
	25 min		1	D		55 min	9	11	J
	30 min		1	E		60 min	13	15	K
	35 min		1	E		1h05	16	18	K
	40 min		1	F		1h10	20	22	L
	45 min		1	G		1h15	24	26	L
	50 min		1	G		1h20	27	29	M
	55 min		1	H		1h25	30	32	M
	60 min		1	H		1h30	34	36	M
	1h05		1	I	22m	5 min		2	B
	1h10		1	I		10 min		2	C
	1h15		1	I		15 min		2	D

2 Lecture de la Durée

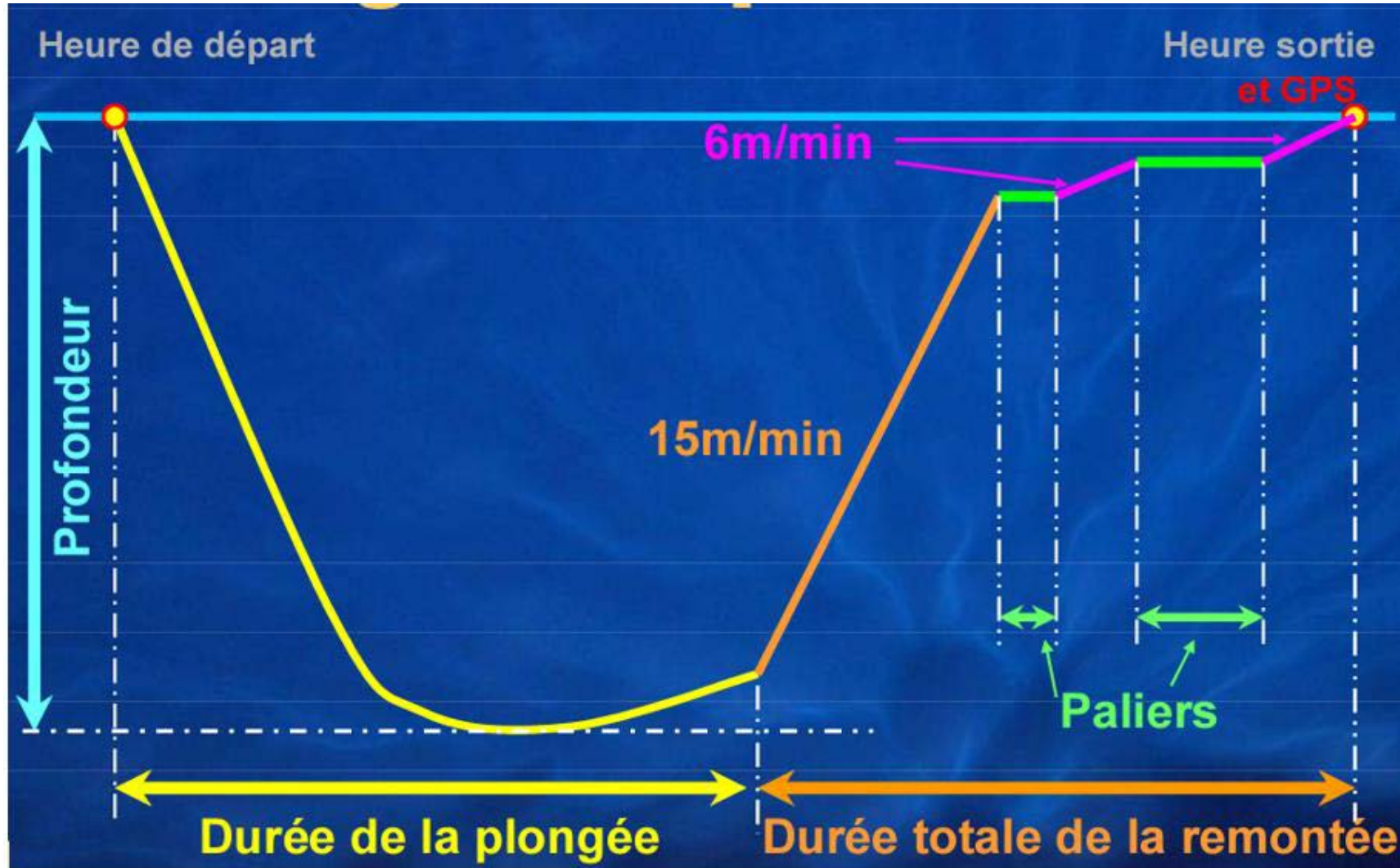
Il s'agit du temps écoulé depuis l'immersion, avant de remonter
Si le temps réel n'existe pas dans la table, on prend le temps directement supérieur pour la lecture de la table (exemple : plongée pendant 42 min → utilisation de 45 min dans la table)

3 Détermination de la décompression

En fonction de la profondeur et du temps lus dans la table, lecture directe :

- De la durée et de la profondeur des paliers
- De la DTR : Durée Totale de Remontée. C'est, en minutes, le temps nécessaire pour aller de la profondeur de la plongée à la surface en ayant réalisé les paliers obligatoires éventuels et en respectant la vitesse de remontée préconisée par la table

Tables MN90 – Représentation de la Plongée Simple



Le GPS : c'est quoi ?

Il s'agit du Groupe de Plongée Successive

Il matérialise la quantité d'Azote résiduel présent en fin de plongée et qu'il va falloir continuer à désaturer

La Plongée Successive : définition

Une plongée successive c'est quoi ?

Plongée qui est réalisée avec un intervalle de surface d'une durée comprise entre 15 minutes et 12 heures après une plongée simple

Conséquence sur la saturation en Azote ?

La désaturation est incomplète et le début de plongée se fait avec des tissus qui comportent encore une sur-saturation en Azote

Adaptation de la planification ?

Il va falloir calculer cette sur-saturation et l'introduire dans la gestion de la décompression de la plongée successive . Comment ?

Une méthode consiste à simuler que l'on a passé plus de temps en plongée et que ce temps représente le temps nécessaire pour atteindre le niveau de saturation que l'on a, dit autrement la « saturation résiduelle », avant de s'immerger pour la 2^e plongée. **On parlera de « majoration en minutes »**

La Plongée Successive : Utilisation de la table

Prof.	Durée	6m	3m	DTR	GPS
25m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min	1	3	3	F
	30 min	2	4	4	H
	35 min	5	7	5	I
	40 min	10	12	6	J
	45 min	16	18	7	J
	50 min	21	23	8	K
55 min	27	29	9	L	
60 min	32	34	10	L	

1
Lecture du GPS de sortie de la 1^{ère} plongée
 Sur la ligne qui correspond à la plongée, prendre la lettre en colonne « GPS »

Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Intervalle de surface

Groupe de plongée successive	15 min	30 min	45 min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h	6h30	7h	7h30	8h	8h30	9h	
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	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	0,82	0,81	0,81	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	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
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,95	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

2
Calcul de l'azote résiduel - Tableau I des tables MN90.
 Se positionner sur la ligne qui correspond au GPS de sortie
 Se positionner sur la colonne qui correspond à l'intervalle de surface (le temps écoulé depuis le moment où on est sorti de l'eau). *Attention : si le temps exact ne figure pas, prendre le temps juste inférieur*
 Retenir la valeur indiquée : elle est la valeur de « Pression Partielle » d'Azote présente dans le corps –
Rappel à désaturation complète en surface elle est à 0,80

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

Profondeur de la deuxième plongée

Azote résiduel	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m
0,82	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2
0,86	11	9	7	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	3
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4
0,91	23	18	15	14	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11

3
Calcul de la majoration en minutes - Tableau II des tables MN90.
 Se positionner sur la ligne qui correspond à la valeur d'Azote Résiduel *Attention : si la valeur exacte ne figure pas, prendre la valeur juste supérieure*
 Se positionner sur la colonne qui correspond à la profondeur de la plongée.
Attention : si la valeur exacte ne figure pas, prendre la valeur juste supérieure
 Retenir la valeur indiquée : elle correspond au temps supplémentaire à ajouter au temps réel de plongée : c'est la majoration en minutes

La Plongée Successive : Utilisation de la table

1 Lecture de la profondeur

Il s'agit de la profondeur maximale atteinte pendant la plongée, avant de remonter
 Si la profondeur réelle n'existe pas dans la table, on prend la profondeur directement supérieure pour la lecture de la table (exemple : plongée à 14m → utilisation des valeurs 15m dans la table)



Et le GPS ?

Attention, le GPS à l'issue d'une Plongée Successive est une simple information pour vous permettre de calculer votre taux d'azote résiduel

En aucun cas il ne devra être utilisé pour planifier une nouvelle plongée

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS	Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
12m	1h20		1	H	18m	35 min		2	F
	1h25		1	I		40 min		2	G
	1h30		1	I		45 min		2	H
	1h35		1	J		50 min		2	H
	1h40		1	J		55 min	1	3	I
	1h45		1	J		60 min	5	7	J
	1h50		1	K		1h05	8	10	J
	1h55		1	K		1h10	11	13	K
	2h00		1	K		1h15	14	16	K
	2h10		1	L		1h20	17	19	L
	2h15		1	L		1h25	21	23	L
	2h20	2	4	L		1h30	23	25	M
	2h30	4	6	M		1h35	26	28	M
	2h40	6	8	M		1h40	28	30	M
	2h50	7	9	N		1h45	31	33	N
	3h00	9	11	N		1h50	34	36	N
	3h10	11	13	N		1h55	36	38	N
	3h20	13	15	O		2h00	38	40	O
	3h30	14	16	O	20m	5 min		2	B
	3h40	15	17	O		10 min		2	B
	3h50	16	18	O		15 min		2	D
	4h00	17	19	O		20 min		2	D
	4h10	18	20	P		25 min		2	E
	4h15	19	21	P		30 min		2	F
	4h30	22	24	P		35 min		2	G
15m	5 min		1	A		40 min		2	H
	10 min		1	B		45 min	1	3	I
	15 min		1	C		50 min	4	6	I
	20 min		1	C		55 min	9	11	J
	25 min		1	D		60 min	13	15	K
	30 min		1	E		1h05	16	18	K
	35 min		1	E		1h10	20	22	L
	40 min		1	F		1h15	24	26	L
	45 min		1	G		1h20	27	29	M
	50 min		1	G		1h25	30	32	M
	55 min		1	H		1h30	34	36	M
	60 min		1	H	22m	5 min		2	B
	1h05		1	I		10 min		2	C
	1h10		1	I		15 min		2	D
	1h15		1	I					

2 Lecture de la Durée

Il s'agit du temps écoulé depuis l'immersion, augmenté de la majoration, avant de remonter
 Si le temps réel n'existe pas dans la table, on prend le temps directement supérieur pour la lecture de la table
 Exemple : plongée pendant 30 minutes avec majoration de 17 minutes = 47 minutes → utilisation de 50 min dans la table)

3 Détermination de la décompression

En fonction de la profondeur et du temps lus dans la table, lecture directe :

- De la durée et de la profondeur des paliers
- De la DTR : Durée Totale de Remontée. C'est, en minutes, le temps nécessaire pour aller de la profondeur de la plongée à la surface en ayant réalisé les paliers obligatoires éventuels et en respectant la vitesse de remontée préconisée par la table

Tables MN90 – Représentation de la Plongée Successive

Exemple

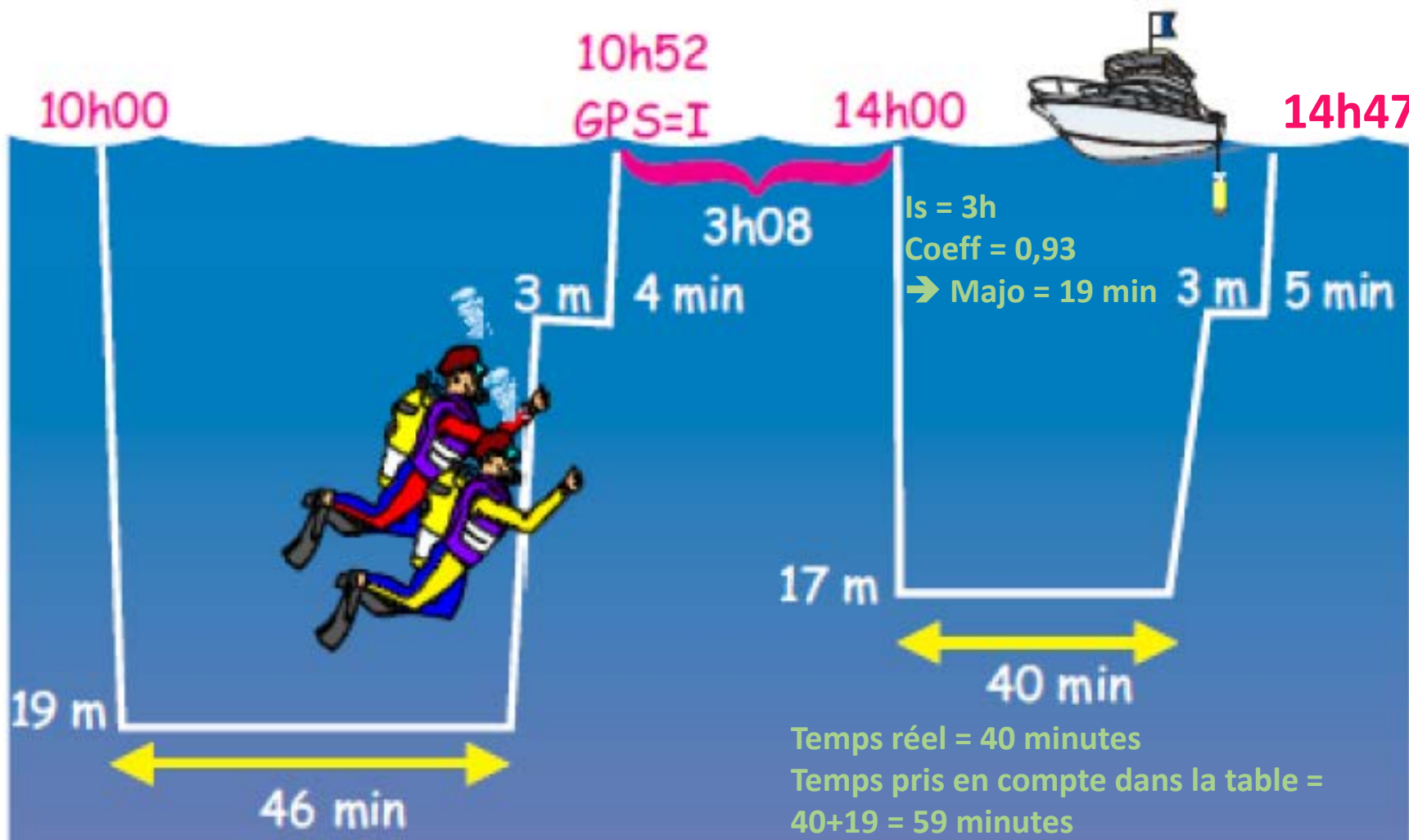
Plongée 1 = départ 10h/
profondeur 19m / temps
fond 46 minutes

Calculer la déco ?

GPS de sortie ?

Plongée 2 = départ 14h
pour une profondeur de
17m et 40 minutes

Calculer la déco ?



La Plongée Consécutive : définition

Une plongée consécutive c'est quoi ?

Plongée qui est réalisée avec un intervalle de surface d'une durée inférieure à 15 minutes après la dernière immersion

Conséquence sur la saturation en Azote ?

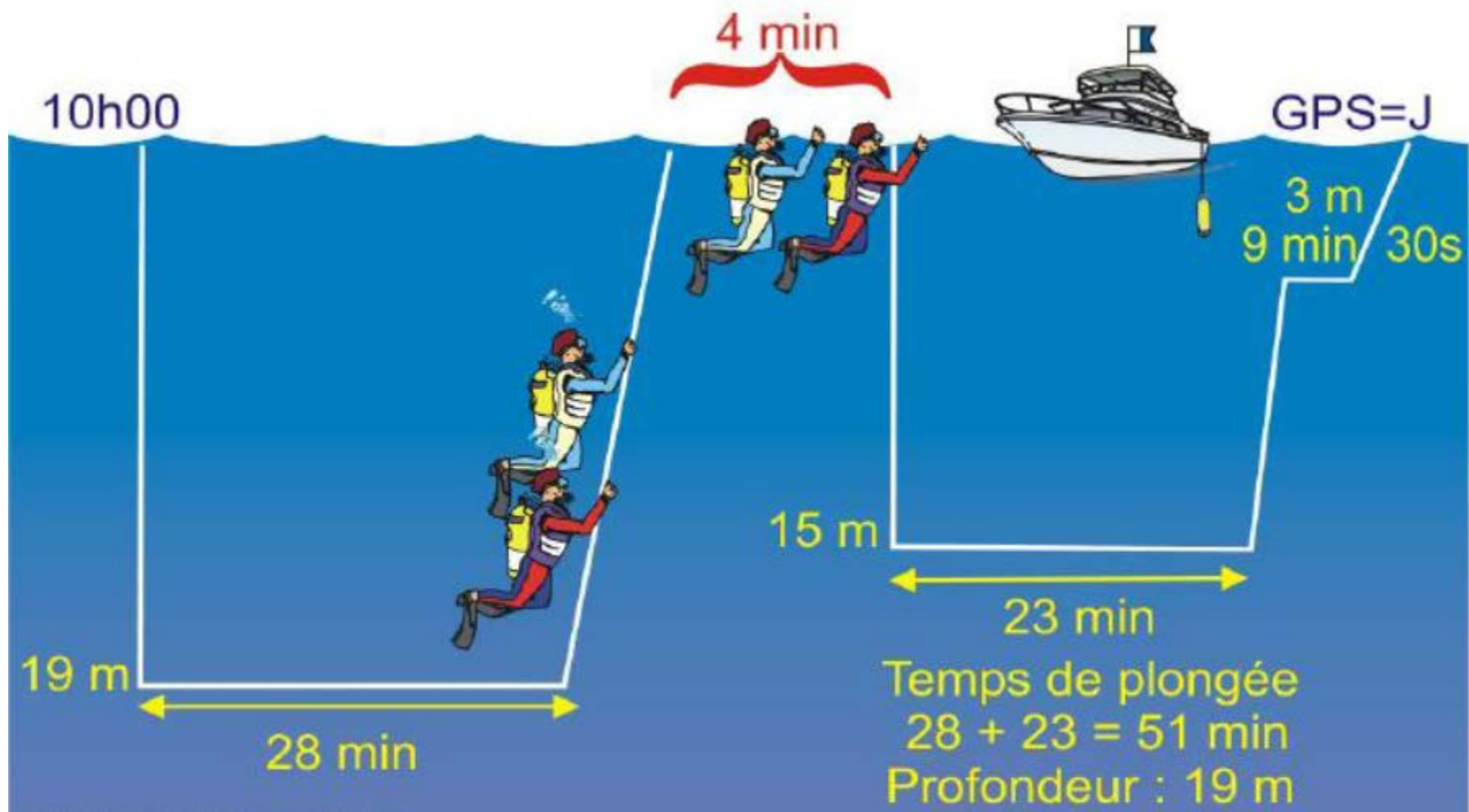
On considère que la désaturation est inexistante dans ce cas et que nous sommes dans le cas d'une seule et même plongée

Conséquence sur l'utilisation des tables ?

Le temps de plongée correspondra au temps d'immersion de la plongée 1 (hors DTR) cumulé du temps d'immersion de la 2^e plongée « consécutive »

La profondeur retenue sera la plus profonde des 2 plongées

Tables MN90 – Représentation de la Plongée Consécutive



La Remontée Lente

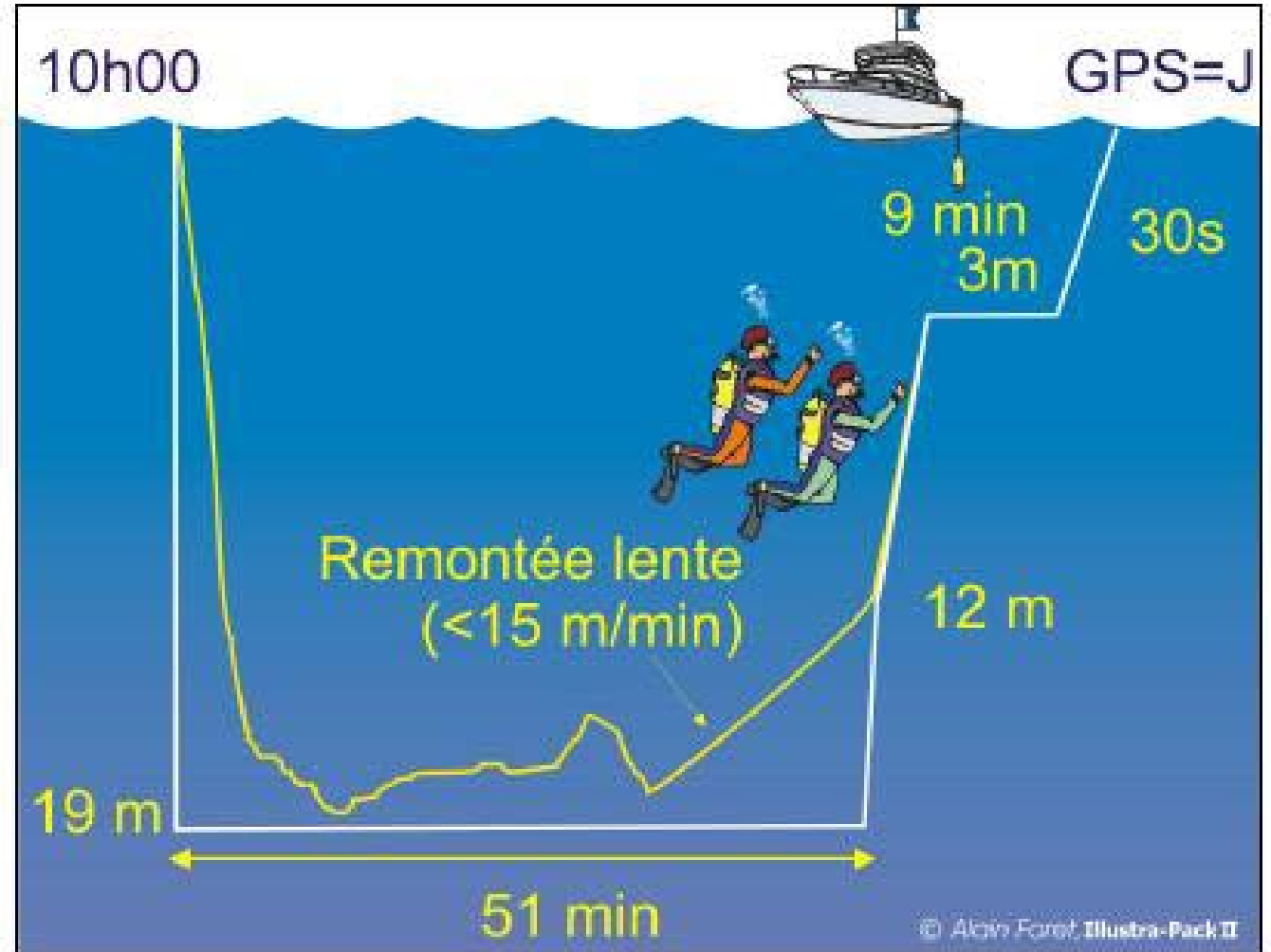
Pourquoi est-ce un profil « anormal » ?

La désaturation calculée par les tables est optimisée pour une vitesse de remontée de 15-17 m/min entre le fond et la profondeur de 6m.

Une remontée plus lente que celle-ci implique une saturation complémentaire que la table ne sait pas modéliser → augmentation du risque d'ADD

Conséquence sur l'utilisation des tables ?

Le temps de plongée devra être augmenté du temps de remontée lente



La Remontée Rapide

Pourquoi est-ce un profil « anormal » ?

La désaturation calculée par les tables est optimisée pour une vitesse de remontée de 15-17 m/min entre le fond et la profondeur de 6m.

Une remontée plus rapide que celle-ci implique un risque de dégazage anarchique et donc une augmentation du risque d'ADD

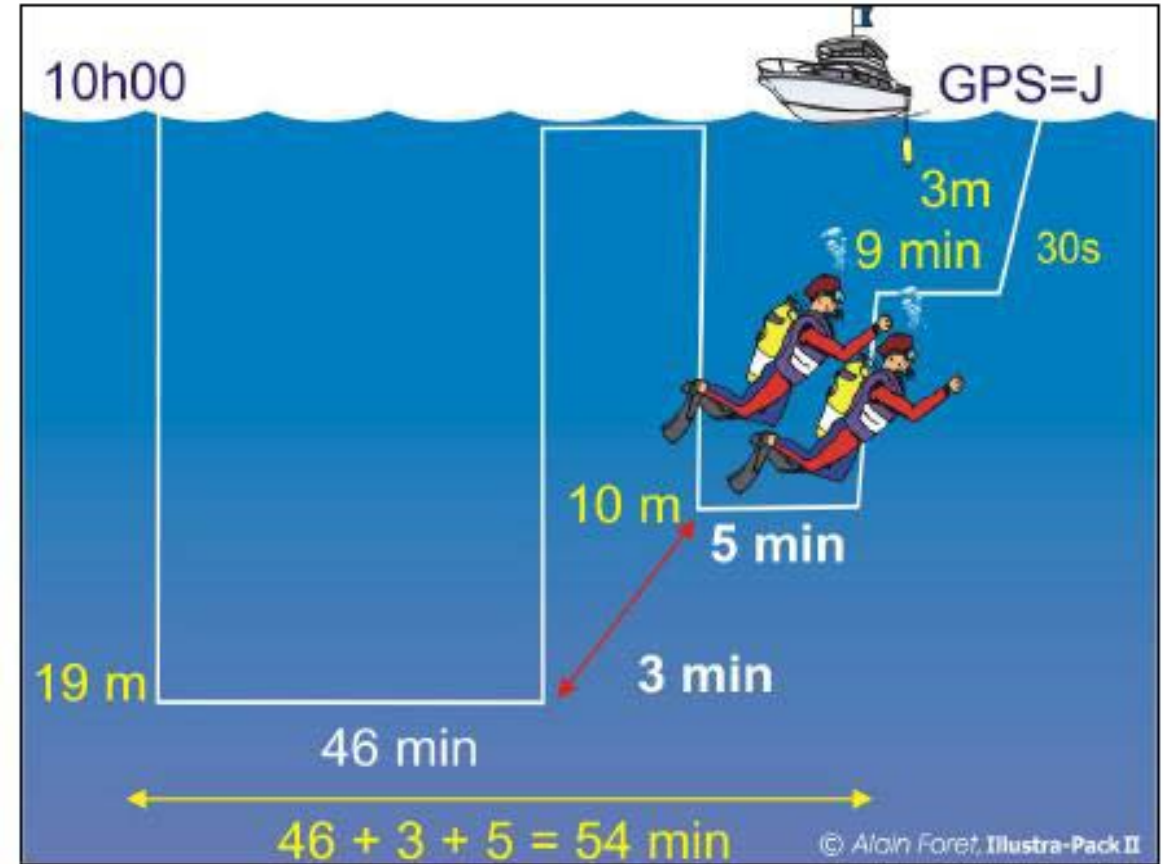
On considère une remontée rapide toute remontée à vitesse non contrôlée et qui dépasse la hauteur de la mi-profondeur de la plongée

Conséquence sur l'utilisation des tables ?

La procédure « d'urgence » consiste à effectuer à mi-profondeur de la plongée une immersion de 5 minutes. Cette immersion sera comptabilisée dans le temps de plongée

Attention : si la remontée rapide va jusqu'en surface il faudra réimmerger dans les 3 minutes.

Il faudra ensuite et à la fin de ces 5 minutes remontée au palier et effectuer dans tous les cas a minima un palier de 2 minutes à 3m, même si la table indique moins



La Rupture de Palier

Conséquence d'un mauvais lestage par exemple ...

Pourquoi est-ce un profil « anormal » ?

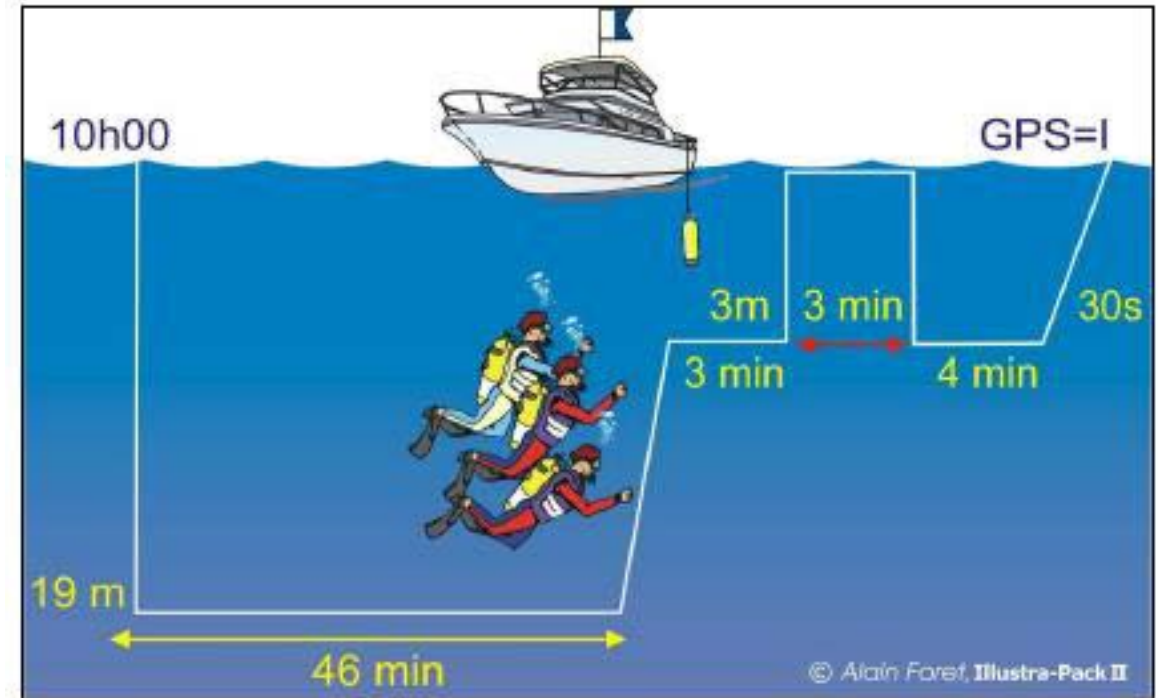
Une rupture de palier engendre une augmentation du risque d'ADD

Conséquence sur l'utilisation des tables ?

La procédure « d'urgence » consiste à reprendre le palier interrompu dans son intégralité

Attention : si la rupture de palier a conduit jusqu'en surface il faudra ré-immérer dans les 3 minutes.

Il faudra ensuite et à la fin de ces 5 minutes remontée au palier et effectuer dans tous les cas a minima un palier de 2 minutes à 3m, même si la table indique moins



Planification de plongée

Quand et comment utiliser la table ?

La planification se fait **AU SEC**

1/ Prévoir une profondeur et une durée « idéale » et noter les paramètres prévus sur sa plaquette

2/ Ensuite prévoir 2 scénarios de « secours » :

- un dépassement de profondeur avec le temps initial : noter les paramètres
- un dépassement de temps avec la profondeur initiale : noter les paramètres

3/ Utiliser sa plaquette : on note la profondeur et le temps réel de plongée + la déco

- **EX 1** : plongée simple
- **EX 2** : plongée successive avec majoration coef 0,92 soit pour 18m majoration 15 minutes



Planifier dans le **respect strict des consignes du Directeur de Plongée** (on ne prévoit pas de palier si la consigne est de ne pas en faire)

Réaliser un calcul de consommation afin de vérifier que la quantité d'air disponible est suffisante !

EX 1

18 m	45 min	Nodeco
18 m	50 min	Nodeco
20 m	45 min	3m / 1'

EX 2

18 m	40 min	3m / 1'
18 m	45 min	3m / 5'
20 m	40 min	3m / 9'

Adaptation en fonction de son risque personnel ?

Afin de tenir compte de son paramètre personnel il convient de respecter scrupuleusement la planification

Il faudra adapter sa plongée et non sa planification : par exemple si on planifie 18m, on reste à 17m afin de conserver une marge. Le temps de plongée est adapté en fonction des conditions : par exemple si on a froid à la moitié du temps, on remonte au-dessus de la mi-profondeur et si le froid est intense on remonte à la décompression afin de terminer la plongée.

Attention, lorsqu'on plonge à la table : pour rester en sécurité on respecte la planification (paliers) quelle que soit la durée réelle de la plongée même si elle est inférieure

Et si mon ordinateur est KO (ex : mise en sécurité suite à un incident de plongée) ? Je planifie et je plonge « à la table »

Merci !

Prochain COURS le 18/03

*Thème : Ordinateurs de Plongée –
Fonctionnement et utilisation en
planification*