

NIVEAU 4



La décompression : Les tables MN90



Les éléments à tenir en compte pour le développement des tables de plongée.

Éléments **imposés** dans le calcul des tables

Tenant au plongeur

- Le liquide = le sang,
- La surface alvéolaire pulmonaire,
- La température du corps.

Tenant à l'environnement du plongeur

- L'altitude du lieu de plongée,
- La vitesse du courant de l'eau,
- La température de l'eau,
- la profondeur maximale d'emploi.

Les éléments à tenir en compte pour le développement des tables de plongée.

Éléments **choisis** pour le calcul d'une table de plongée

Les facteurs comportementaux

- La tranche d'âge,
- Le poids,
- La Condition physique,
- La ventilation du plongeur,
- La fréquence cardiaque.

Les facteurs environnementaux

- La température de l'eau

LE GAZ CHOISI

Pour le plongeur ordinaire le gaz à prendre en compte est un élément imposé : **C'est l'AZOTE.**

D'autres modèles existent dans la plongée au trimix par exemple.

Le gaz choisi est le cœur des éléments de calcul d'une table, par défaut ce sera l'azote diluant de l'air; enfin l'oxygène qui peut être respiré seul.

Données spécifiques au modèle conceptuel choisi.

Adapter un modèle mathématique au modèle physiologique pour coller le plus possible à la réalité

Au moins deux modèles mathématiques

- Modèle déterministe de type « Haldane »
- Modèle déterministe de type « Haldane modifié » ou « néo-haldanien »

Il inclut nombre d'adaptations physiologiques à caractère général ou individuel

basés sur un algorithme adaptatif.

Dans le calcul d'une table de plongée, en fonction du modèle conceptuel, les algorithmes font bouger la frontière entre les éléments imposés et les éléments choisis

Données spécifiques à la plongée.

Pour une table les deux paramètres essentiels sont :

**Le Temps,
La profondeur (dans la limite des tables).**

Eléments de calcul des tables de plongée appliqués aux tables de décompression MN90.

Les tables MN90 (marine nationale 1990) initialement faites pour la décompression dans le cadre militaire en France ont été adaptées à la plongée loisir.

Caractères des tables MN90

Tables développées selon le cadre dessiné par Haldane.
La loi de Henry est à la base de leurs développements.

Principaux caractères des tables MN90

ELEMENTS IMPOSES		
<i>Tenant au plongeur</i>		
Poids		74 kg +/- 8 kg
Taille		176 cm
Age		32 ans
<i>Tenant à l'environnement</i>		
Altitude d'immersion		Niveau de la mer (TN2 = 0,8 bar)
Vitesse du courant ou du déplacement		0,5 nœud maxi
Température de l'eau		11 °Celsius
ELEMENTS CHOISIS		
Gaz diluant		azote
Modèle conceptuel		Perfusion instantanée HALDANIEN
DONNEES SPECIFIQUES AU MODELE		
Nombre de compartiments		
Compartiment	durée minimum	5 '
	Duré maximum	120 '
Vitesse de remontée		15 à 17 m/min jusqu'au premier palier
		6 m/min du 1 ^{er} palier jusqu'à la surface
Profondeur Maxi		60 mètres
Nombre de plongée maxi		2 par jour

Limite du modèle

Cette construction est mathématique, on ne peut énoncer comme une vérité que le corps humain se comporte exactement comme cela.

Ce seuil est toutefois un indicateur.

Tout plongeur voulant évoluer en sécurité se doit de respecter scrupuleusement les préconisations de la table de plongée utilisée.

Limite individuelle

Nous sommes tous inégaux physiologiquement.

Pour un même profil, les corps humains vont réagir différemment.

La plongée est et doit rester un loisir **avec un comportement maîtrisé.**

La courbe de sécurité

La courbe de sécurité établit la limite Temps / profondeur.

En dessous de laquelle aucun palier n'est nécessaire

Seul le respect de la vitesse de remontée est à observer

Néanmoins un palier de sécurité est toujours une valeur ajoutée notamment si les facteurs favorisant une difficulté lors de la décompression entrent en jeu tel que :

- Le froid

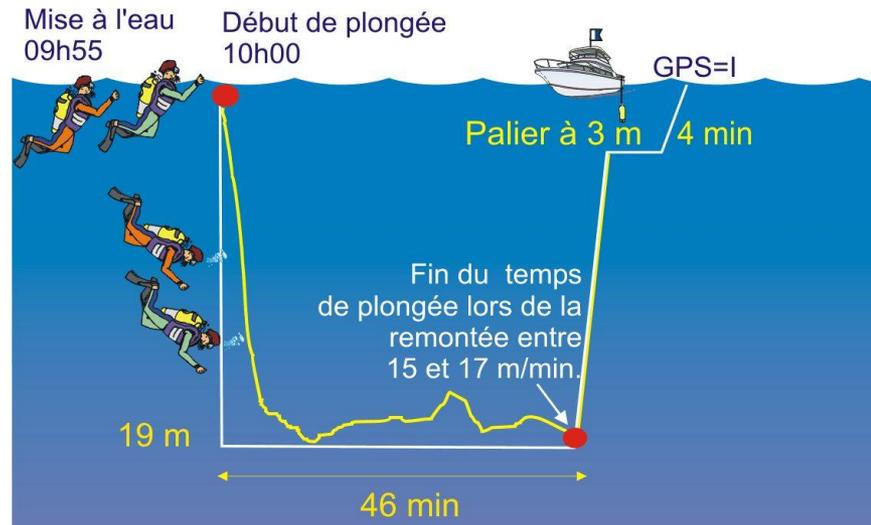
- Un palmage important (effort)

Les différents profils de plongée

- Plongée simple
- Plongée consécutive
- Plongée successive
- Plongée hors protocole de décompression

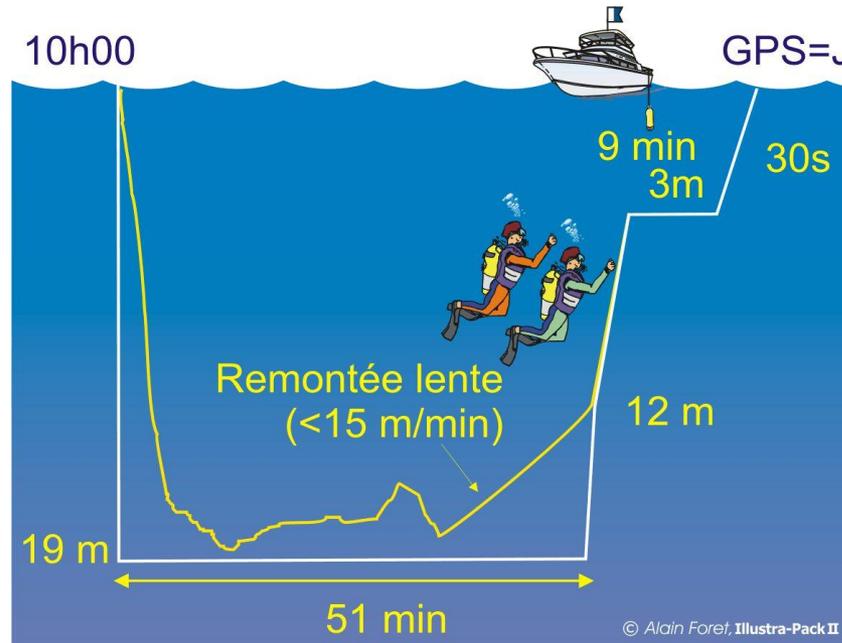
Les paramètres de plongée

- Temps en minute,
- La profondeur maximale atteinte.



Plongée simple

- C'est une plongée qui est réalisée complètement désaturée avec les tables MN90 avec un intervalle de 12h .
- Elle diminue fortement tout risque, elle est un acte de prévention à toute complication afférente à la décompression.



L'intervalle surface est la différence entre l'heure d'arrivée surface et l'heure d'immersion de la seconde plongée

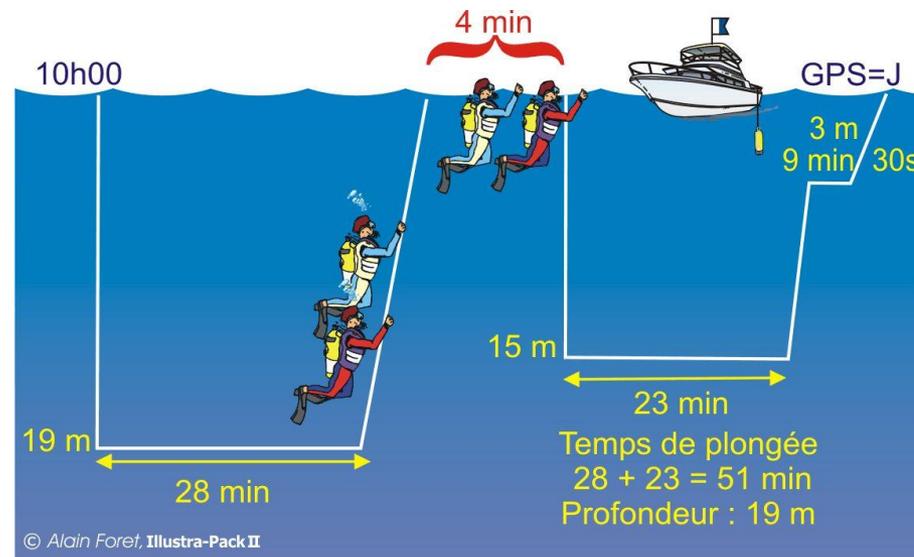
Plongée consécutive

La consécutive est une plongée effectuée dans un intervalle de temps inférieur à 15 min.

Cette brièveté amène à considérer cette seconde plongée comme la suite de la première et donc à la prendre en compte pour les calculs.

Les deux temps d'immersion s'additionnent

La profondeur considérée est la plus profonde des deux immersions



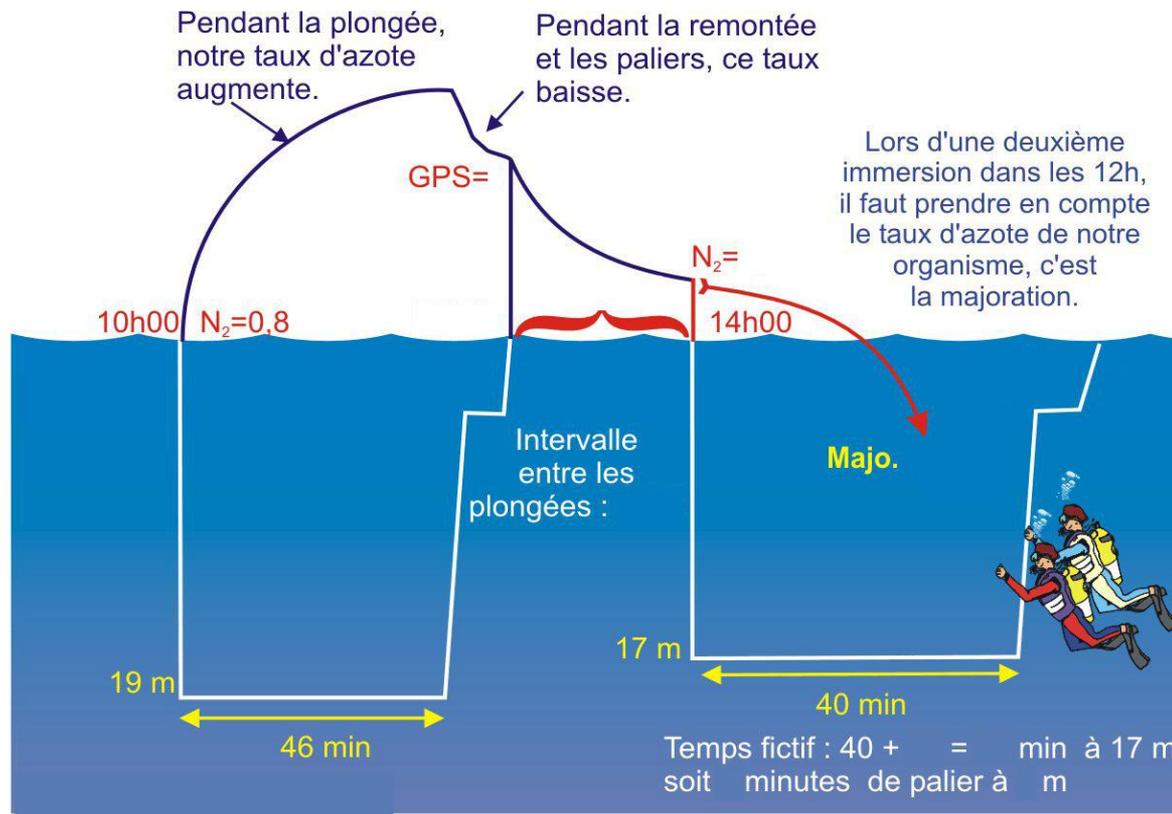
Nombre de fabricants d'ordinateurs de plongée considèrent qu'après un intervalle de 5 min la plongée devient consécutive (Vyper2 de Suunto, Prime d'Uwatec).

Plongée successive

C'est une plongée effectuée sans que le corps ne soit complètement désaturé suite à une première plongée, intervalle surface compris entre 15 min et 12 h.

Le corps a une tension d'azote supérieure à 0,8 bar au niveau de la mer cette quantité d'azote est appelée GPS (groupe plongée successive).

Cette quantité d'azote non dissoute détermine la Majoration qui est le temps que l'on ajoutera à la deuxième plongée (temps de pénalisation).

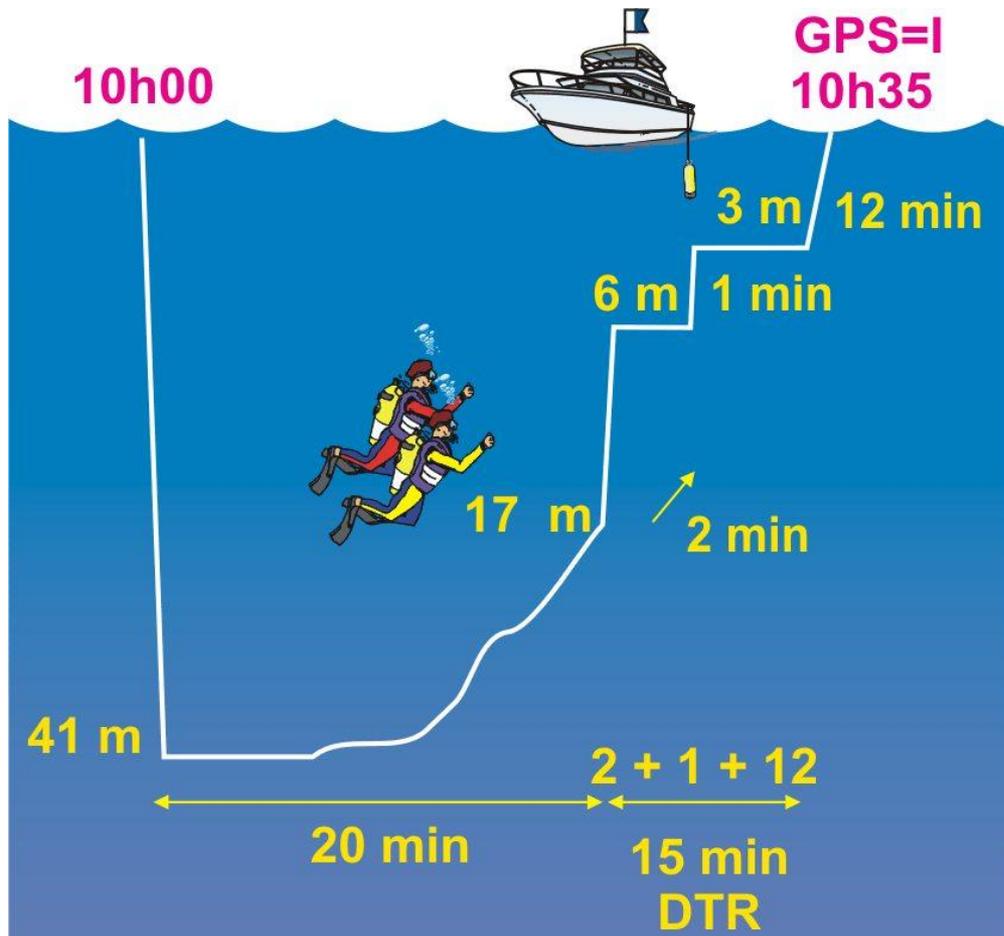


La majoration

4 critères sont pris en compte pour le calcul de la majoration

- Quantité d'azote résiduel lors de la sortie de la première plongée,
- L'intervalle de temps de désaturation aérien entre les deux plongées, plus le temps est long, mieux c'est, plus l'azote peut s'évacuer, diminuant d'autant les risques d'engorgement bullaire au niveau pulmonaire et les risques d'embolies artérielles (obstruction brusque des artères par l'azote véhiculé par le sang),
- Le gaz de désaturation : air ou oxygène,
- La profondeur de la seconde plongée, elle doit se faire à plus faible profondeur que la première.

Remontée lente : vitesse inférieure à 15 m/min

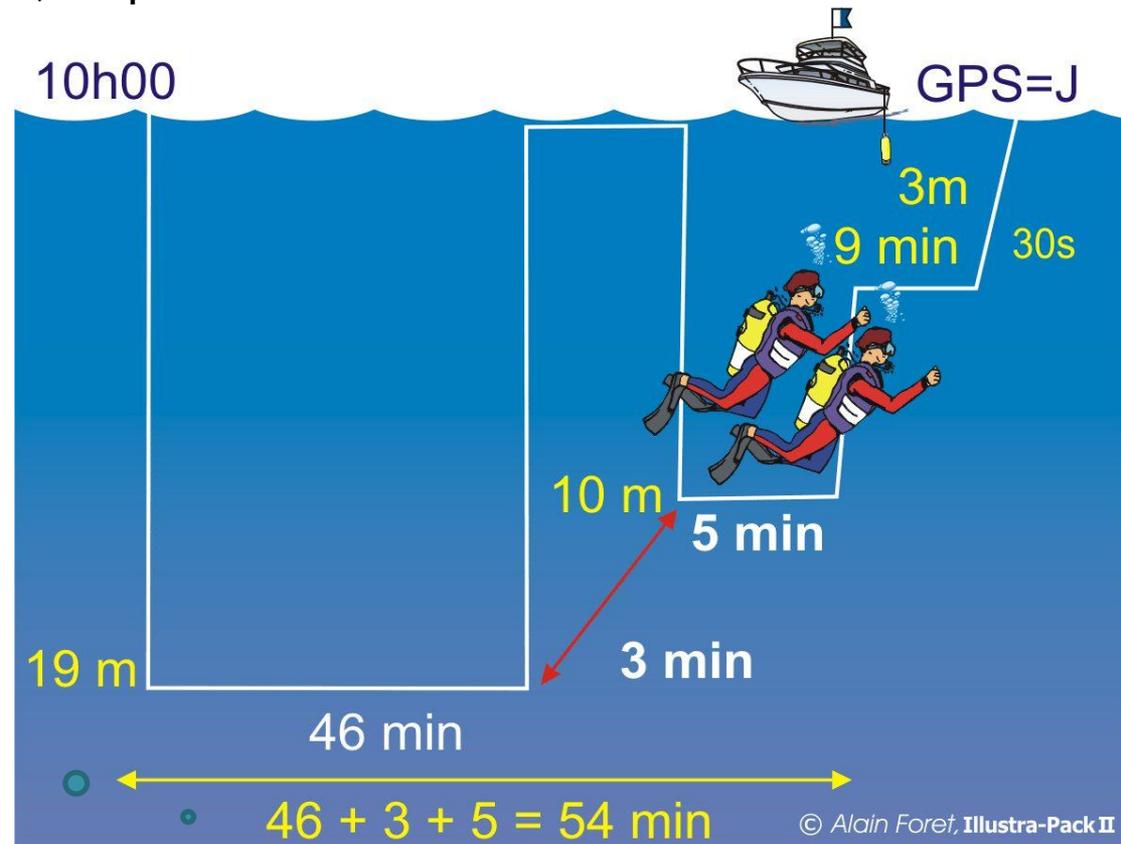


Le temps de remontée lente doit être inclus dans le temps de plongée.

Remontée Rapide

Si la vitesse est supérieure à 17 m/min, si aucun accident n'est déclaré la palanquée doit avoir rejoint la demi profondeur dans les 3 min et y séjourner 5 min.

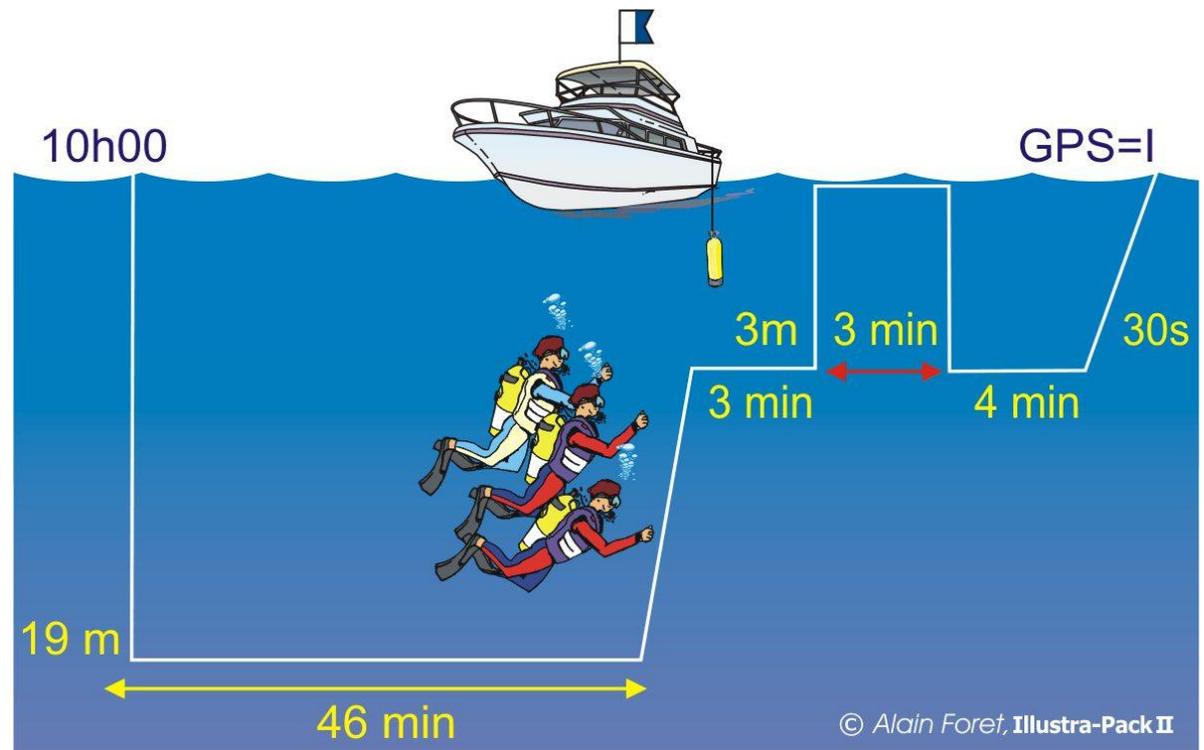
Dans tous les cas effectuez, un palier de 2 min à 3 m.



Le temps de plongée est de 54min

Interruption de palier

On doit redescendre dans tous les cas en moins de 3 min à la profondeur du palier interrompu pour le recommencer en totalité et poursuivre la désaturation.



Les 3 minutes

- On admet qu'un délai de latence existe , le délai court depuis l'erreur de procédure remontée rapide ou interruption de palier jusqu' a la mise en œuvre du protocole de secours
 - Arrivée à la demi profondeur
 - Ou au palier.

Au delà des 3 min sans solution, et même en l'absence d'accident de désaturation les plongeurs doivent sortir de l'eau avec déclenchement de la procédure d'urgence.

- Mise sous oxygène et appel du Cross (VHF Canal 16)
- Réhydratation (eau, jus de fruit),
- Aspirine (500mg par plongeur).

Les tables

- La durée de la plongée se compte en minutes entières, toute fraction de minute commencée est considérée comme une minute entière (33 min et 25 s).
 - On retiendra : 34 min
- Pour rentrer dans les tables, la profondeur sera majorée (29 m)
 - On prendra : 30 m

Prof	Durée	6m	3m	DTR	GPS
28 m	1h10	11	46	60	N
	1h15	14	48	65	O
	1h20	17	50	70	O
	1h25	20	53	76	O
	1h30	23	56	82	P
30m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min		1	4	E
	20 min		2	5	F
	25 min		4	7	H
	30 min		9	12	I
	35 min		17	20	J
	40 min		24	27	K
	45 min	1	31	35	L
	50 min	3	36	42	M
	55 min	6	39	48	M
	60 min	10	43	56	N
	1h05	14	46	63	N
	1h10	17	48	68	O
	5 min			3	B
	10 min			3	D

Paramètres retenus :

35 min à 30 mètres

Les tables

Si le GPS est J et que l'intervalle surface est de 52 min , on minorera le temps

TAB						
Groupe de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h15	1h30
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,81
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,92
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,95
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,97
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	1,00
I	1,17	1,14	1,11	1,09	1,05	1,04
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,07	1,06
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,11	1,10
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,11
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,13
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,16
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,19
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,21

Réel 52 min retenu 45 min

Le taux d'azote résiduel retenu sera 1,14

Les tables

- Si la profondeur choisi est de 26 m on majorera la profondeur => 28 m
- Le taux d'azote était de 1,14 on retiendra la valeur sup 1,16

TABLEAU 2: DETERMINATION								
PROFONDEUR DE								
Azote résiduel	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28
1,20	93	70	56	50	45	39	34	31
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35

On ajoutera 30 min au temps de la deuxième plongée

Attention

- Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est supérieure à celle qui a été retenue par le calcul de la majoration le plongeur conserve la **majoration** calculée, le calcul est effectué avec la durée fictive et **la profondeur réellement atteinte.**
- Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est inférieure à celle qui a été retenue par le calcul de la majoration le plongeur conserve **la majoration** calculée, le calcul est effectué avec la durée fictive et **la profondeur utilisée pour le calcul.**

Exercices Rapides

Profondeur de la première plongée	Temps	Palier	GPS
19 m	40 min		
26 m	35 min		
40 m	20 min		
44 m	18 min		
48 m	14 min		

Exercices Rapides

Profondeur de la première plongée	Temps	Palier	GPS
19 m	40 min	-	H
26 m	35 min	12 min à 3 m	I
40 m	20 min	1 min à 6 m 9 min à 3 m	H
44 m	18 min	3 min à 6 m 15 min à 3 m	I
48 m	14 min	2 min à 6 m 7 min à 3 m	H

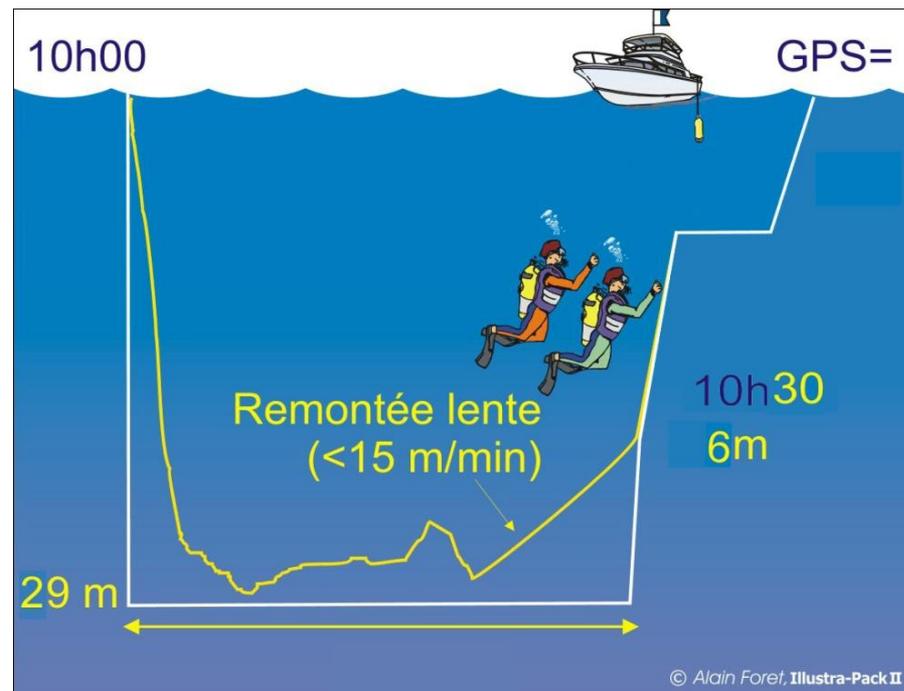
1 ère Plongée				Inter surf	2 ème Plongée					
Prof.	Durée	Paliers			GPS	Prof.	Durée	Majo	Paliers	
		6 m	3 m						6 m	3 m
47 m	11 mn				4h25	18 m	40 mn			
				L	3h50	21 m				7mn
34 m	14 mn				3h15	17 m	45 mn			
51 m	12 mn				4h25	15 m	50mn			
55 m	10 mn				3h50	12 m	53mn			
28 m	30 mn				2h30	21 m	32mn			
19 m	60 mn				3h05	19 m	45mn			
18 m	52 mn				2h55	13 m	45mn			
15 m	65 mn				3h35	11 m	60mn			
23 m	40 mn				3h55	17 m	45mn			

1 ère Plongée					Inter surf	2 ème Plongée				
Prof.	Durée	Paliers		GPS		Prof.	Durée	Majo min	Paliers	
		6 m	3 m						6 m	3 m
47 m	11 mn	2	7	H	4h25	18 m	40 mn	11		1
				L	3h50	21 m	25 mn	20		7mn
34 m	14 mn		2	F	3h15	17 m	45 mn	15		5
51 m	12 mn	3	10	I	4h25	15 m	50mn	18		0
55 m	10 mn	1	5	G	3h50	12 m	53mn	17		0
28 m	30 mn		6	H	2h30	21 m	32mn	15		12
19 m	60 mn		13	K	3h05	19 m	45mn	22		20
18 m	52 mn		1	I	2h55	13 m	45mn	30		0
15 m	65 mn		0	I	3h35	11 m	60mn	23		0
23 m	40 mn		10	J	3h55	17 m	45mn	19		8

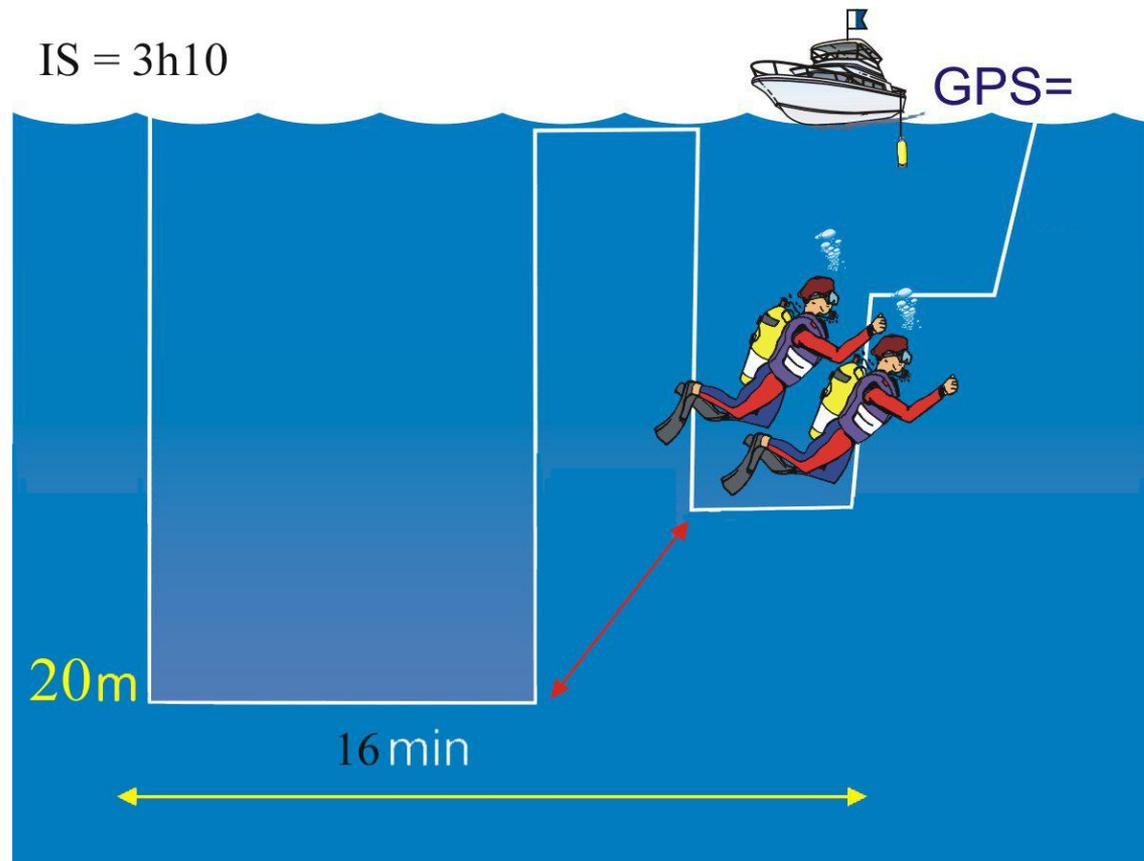
Prof. (m)	Temps plongée	Azote résiduel	Majo	Temps fictif	Temps et prof des paliers
24	40 min	0,89			
15	60 min	0,94			
52	13 min				
39	16 min				
22	30 min	0,95			
58	12 min				

Prof. (m)	Temps plongée	Azote résiduel	Majo	Temps fictif	Temps et prof des paliers
24	40 min	0,89	8 min	48 min	21 min à 3 m
15	60 min	0,94	23 min	1h23min 83 min	4 min à 3 m
52	13 min				3 min à 6 m – 10 min à 3m
39	16 min				1 min à 6 m – 9 min à 3 m
22	30 min	0,95	15 min	45 min	7 min à 3 m
58	12 min				1min à 9m – 4 min à 6m – 16 min à 3 m

- Eric et Jean Luc s'immergent à 10h et descendent sur 29m en 3min.
- A 10h18, ils amorcent la remontée le long d'un tombant et atteignent 6m à 10h30.
- Palier et GPS ? (1pt)



- 3h10 après cette plongée, ils se ré-immèrent sur 20m.
- Au bout de 16 min de plongée, Jean Luc comme par hasard à un problème avec son gilet qu'il a oublié de vérifier et rejoint la surface très rapidement. Quelle est la conduite à tenir? Quels sont les paliers à effectuer? (3pts)



Exercice 1

- Première plongée 27 min à 28 m => palier et GPS ?
- Deuxième plongée Intervalle 3h30, après 20min de plongée à 22 m remontée durant 12 min le long d'un tombant pour atteindre 6 m. Palier et GPS ?

- 
- 10 min après votre sortie d'une plongée de 25 min à 30 m vous vous ré-immmergez à 8 m durant 6 min.
 - Quels sont les paliers à effectuer ?

- Une palanquée effectuée une plongée de 20 min à 50 m elle doit effectuer 4 min de palier à 6 m et 22 min à 3 m.
- Au bout de 20 min à 3 m.
- La palanquée n'a plus d'air et remonte en surface pour demander une bouteille de secours à l'embarcation assurant la sécurité. Quelle est la procédure à suivre ?