

# Les tables MN90 en altitude

---

L'objectif est de découvrir puis de comprendre, comment tracer un profil de plongée en altitude en utilisant des tables MN90.

Je développerais pour cette initiation, uniquement la plongée en altitude avec comme instrument : **l'ordinateur**.

Bien entendu il existe d'autres formules de résolutions mais de nos jours, pratiquement tout le monde utilise l'ordinateur.

**Donc je resterais en phase avec la pratique actuelle.**



# La désaturation

---

## En plongée :

la profondeur et la durée entraînent une augmentation de l'azote dans le corps qui nécessite d'être éliminé, en respectant un protocole de désaturation.

## La sécurité :

C'est respecter la vitesse de remontée (MN90 = 15 m'), effectuer les paliers, garder une position horizontale en légère dynamique et surtout, n'économisez pas l'air en faisant des apnées.

## La responsabilité :

Un N3, c'est un autonome jusqu'à 60 mètres en exploration. Enfin n'oubliez jamais que le risque augmente avec la profondeur.

Transgresser un protocole est similaire au franchissement d'une ligne jaune continue et un jour..... **c'est l'accident.**

**ADD avec des complications +/- Irréversibles.**



# La loi de Dalton

---

$P_{pN_2}$  est = à :  $P_{abs} * \% N_2$  dans le mélange.

$P_{pO_2}$  est = à :  $P_{abs} * \% O_2$  dans le mélange.

$P_{p N_2} + P_{p O_2} =$  pression de l'air =  $P_{atm} = 1 \text{ bar (mer)}$

Composition de l'air :	N <sub>2</sub>	79,00 %
	O <sub>2</sub>	20,90 %
	CO <sub>2</sub>	0,03 %
	Gaz rares	0,07 %

## Loi de DALTON :

A t° donnée, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions, qu'aurait chacun des gaz s'il occupait seul, le volume total.



# La loi de Henry

---

## Les 5 états :

- 1 Sous-saturation : Pendant la descente.
- 2 Saturation : Après un certain temps d'immersion.
- 3 Sursaturation : Au cours de la remontée.
- 4 Sursaturation critique : L'arrivée au palier
- 5 Sursaturation critique dépassée : Le dégazage est incontrôlé car la remontée n'est pas maîtrisée.

Les conséquences : **ADD avec des complications +/- Irréversibles.**

Tous le corps ne se saturent pas en N<sub>2</sub> à la même vitesse. On définit ainsi la période d'un tissu, comme le nécessaire, à ce qu'il soit à ½ saturé.

Les tissus courts sang, graisse et les tissus longs muscles, os.

**Loi de HENRY:** A t° donnée, la quantité de gaz dissout à saturation dans un liquide, est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz, sur le liquide.



# Oxygène pur aux paliers

---

Seuls les paliers de 6 et 3 m peuvent être faits à l'O<sub>2</sub> pur car au-delà, la PpO<sub>2</sub> est > à 1,6 bar donc toxique.

Exemple : P.abs à 6 m = (P.atm + P. relat) = (1bar + 0,6 bar) = 1,6 bar

La durée du palier à l'O<sub>2</sub> est = au 2/3 du palier à l'air, arrondi à la minute >. Il est au minimum = à 5'.

Cependant la durée de chacun des paliers à l'O<sub>2</sub> pur est = à la durée du palier à l'air lorsque celui-ci à une durée de 1 à 5'.

Exemple :	Palier	Air	O <sub>2</sub>	Palier	Air	O <sub>2</sub>
	6 m	1'	1'	6 m	8'	6'
	3 m	4'	4'	3 m	23'	16'



# Inhalation d'O<sub>2</sub> entre 2 plongées

Respirer de l'O<sub>2</sub> en surface entre 2 plongées a pour effet :

1) D'accélérer la diminution de la PpN<sub>2</sub> dans le corps.

Exemple : N<sub>2</sub>R à la sortie 1,24, combien après 2h40' en surface?

0,98 à l'air .

0,81 à l'oxygène pur.

2) De réduire, la majoration de la plongée suivante.

Exemple : profondeur 25m.

17' de majoration pour une désaturation à l'air.

2' de majoration pour une désaturation à l'oxygène pur.



# Les facteurs favorisant l'ADD

---

Le froid, la fatigue, le stress, l'effort..... etc

Une règle pour la désaturation :

Prendre la DP immédiatement  $>$  à la DP réelle de la plongée.

Si aucun palier n'est prévu, observez quand même : 1' à 6 m + 5' à 3 m.

Si c'est une successive : Prendre le GPS  $>$  à la DP réelle de la plongée.

Avoir un comportement adulte et responsable face aux risques. S'abstenir si les toutes les conditions ne sont pas réunies. La plongée est une activité de loisirs, ne l'oubliez jamais.

La plongée se planifie avant de se mettre à l'eau.....c'est le briefing.



# Plongée altitude : les formules

---

P.atm du lieu est = à : P.atm en mm Hg / 760 mm Hg

Exemple : 608 mm Hg / 760 mm Hg = 0,8 bar.

Ou bien encore : 1-(altitude du lieu/10000 m)

Exemple : 1 - (2000/10000) = 0,8 bar.

La prof réelle est = à : Prof fictive \* P.atm du lieu.  
(Toujours < à la prof fictive).

Exemple : 40 m \* 0,8 bar = 32 m.

La prof fictive est = à : Prof réelle / P.atm du lieu. (Toujours > à la prof réelle).

Exemple : 32 m / 0,8 bar = 40 m.





# Plongée altitude : les formules

---

Le palier réel est = à : Prof fictive \* P.atm du lieu  
(Toujours < à la prof fictive).

Exemple : 6 m \* 0,8 bar = 4,80 m.  
3 m \* 0,8 bar = 2,40 m.

La vitesse de remontée est = à : 15 m' \* P.atm du lieu  
(Toujours < 15 m').

Exemple : 15 m \* 0,8 bar = 12 m.



# Les données de l'ordinateur

Les ordinateurs ou profondimètres électroniques, sont des instruments qui se ré-étalonnent automatiquement quelque soit l'altitude où l'on est.

P.atm au niveau de la mer : 1 bar ou 760 mm Hg

Exemple : P.atm du lieu = 608 mm HG ou 0,8 bar.

Les profondeurs sont exprimées en mètres

	Prof fictive	Prof réelle	Prof lue
Plongée	40	32	32
Palier	6	4,8	4,8
Palier	3	2,4	2,4



# Dessiner le profil

---

**Ce qu'il faut faire avant de tracer le profil de plongée.**

1 - Faire un tableau : Prof fictive - Prof réelle - Prof lue.

**Point important** : C'est à partir de la **profondeur fictive**, qu'on utilise les tables MN90.

2 - Calculer la P.atm du lieu **en bar**.

3 - Calculer la **VR** du lieu où l'on plonge.

4 - Renseigner les profondeurs réelles **sur le graphique**.

5 - Pour le reste c'est identique aux tables N2 vous devez maîtriser.

# PACO70

---

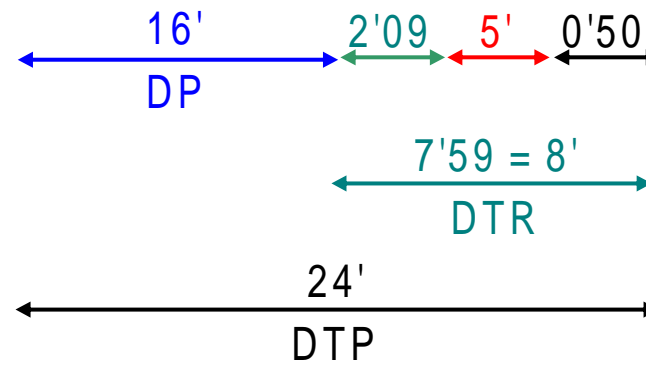
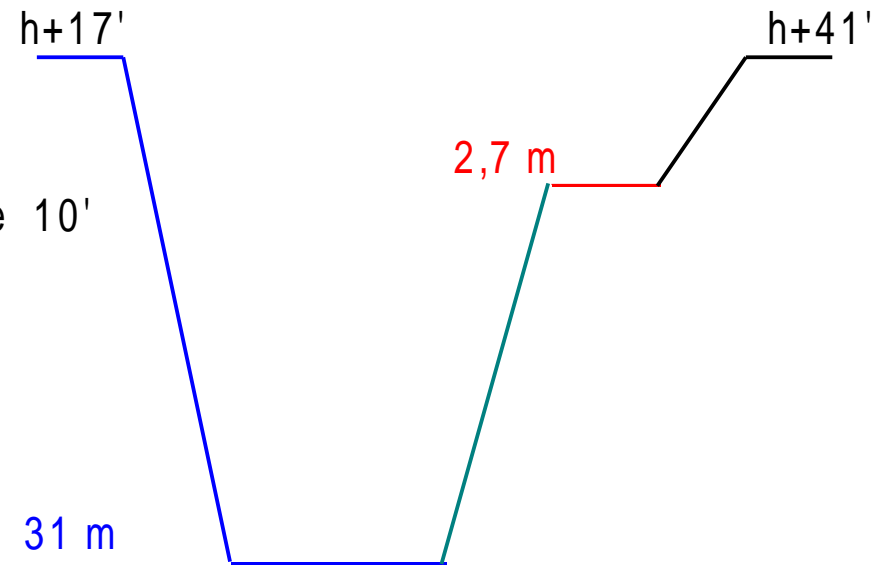
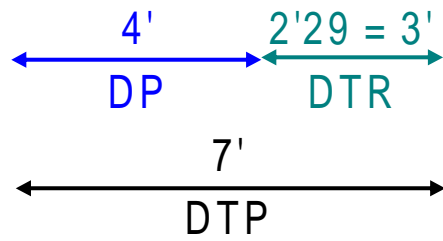
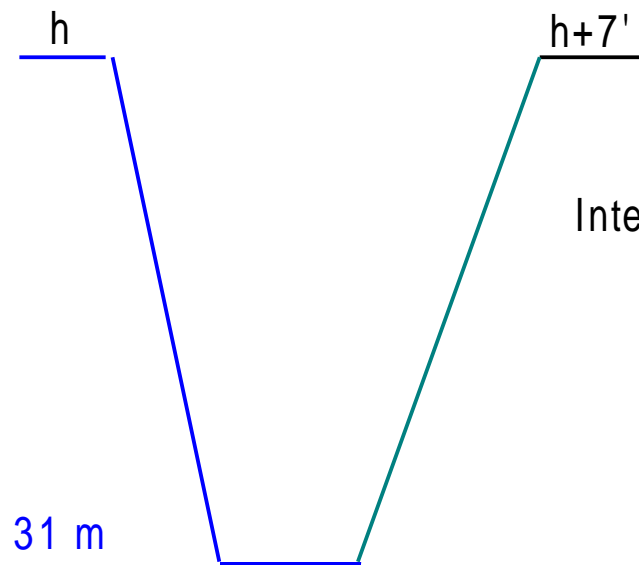
Une plongeuse dispose d'un profondimètre électronique et s'immerge sur un fond de 31 m pendant 4' dans un lac au-dessus duquel, la P.atm est de 684 mm Hg.

10' après son retour à la surface, elle se remet à l'eau pour libérer l'ancre à la même profondeur. Elle met 16' pour y parvenir.

Calculez : La profondeur réelle et la durée de (s) palier (s), l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie.

La P.atm au niveau de la mer, est de 760 mm Hg.





1	P.atm	0,9 b
2	VR.	13,5 m
3	GPS	C
4	N2/R sortie.	0,93

1	Profondeur	31		PF	PR	PL
2	DP1 + DP2	20'	Plongée1	34,4	31	31
3	GPS	H				
4	N2/R sortie.	1,16	Plongée2	34,4	31	31
			1er palier	3	2,7	2,7

# PASU74

---

Départ plongée 9h30', prof lue 38 m, durée 13', P.atm du lieu 608 mm Hg.

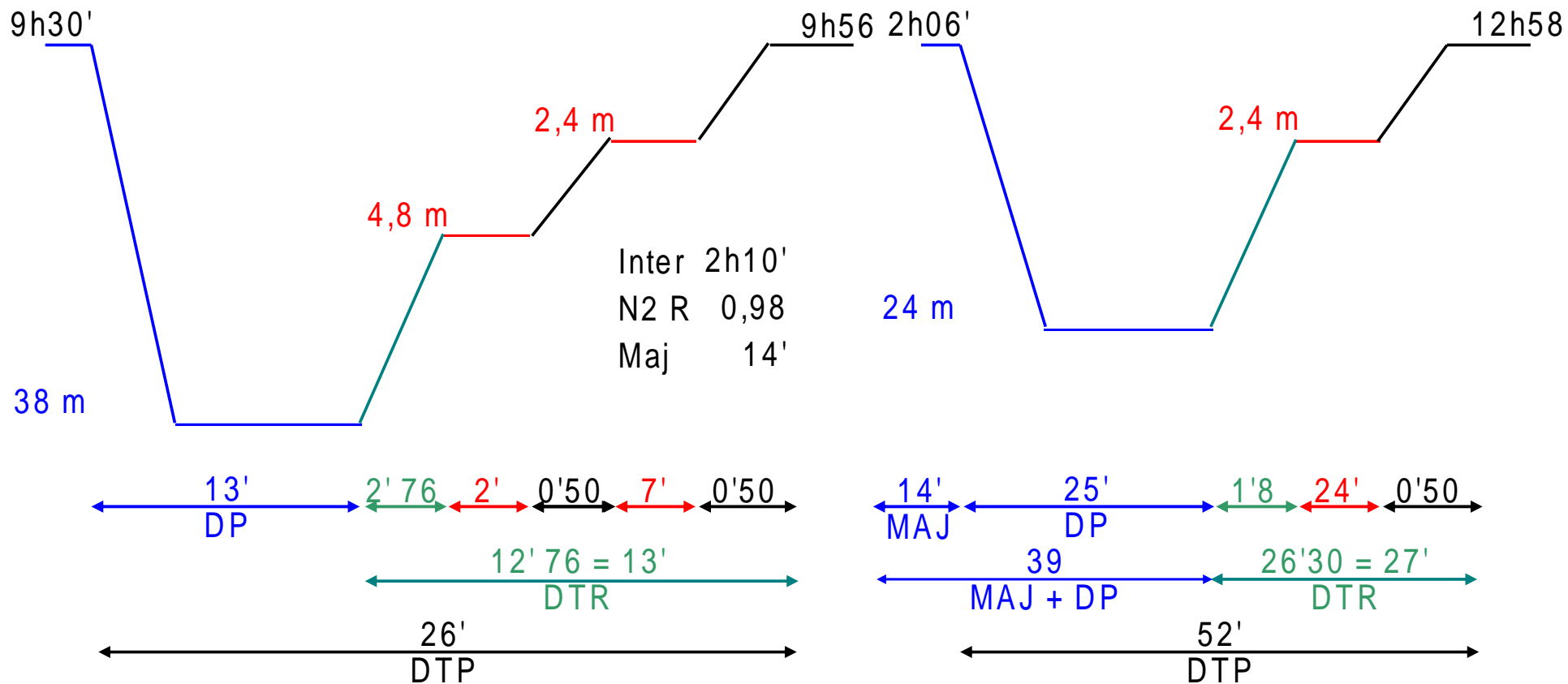
Toute la palanquée dispose de profondimètre électronique.

2h10' après le retour à la surface, cette palanquée s'immerge de nouveau pendant 25', à une profondeur fictive de 30 m.

Calculez : La profondeur réelle et la durée de (s) palier (s), l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie ?

La P.atm au niveau de la mer, est de 760 mm Hg.





	GPS	H	PF	PR	PL		GPS	K
1						1		
2	N2/R sortie. 1,16		Plongée 1 47,5	38	38	2	N2/R sortie. 1,29	
			1er palier 6	4,8	4,8			
			2ème palie 3	2,4	2,4			
			Plongée 2 30	24	24			
			1er palier 3	2,4	2,4			

# PAIP76

---

Départ plongée 14h, prof lue 26 m, durée 25', P.atm du lieu 684 mm Hg.

Le plongeur dispose d'un profondimètre électronique.

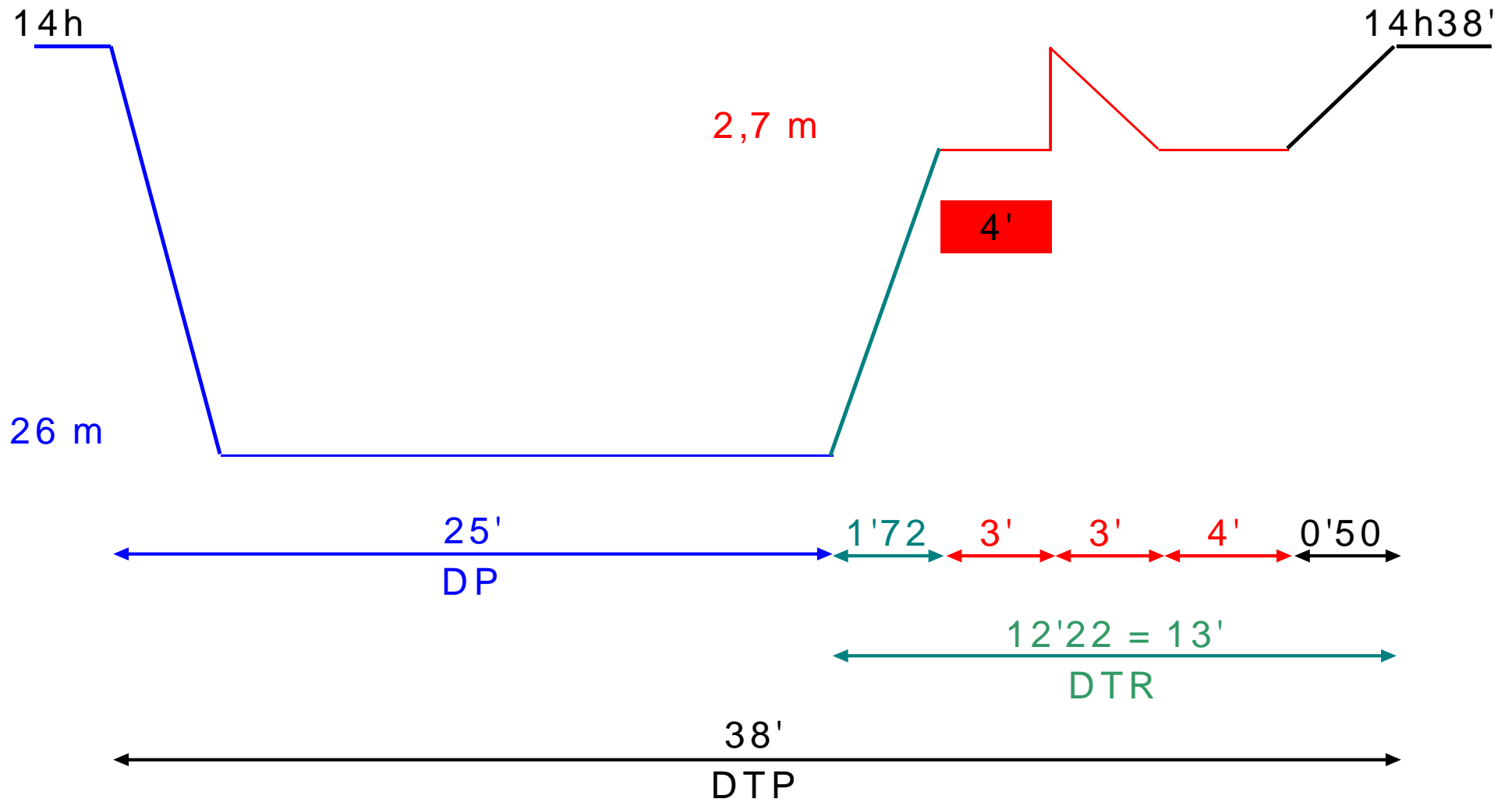
Après 3' de palier il rejoint la surface pour un problème d'autonomie d'air.

Calculez : La profondeur réelle et la durée de (s) palier (s), l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie ?

La P.atm au niveau de la mer, est de 760 mm Hg.







	GPS	H		PF	PR	PL
1	GPS	H		29	26 m	26
2	N2/R à la sortie	1,2	Plongée	3	2,7 m	2,7

# PARR80

---

Départ plongée 11h20', le profondimètre indique 45 m, P.atm du lieu 608 mm Hg.

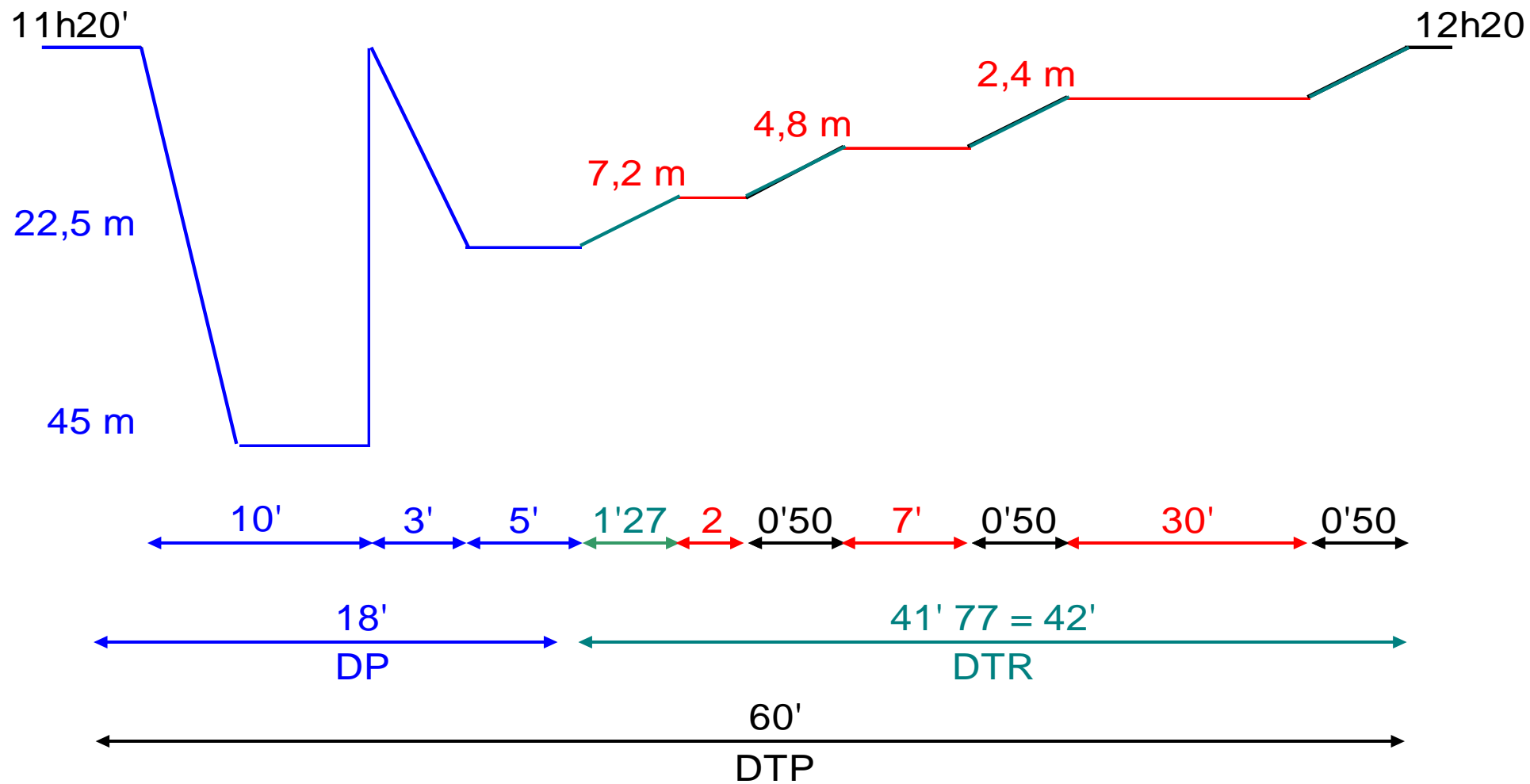
La plongeuse dispose d'un profondimètre électronique.

A 11h30' elle effectue une remontée rapide. Il lui faut 3' pour rejoindre le 1<sup>er</sup> palier.

Calculez : La profondeur réelle et la durée de (s) palier (s), l'heure de sortie, PS, N2/R à la sortie ?

La P.atm au niveau de la mer, est de 760 mm Hg.





	GPS	K		PF	PR	PL
1						
2	N2/R sortie.	1,29	Plongée	56,3	45	45
			1/2 profond	28,1	22,5	22,5
			Palier	9	7,2	7,2
			Palier	6	4,8	4,8
			Palier	3	2,4	2,4

# PASI83

---

Une palanquée s'immerge à 10h15', P.atm du lieu 608 mm Hg.

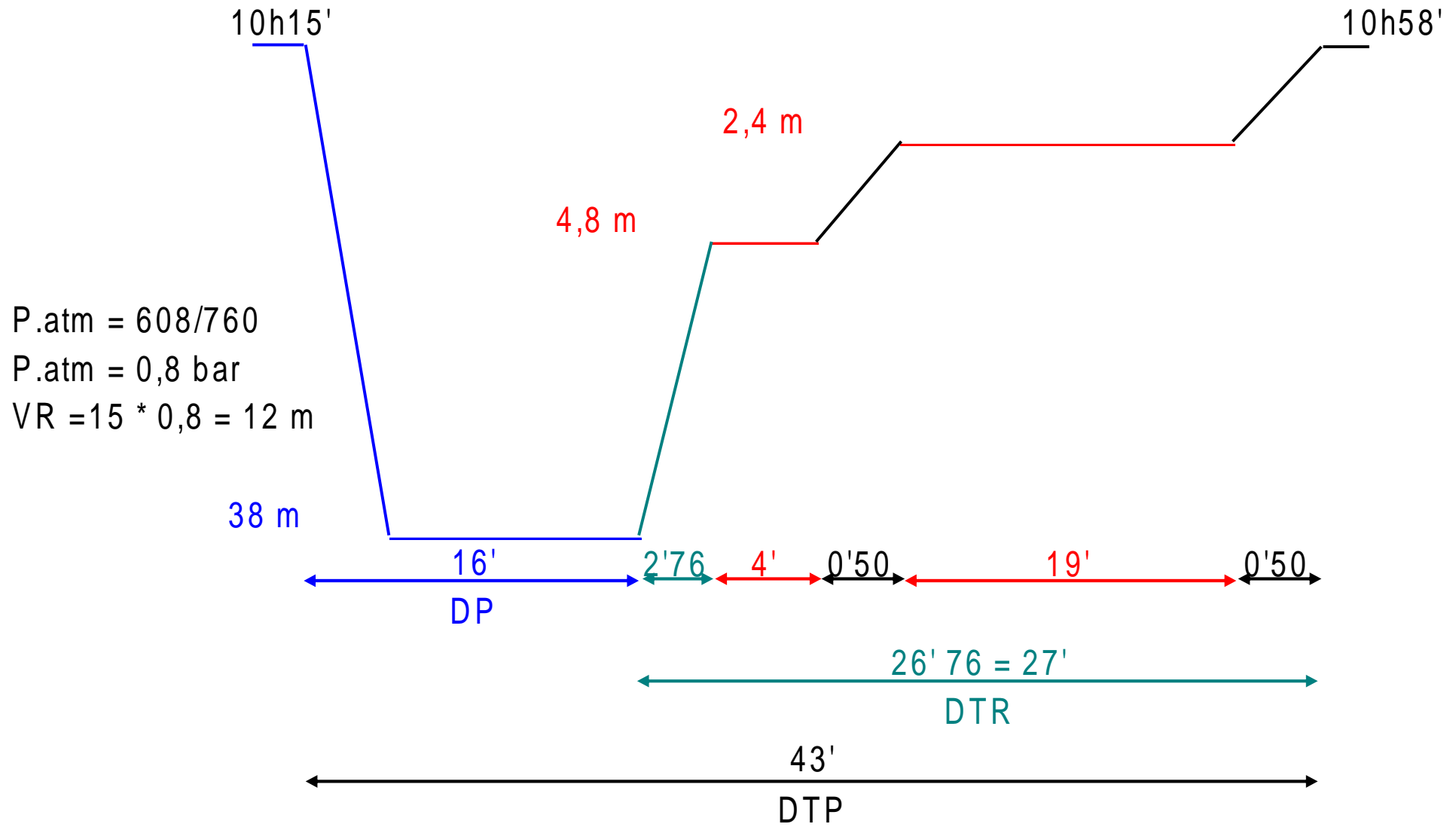
Arrivé au fond tous les ordinateurs affichent 38 m.

A 10h58' la palanquée arrive en surface à 10 m du bateau.

Calculez : La profondeur réelle atteinte, la DP, la profondeur réelle et la durée de (s) palier (s), l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie ?

La P.atm au niveau de la mer, est de 760 mm Hg.





	GPS	J		PF	PR	PL
1	GPS	J		PF	PR	PL
2	N2/R sortie.	1,24	Plongée	48	38	38
			1er palier	6	4,8	4,8
			2ème palier	3	2,4	2,4

# PASIM86

---

Départ plongée 15h, durée 40', tous les profondimètres indiquent 32m.

La P.atm du lieu 0,8 bar.

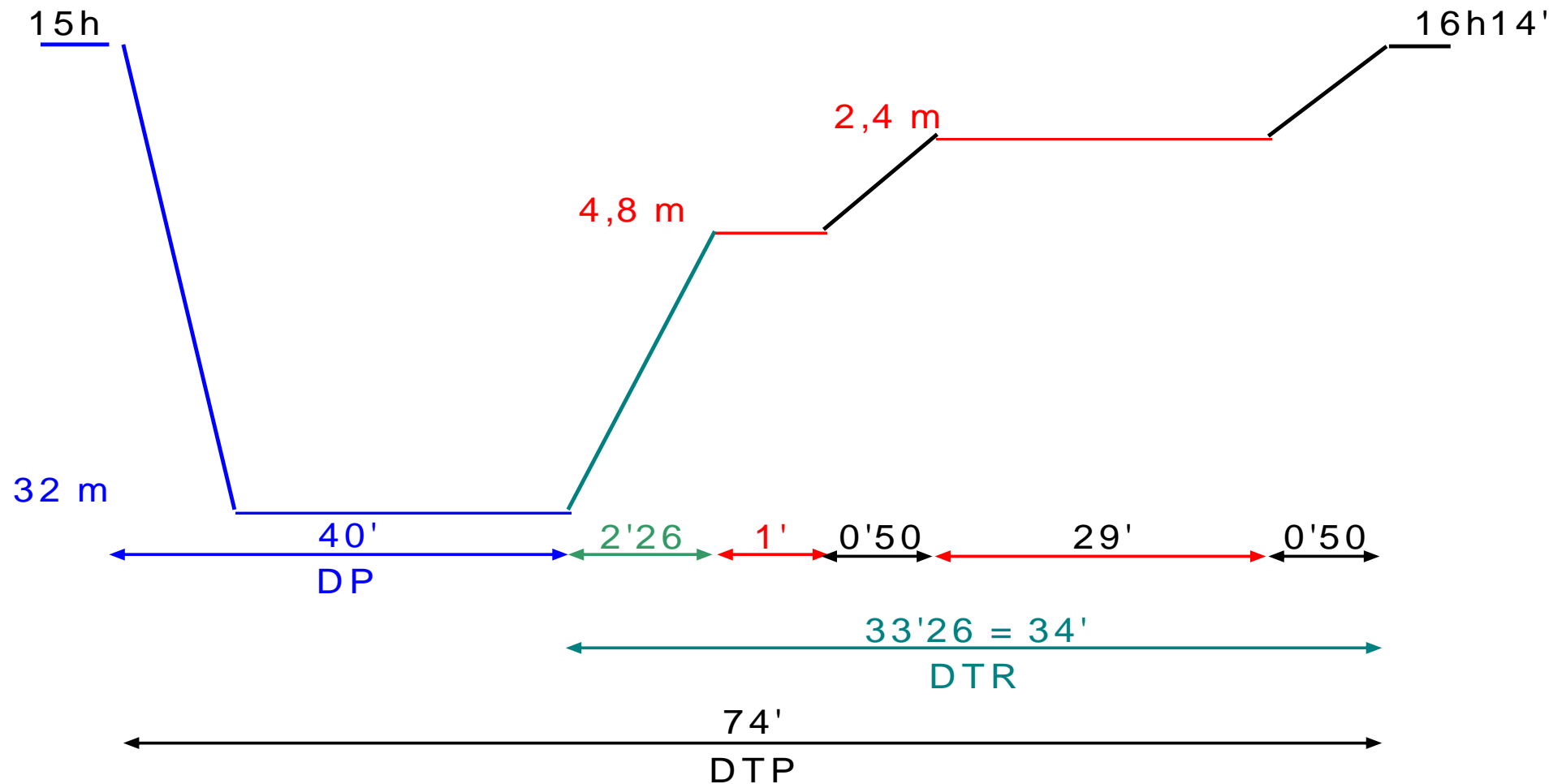
Les plongeurs disposent tous de profondimètre électronique.

La palanquée désire effectuer les paliers en entrant dans les tables avec la profondeur réelle.

Calculez : Le mélange à utiliser, la profondeur réelle et la durée de (s)  
Palier (s), l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie.

La P.atm au niveau de la mer, est de 760 mm Hg.





	GPS	K	PF	PR	PL
1	GPS	K	40	32	32
2	N2/R sortie.	1,29	Plongée	6	4,8
			1er palier	3	2,4
			2ème palier		2,4

$$PpN2 = (0,8 / 5) * 4 = 0,64 PpN2$$

$$\text{Mélange \% O2} = 100 \% - 64 \% = 36\%$$

# PASI93

---

Départ plongée 12h35', profondeur fictive 42 m, P.atm du lieu 646 mm Hg.

La palanquée débute la remontée à 12h59'.

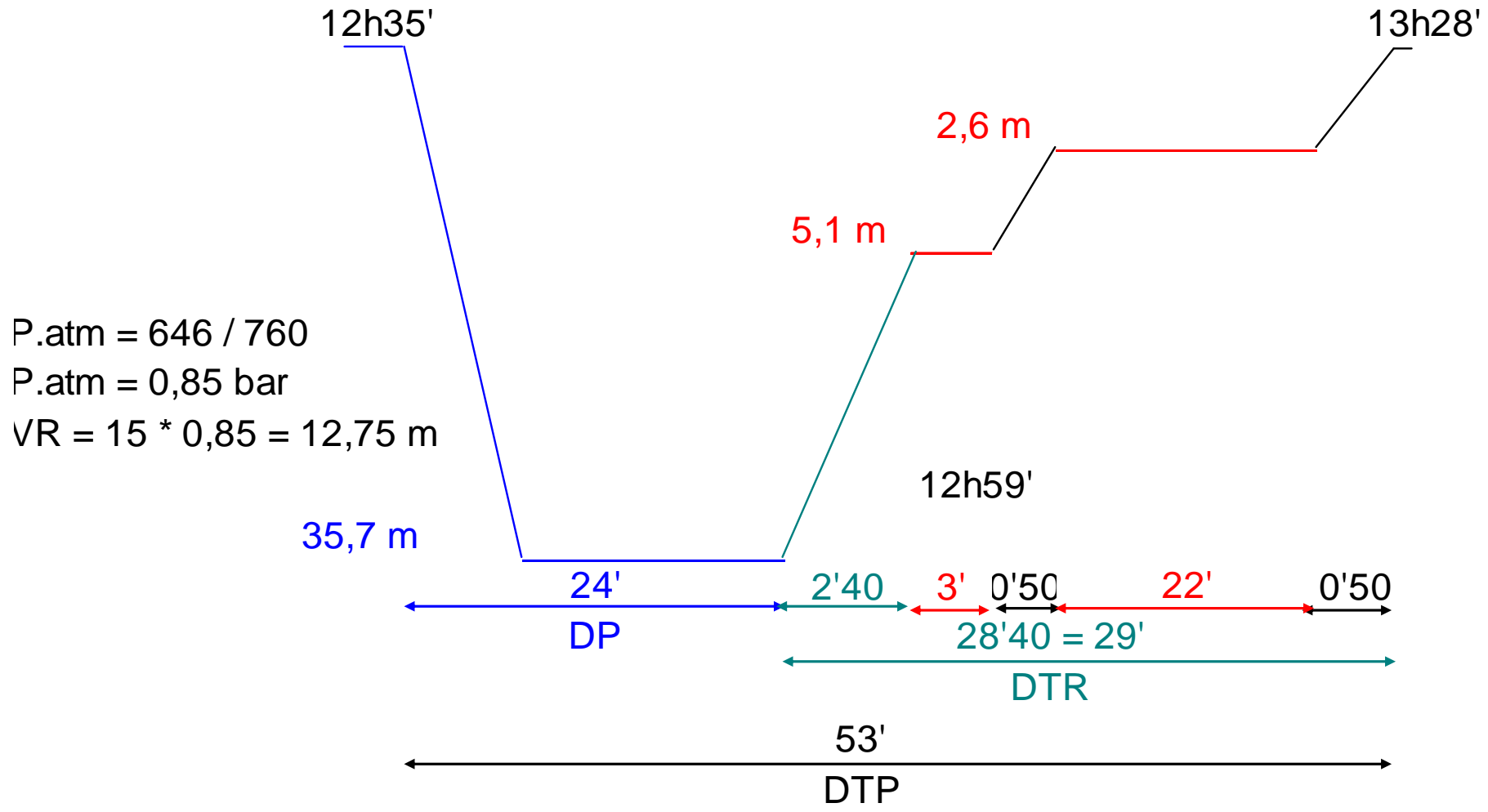
Calculez : La profondeur réelle, la DP, la profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure d'arrivée en surface, GPS, N2/R à la sortie.

Tous les plongeurs sont équipés d'ordinateur.

La P.atm au niveau de la mer est de 760 mm Hg.







1	GPS	J		PF	PR	PL	
2	N2/R sortie	1,24		Plongée	42	35,7	35,7
				Palier	6	5,1	5,1
				Palier	3	2,6	2,6

# PASI94

---

Heure d'arrivée en surface de la 1<sup>ère</sup> plongée : 12h25', GPS : C.

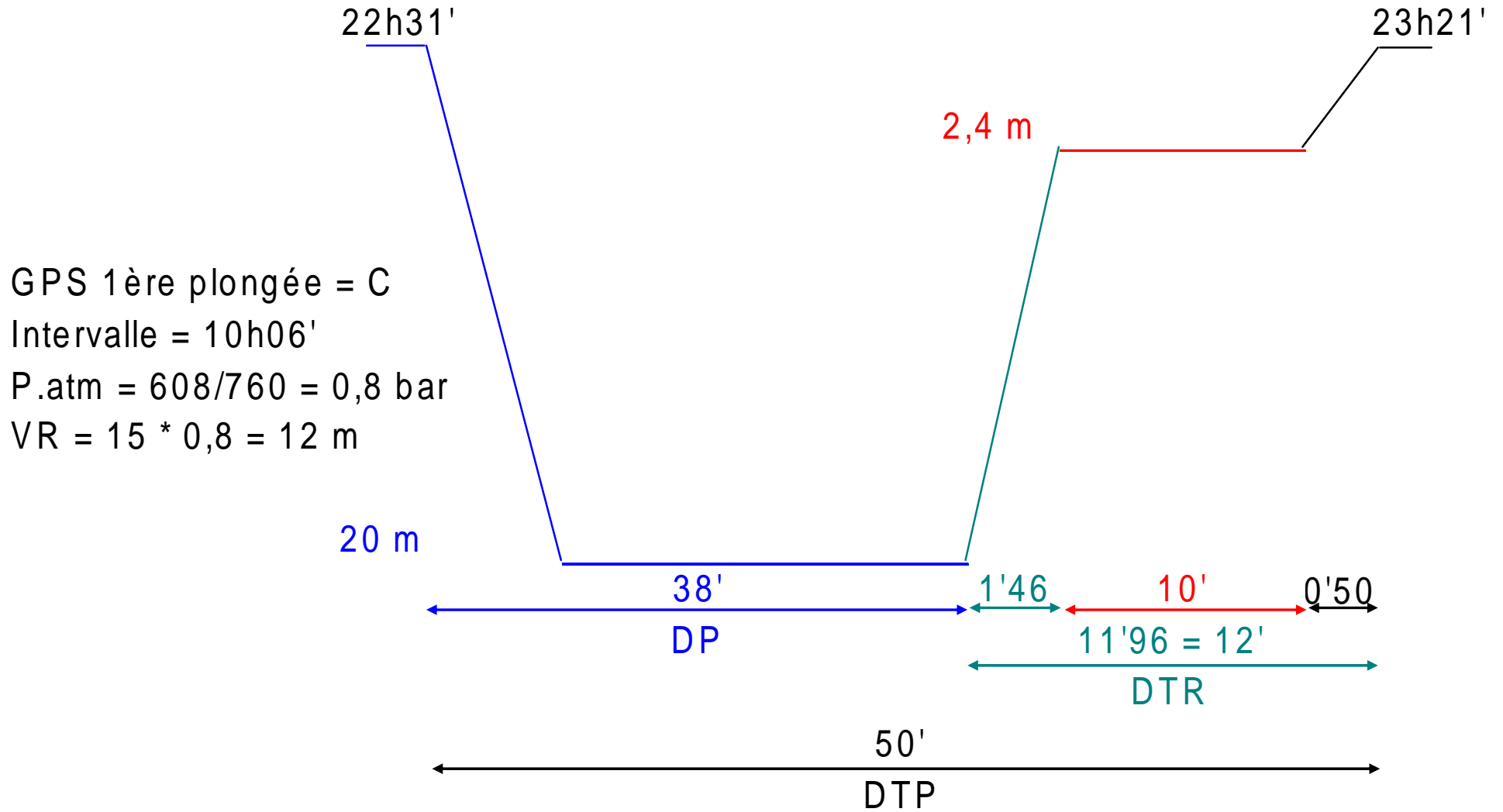
Départ pour une plongée de nuit à 22h31', profondeur lue 20 m, P.atm du lieu 608 mm Hg et l'exploration dure 38'.

Calculez : La profondeur réelle, la profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure d'arrivée en surface, GPS, N2/R 30' après la sortie.

Tous les plongeurs sont équipés de profondimètre.

La P.atm au niveau de la mer est de 760 mm Hg.





GPS 1ère plongée = C  
 Intervalle = 10h06'  
 $P_{atm} = 608/760 = 0,8 \text{ bar}$   
 $VR = 15 * 0,8 = 12 \text{ m}$

				PF	PR	PL
1	GPS	J	Plongée	25	20	20
2	N2/R + 30'	1,17	Palier	3	2	2

# PASI95

---

Départ plongée 11h45', profondeur réelle 27 m, durée de l'exploration 43'.

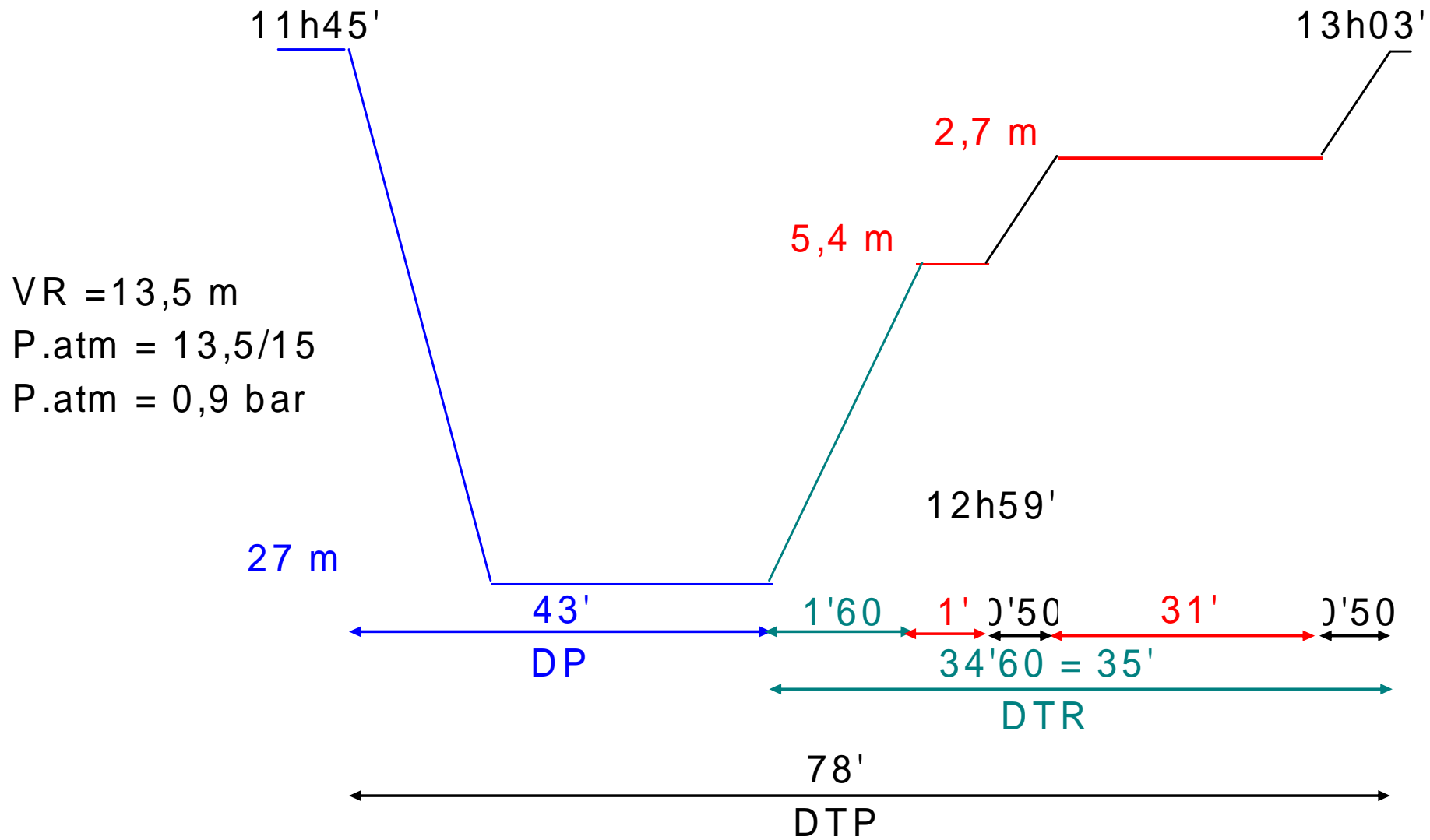
La vitesse de remontée du lieu de plongée sera de 13,5 m'.

Calculez : La profondeur lue, la profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure d'arrivée en surface, GPS, N2/R à la sortie.

Les plongeurs utilisent les tables MN90 et sont tous équipés d'ordinateur.

La P.atm au niveau de la mer est de 760 mm Hg.





VR = 13,5 m  
 P.atm = 13,5/15  
 P.atm = 0,9 bar

1	GPS	L	PF	PR	PL
2	N2/R sortie	1,33	30	27	27
	Plongée		6	5,4	5,4
	Palier		3	2,7	2,7

# PASI96

---

Départ plongée 9h52', profondeur fictive 50 m, durée de l'exploration 19'.

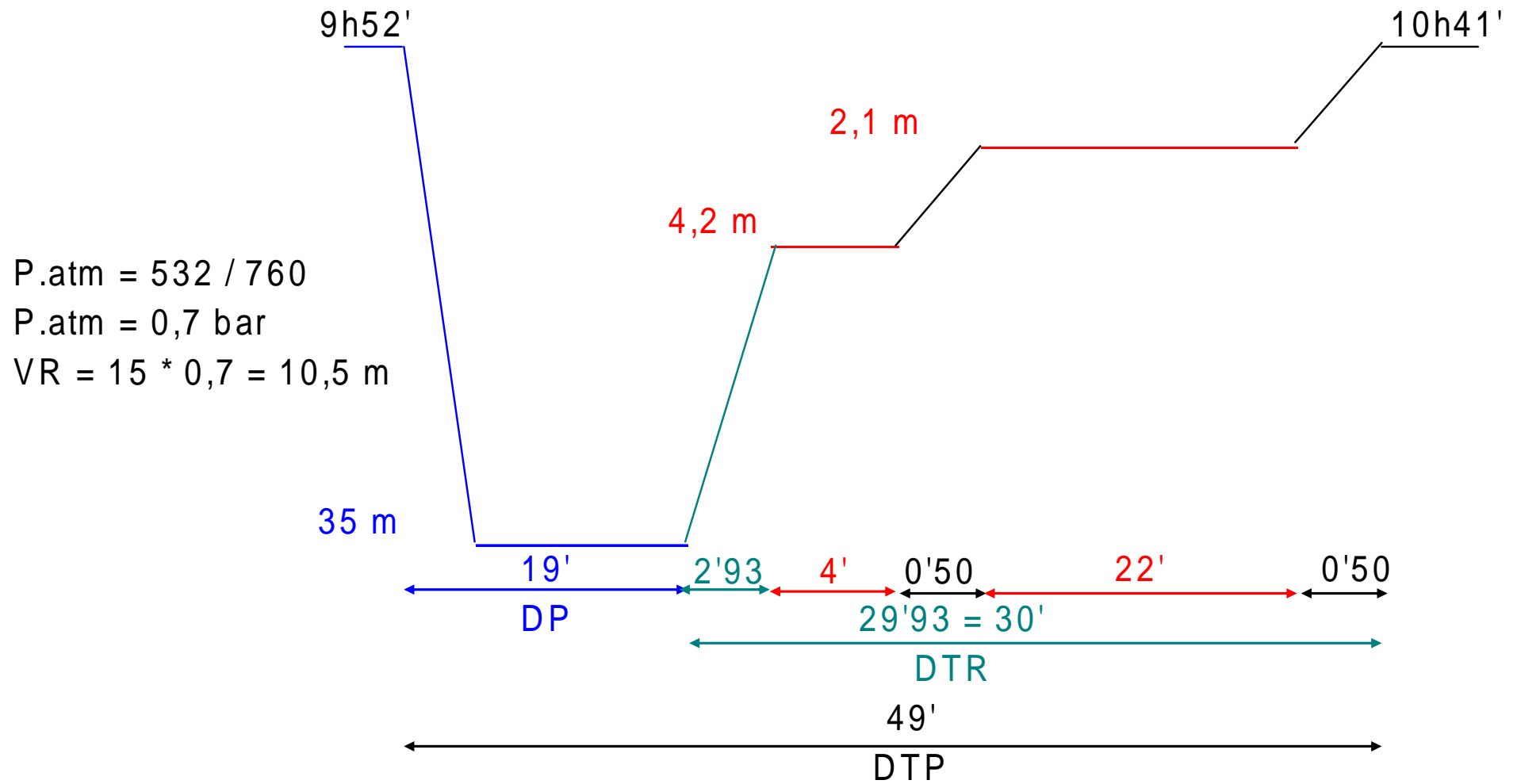
P.atm du lieu 532 mm Hg.

Calculez : La profondeur lue, la profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure d'arrivée en surface, GPS, N2/R à la sortie.

Les plongeurs sont tous équipés d'ordinateur.

La P.atm au niveau de la mer est de 760 mm Hg.





	J		PF	PR	PL
1 GPS			50	35	35
2 N2/R sortie	1,24	Plongée	6	4,2	4,2
		Palier	3	2,1	2,1

# PASI97

---

Départ plongée 15h44', profondeur affichée à l'ordinateur 28,5 m, heure de sortie de 16h50.

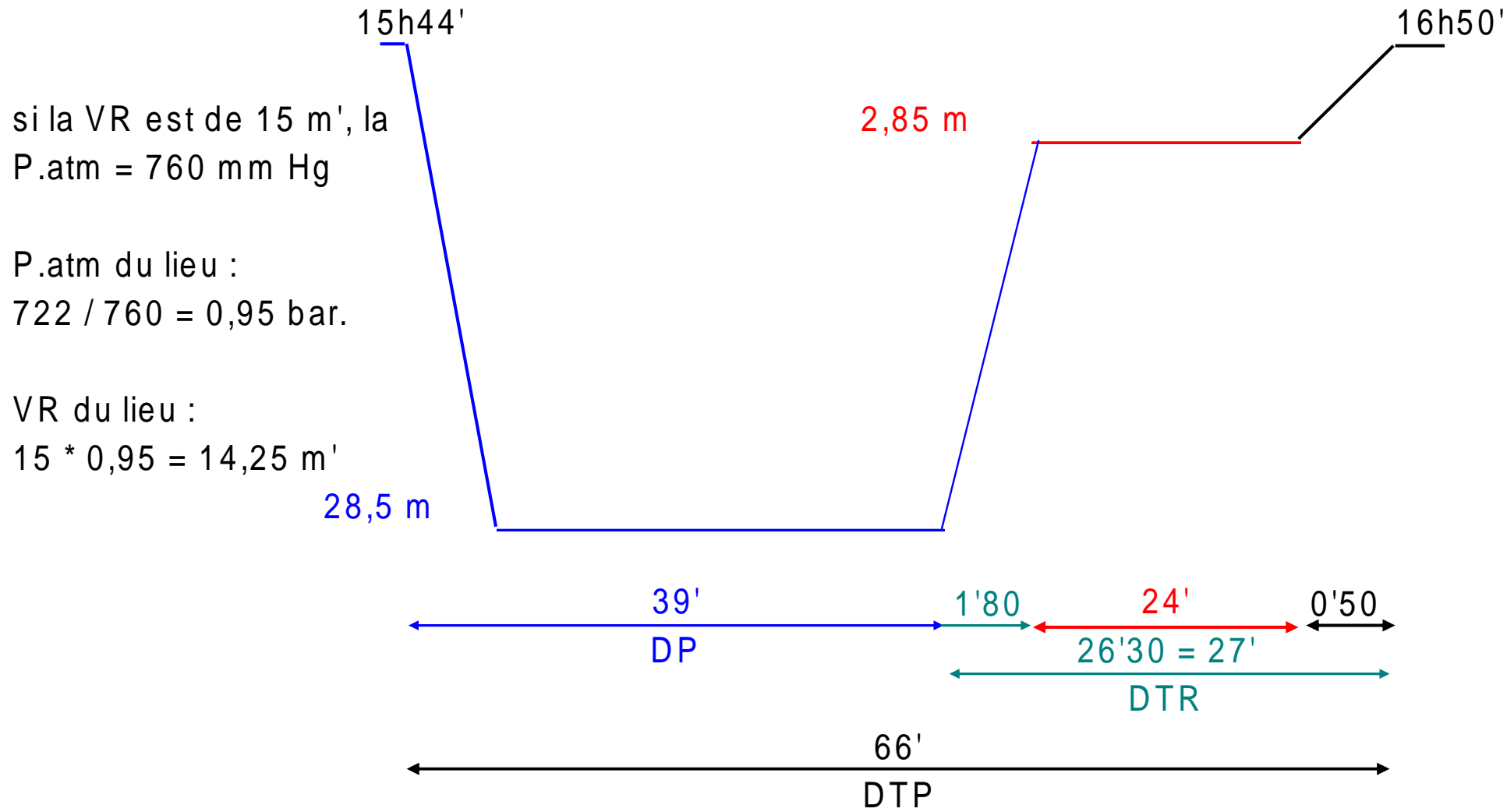
P.atm du lieu 722 mm Hg.

Calculez : La VR de remontée du lieu, la profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure de sortie de l'eau, GPS, N2/R à la sortie.

La VR de remontée au niveau de la mer est de 15 m'.







	GPS	K	PF	PR	PL
1	GPS	K			
2	N2/R sortie.	1,29	30	29	29
			Plongée		
			Palier	3	2,9
				2,9	2,9

# PASI98

---

Une palanquée s'immerge à 10h. Arrivée au fond tous les ordinateurs affichent 30 m.

A 10h30' le guide de palanquée signale aux plongeurs la fin de l'exploration et le groupe amorce la remontée.

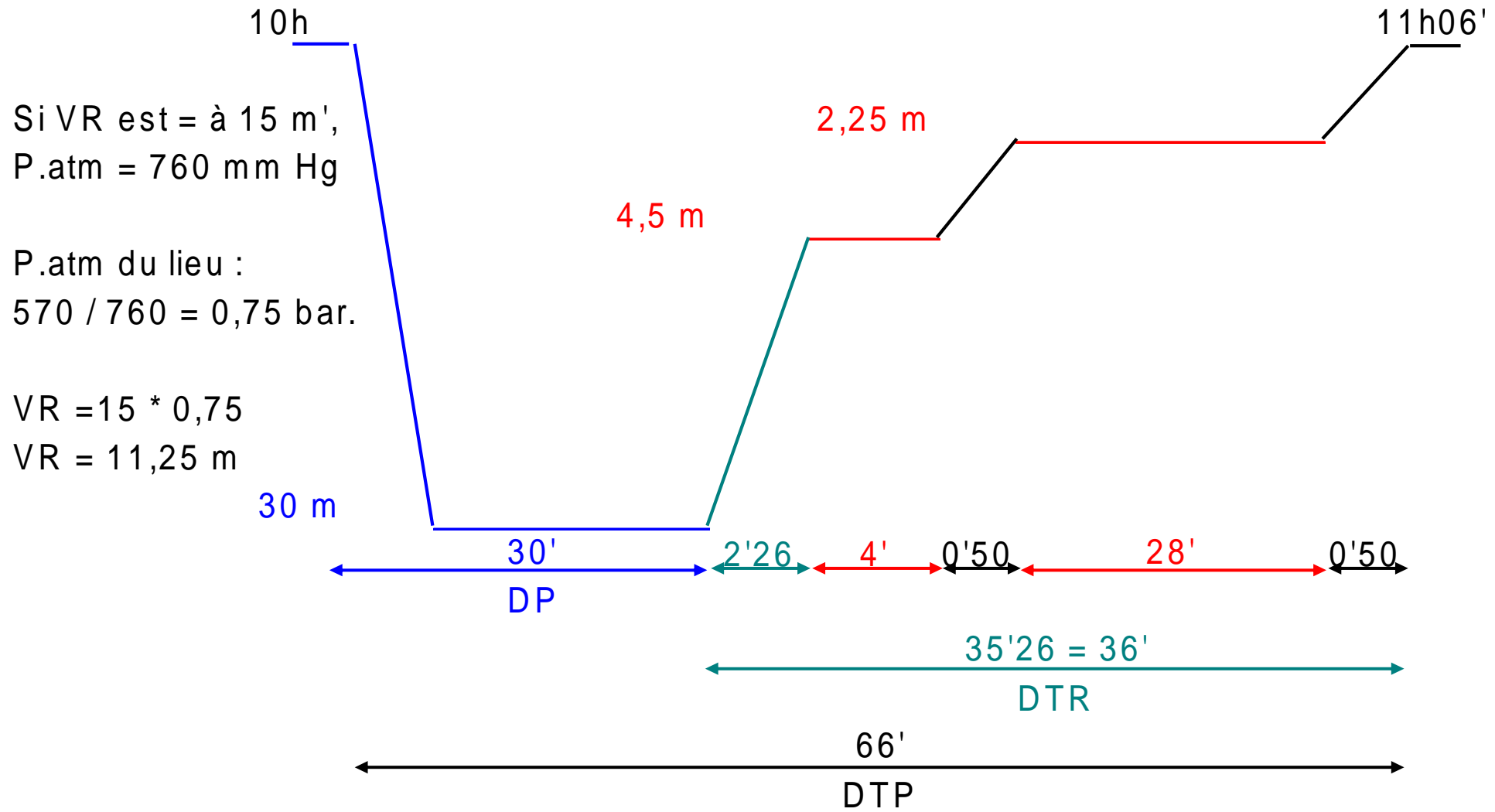
P.atm du lieu 570 mm Hg

La VR de remontée au niveau de la mer est de 15 m'.

Calculez : La VR de remontée du lieu, la profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie.

Justifiez votre développement.





	1	GPS	K		PF	PR	PL
	2	N2/R sortie.	1,29	Plongée	40	30	30
				Palier	6	4,5	4,5
				Palier	3	2,3	2,3

# PALE99

---

Une palanquée s'immerge à 14h26' dans un lac de montagne pour visiter un voilier posé sur un fond de 17 m, lu sur l'ordinateur.

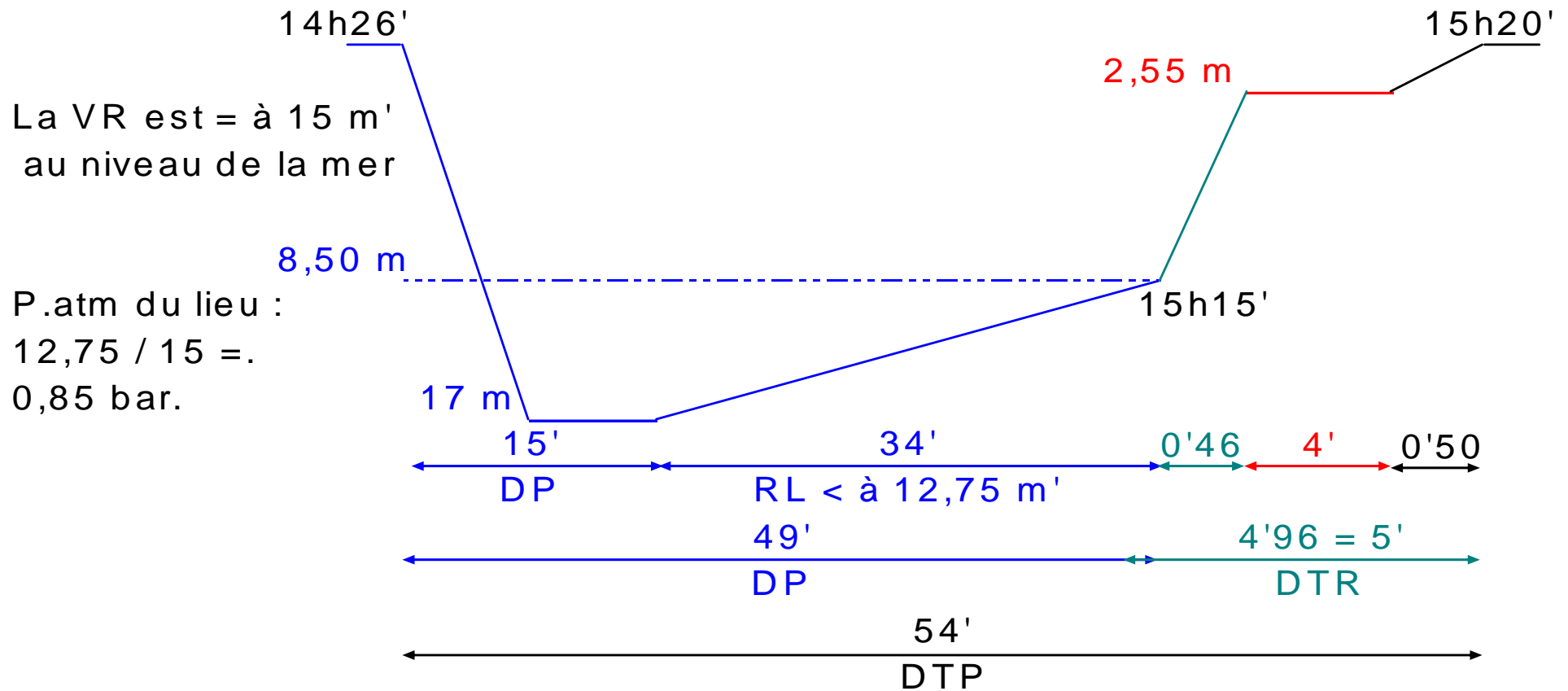
Après 15' d'exploration, la plongée se poursuit le long d'un tombant de toute beauté et à 15h15' le groupe se retrouve à 8,50 m de la surface.

A cet instant, le guide de la palanquée demande aux plongeurs de se regrouper et signale le début de la remontée selon la règle des tables MN90.

La VR du lieu est de 12,75 m'.

Calculez : La profondeur réelle et la durée du ou des paliers, l'heure de sortie, GPS, N2/R à la sortie. Justifiez votre développement.





1	GPS	I		PF	PR	PL
2	N2/R sortie.	1,20	Plongée	20	17	17
			Palier	10	8,5	8,5
			Palier	3	2,3	2,3

La remontée depuis les 17 m s'étant effectuée avec une VR du lieu < à 12,75 m', la DP sera le temps écoulé depuis le départ jusqu'à l'arrivée aux 8,50 m de la surface et 17 m comme profondeur réelle.