

REVISIONS

Dominique Marin
MF1 20708

15/12/10

CTD13 -

1

Révisions : Dalton

- « Dans un mélange gazeux en équilibre, la pression partielle d'un constituant est la pression qu'il exercerait s'il occupait seul le volume offert au mélange à la température de l'équilibre »
- $P_p A = \text{Frac } A (\%) * P \text{ Abs}$
- $P_p A + P_p B = P \text{ Abs}$

Révisions : Dalton

1/ A quelle profondeur se trouve un plongeur, qui respire de l'air dans lequel la pression partielle d'azote est 3.6 b ?

2/ A quelle profondeur un plongeur respirant de l'air dont la teneur de gaz carbonique est de 2% entrera t-il en syncope ?
(On donne P_{pCO_2} syncope = 80 g/cm²)

Révisions : Dalton

$$\begin{aligned} 1/ \quad P_p \text{ N}_2 &= \% \text{ N}_2 * P \text{ Abs} \\ P \text{ Abs} &= P_p \text{ N}_2 / \% \text{ N}_2 \\ &= 3.6 / 80\% \\ &= 4.5 \text{ b} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ Abs} &= P_{\text{Prof}} / 10 + 1 \\ P_{\text{Prof}} &= 10 * (P \text{ Abs} - 1) \\ &= 10 * (4.5 - 1) \\ &= 35 \text{ m} \end{aligned}$$

Révisions : Dalton

$$\begin{aligned} 2/ \quad P_p \text{ CO}_2 \text{ Sync} &= \% \text{ CO}_2 * P \text{ Abs} \\ P \text{ Abs} &= P_p \text{ CO}_2 \text{ Sync} / \% \text{ CO}_2 \\ &= 0.08 \text{ b} / 2\% \\ &= 4 \text{ b} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ Abs} &= \text{Prof} / 10 + 1 \\ \text{Prof} &= 10 * (P \text{ Abs} - 1) \\ &= 10 * (4 - 1) \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

 **Attention à la qualité de l'air de gonflage !!**
Etre éloigné des sources fumées, pots échappements,....

Révisions : Dalton

3/ On dispose d'une bouteille de 12l d'oxygène pur à 60 b et d'une bouteille de 60l d'azote à 30 b que l'on met en communication jusqu'à équilibre complet de la pression et de la composition.

- a) Déterminer la pression finale du mélange
- b) Déterminer les pressions partielles de chaque constituant du mélange

Révisions : Dalton

- 3/ a) Situation du système avant mélange : $P_1V_1 + P_2V_2$
Situation du système après mélange : $P \text{ finale} * (V_1 + V_2)$

→ Le système étant en équilibre, on a :

$$P_1V_1 + P_2V_2 = P \text{ finale} * (V_1 + V_2)$$

$$\text{d'où : } P \text{ finale} = (P_1V_1 + P_2V_2) / (V_1 + V_2)$$

$$= (60 * 12 + 30 * 60) / (12 + 60)$$

$$= 35 \text{ b}$$

b)

situation initiale : $P_1V_1 =$ situation finale : $P_{p \text{ O}_2} * (V_1 + V_2)$

$$\rightarrow P_{p \text{ O}_2} = P_1V_1 / (V_1 + V_2) = 60 * 12 / (12 + 60) = 10 \text{ b}$$

situation initiale : $P_2V_2 =$ situation finale : $P_{p \text{ N}_2} * (V_1 + V_2)$

$$\rightarrow P_{p \text{ N}_2} = P_2V_2 / (V_1 + V_2) = 30 * 60 / (12 + 60) = 25 \text{ b}$$

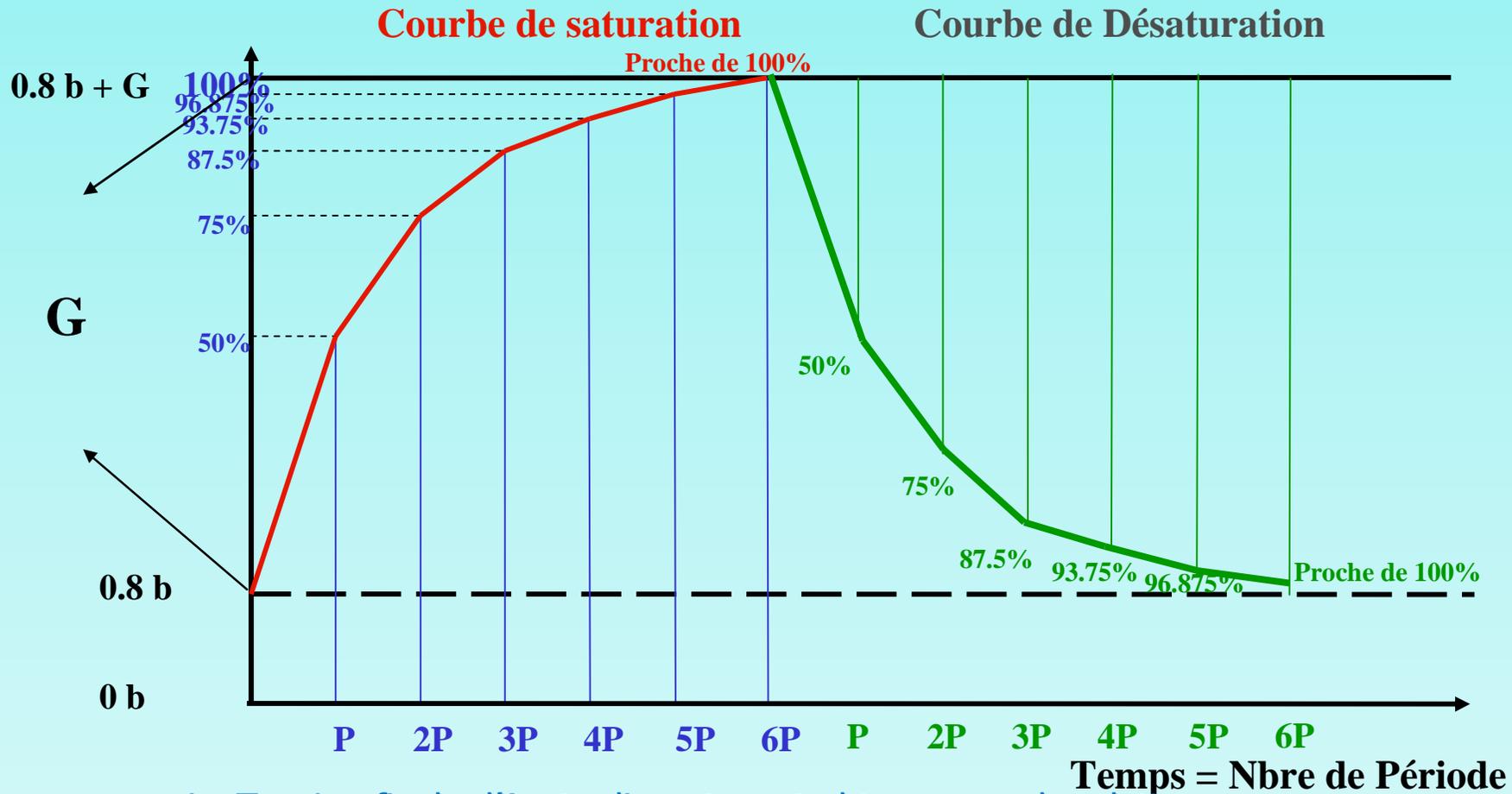
Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

- « Lorsqu'un gaz est en équilibre, à température et pression données, avec un liquide dans lequel il est soluble, la masse dissoute de gaz dans le liquide, est proportionnelle à sa pression en surface. »

$$Q = k * P$$

- Au bout d'un certain temps, et si la Pression et la Température restent constantes, la quantité de Gaz dissoute atteint une limite: c'est la **SATURATION** qui correspond à un état d'équilibre entre la pression du Gaz libre et la pression du Gaz dissous dans le liquide
- L'Etat de **Sous-Saturation** correspond à un état de déséquilibre : la Pression du Gaz libre est supérieure à la Tension du Gaz dissous
- L'Etat de **Sur-Saturation** correspond aussi à un état de déséquilibre : la Pression du Gaz libre est inférieure à la Tension du Gaz dissous

Révisions : Henry – Éléments de calcul des tables



La Tension finale d'Azote dissoute, est obtenue par la relation :

$$TN2 \text{ finale} = TN2 \text{ initiale} + G0 \times Ts (\%).$$

On a la même relation pour la restitution d'azote (ou décharge) par le compartiment :

$$TN2 \text{ finale} = TN2 \text{ initiale} - G0 \times Ts (\%).$$

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

c- Seuil de Sur-saturation Critique

Au cours de la remontée, le rapport TN2 du compartiment et Pabs ambiante ne doit jamais dépasser un seuil critique appelé **Seuil de sursaturation critique Ssc**:

$$Ssc = TN2 / P Abs.$$

→ C'est-à-dire que le rapport $TN2 / Scc = Pabs$ donne la pression ambiante donc le niveau d'immersion à ne pas dépasser par le compartiment, pour éviter un **dégazage d'azote anarchique** ou **ADD**.

→ Autrement dit, pour rejoindre la surface, chaque rapport : $TN2 / Scc = P Abs$, des 12 compartiments qui composent les Tables MN 90, doivent être inférieurs à 1b, qui est la P Atm au niveau de la mer.

COMP	5'	7'	10'	15'	20'	30'	40'	50'	60'	80'	100'	120'
Ssc	2.72	2.54	2.38	2.20	2.04	1.82	1.68	1.61	1.58	1.56	1.55	1.54

Le compartiment ayant la période la plus longue est **T120'**,

→ i.e que la charge ou l'élimination complète de l'azote, selon ce modèle, s'effectue au bout d'un temps de **12h** :

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

4/ Un compartiment de période 30', saturé à la pression atmosphérique est immergé à 20m de profondeur lors d'une plongée à l'air.

Quelle est la Tension d'azote dissous dans ce compartiment après 2 h d'immersion ?

5/ Lors d'une plongée à 30m pendant 20', on considère 2 tissus T10' et T20'.

a) Quel sera le Tissu directeur ?

b) Quelle profondeur de palier imposera t-il ?

Sc 10' = 2.38; Sc 20' = 2.04

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

4/ Gradient $G = (3b - 1b) * 80\% = 1.6 b$

2 h d'immersion correspond à 4 Périodes donc $P = 4$ et $T_s = 93.75\%$

D'où T N2 finale = T N2 initiale + $G * T_s$ (%)

$$= 0.8 + 1.6 * 93.75\%$$

$$= 2.3 b$$

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

5/

	T10	T20
T N2 initiale	0.8b	0.8b
P Abs	4b	4b
G	2.4b	2.4b
P =	2P	1P
Ts	75%	50%
T N2 finale	$0.8b + 2.4bx 75\%$ $= 2.6b$	$0.8b + 2.4bx 50\%$ $= 2b$
Ss c =	2.38	2.04
P Abs = T N2 / Ss c	$2.6b / 2.38 = 1.09b$	$2b / 2.04 = 0.98b$
	Compartiment directeur	
Arrêt à	0.9m	0m
Palier à	3m	0m

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

- 6/ Un tissu T120' immergé ressort avec une tension d'azote de 1.44 b
Quelle est sa Tension d'azote après 2h en surface après avoir respiré :
- a) de l'O₂ pur ?
 - b) un Nitrox 60/40 ?
 - c) de l'air ?

- 7/ 3 compartiments T7' ($Sc = 2.54$), T30' ($Sc = 1.82$) et T60' ($Sc = 1.58$), préalablement saturés à l'air atmosphérique sont immergés à 40m pendant 1h.
- a) Quelle est la profondeur limite à laquelle chacun des compartiments pourra être remonté sans dégazage anarchique?
 - b) Quel est le compartiment directeur
 - c) Quelle est la profondeur du 1^{er} palier table fédérale

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

6/ 2 h correspond à 1 Période donc $P = 1$ et $T_s (\%) = 50\%$

a) avec de l'O₂ pur :

$$G = 1.44 \text{ b} - 0 \text{ b} = 1.44 \text{ b}$$

$$\begin{aligned} T \text{ N}_2 \text{ finale} &= T \text{ N}_2 \text{ initiale} - G * T_s(\%) \\ &= 1.44 - 1.44 * 50\% \\ &= 0.72 \text{ b} \end{aligned}$$

b) avec de un Nitrox 60/40 :

$$G = 1.44 \text{ b} - 40\% * 1 \text{ b} = 1.04 \text{ b}$$

$$\begin{aligned} T \text{ N}_2 \text{ finale} &= T \text{ N}_2 \text{ initiale} - G * T_s(\%) \\ &= 1.44 - 1.04 * 50\% \\ &= 0.92 \text{ b} \end{aligned}$$

c) avec de l'air :

$$G = 1.44 \text{ b} - 80\% * 1 \text{ b} = 0.64 \text{ b}$$

$$\begin{aligned} T \text{ N}_2 \text{ finale} &= T \text{ N}_2 \text{ initiale} - G * T_s(\%) \\ &= 1.44 - 0.64 * 50\% \\ &= 1.12 \text{ b} \end{aligned}$$

Révisions : Henry – Eléments de calcul des tables

- 7/ 3 compartiments T7' ($Sc = 2.54$), T30' ($Sc = 1.82$) et T60' ($Sc = 1.58$), préalablement saturés à l'air atmosphérique sont immergés à 40m pendant 1h.
- a) Quelle est la profondeur limite à laquelle chacun des compartiments pourra être remonté sans dégazage anarchique?
 - b) Quel est le compartiment directeur ?
 - c) Quelle est la profondeur du 1^{er} palier table fédérale ?

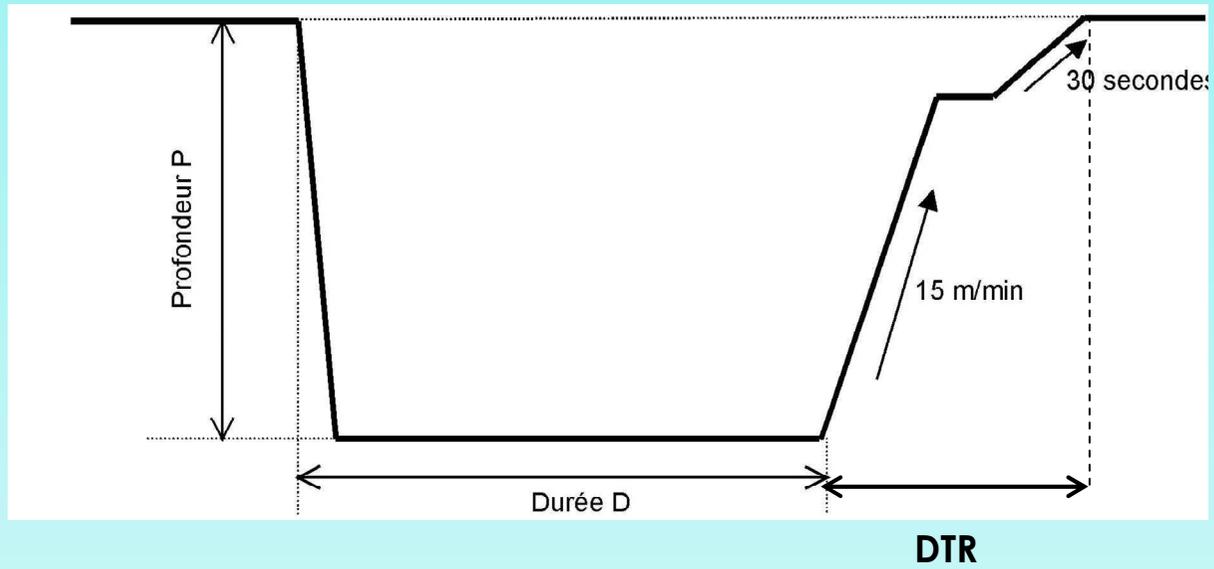
Révisions : Henry – Éléments de calcul des tables

7/

	T 7'	T 30'	T 60'
T N2 initiale	$1 * 80\% = 0,8b$	0,8b	0,8b
P Abs	5b	5b	5b
G	$5 * 80\% - 0,8 = 3,2b$	3,2b	3,2b
P =	> 6P	2P	1P
Ts (%)	100%	75%	50%
T N2 finale = T N2 initiale + G * Ts (%)	$0,8 + 3,2 * 100\% = 4b$	$0,8 + 3,2 * 75\% = 3,2b$	$0,8 + 3,2 * 50\% = 2,4b$
Ssc	2,54	1,82	1,58
P Abs = T N2 / Ssc	$4 / 2,54 = 1,57b$	$3,2 / 1,82 = 1,76b$	$2,4 / 1,58 = 1,52b$
		Compartment Directeur	
Arrêt à :		7,6m	
Palier à :		9m	

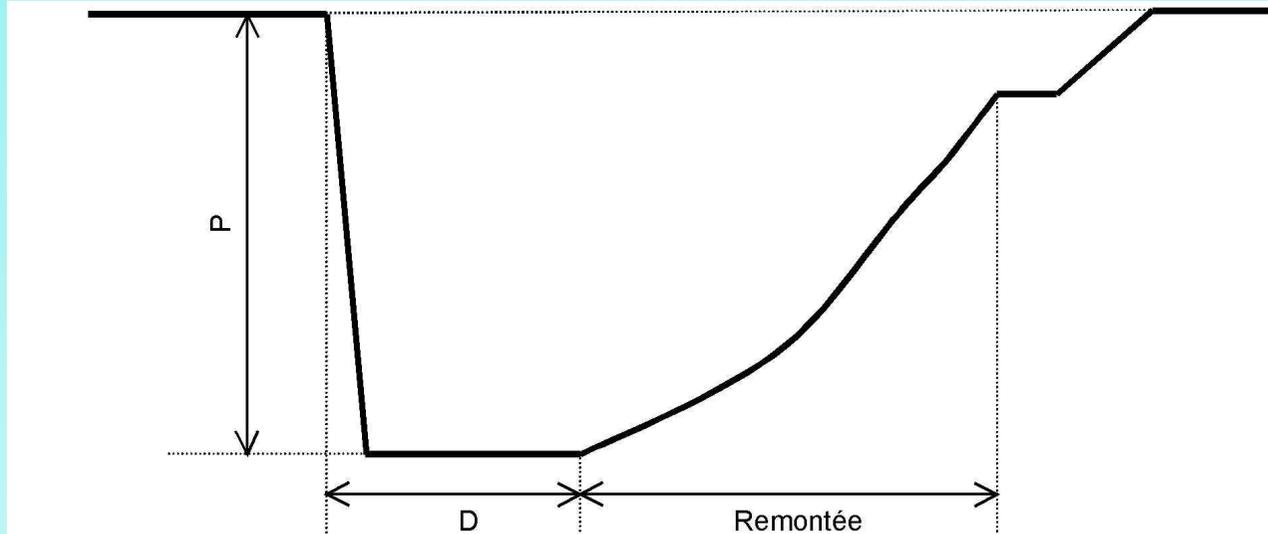
Révisions : Tables

a- Plongée simple

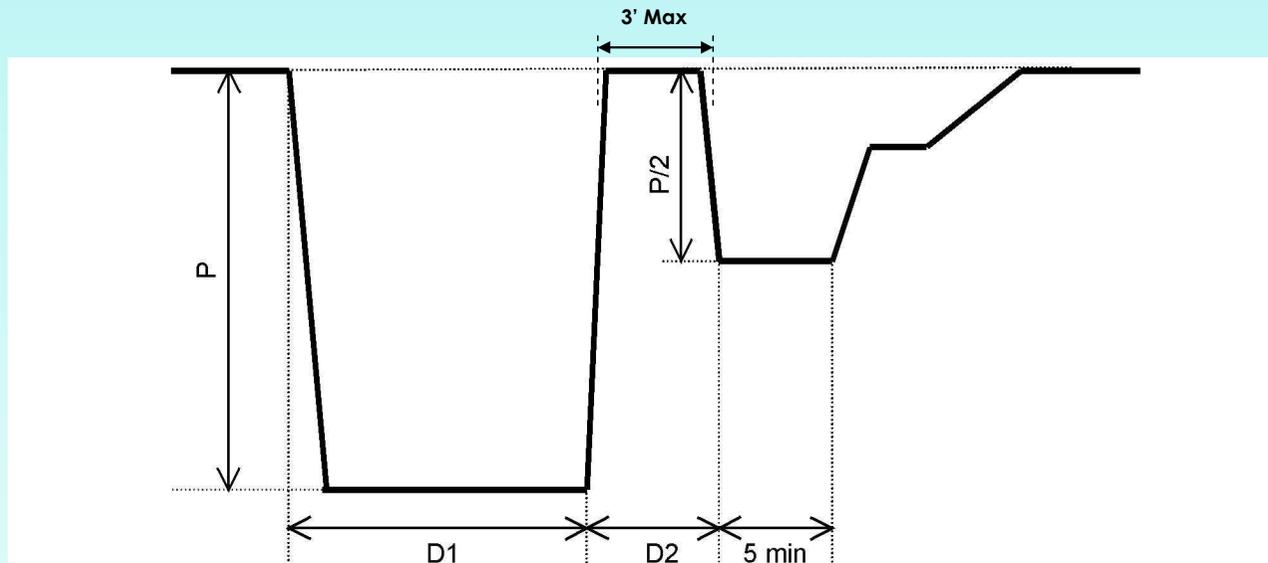


Révisions : Tables

b- Procédures particulières : remontée lente

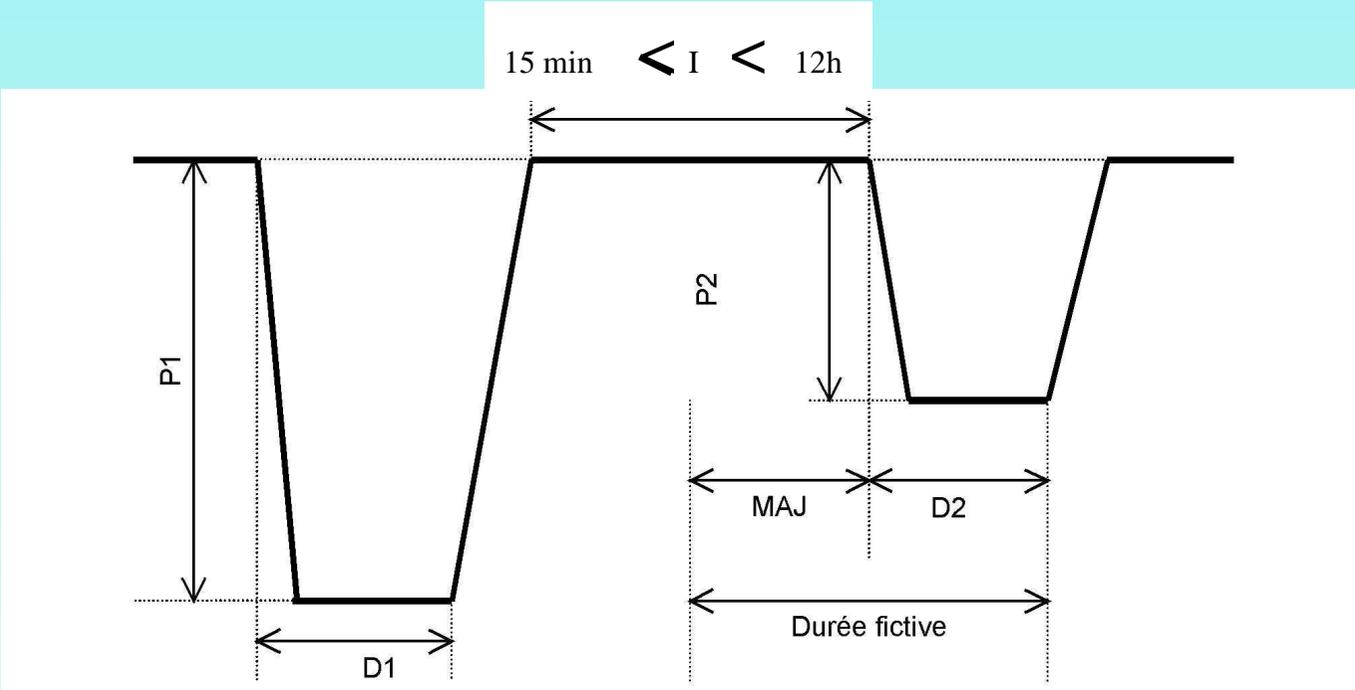


c- Procédures particulières : remontée rapide (à 2 et si pas de symptôme)



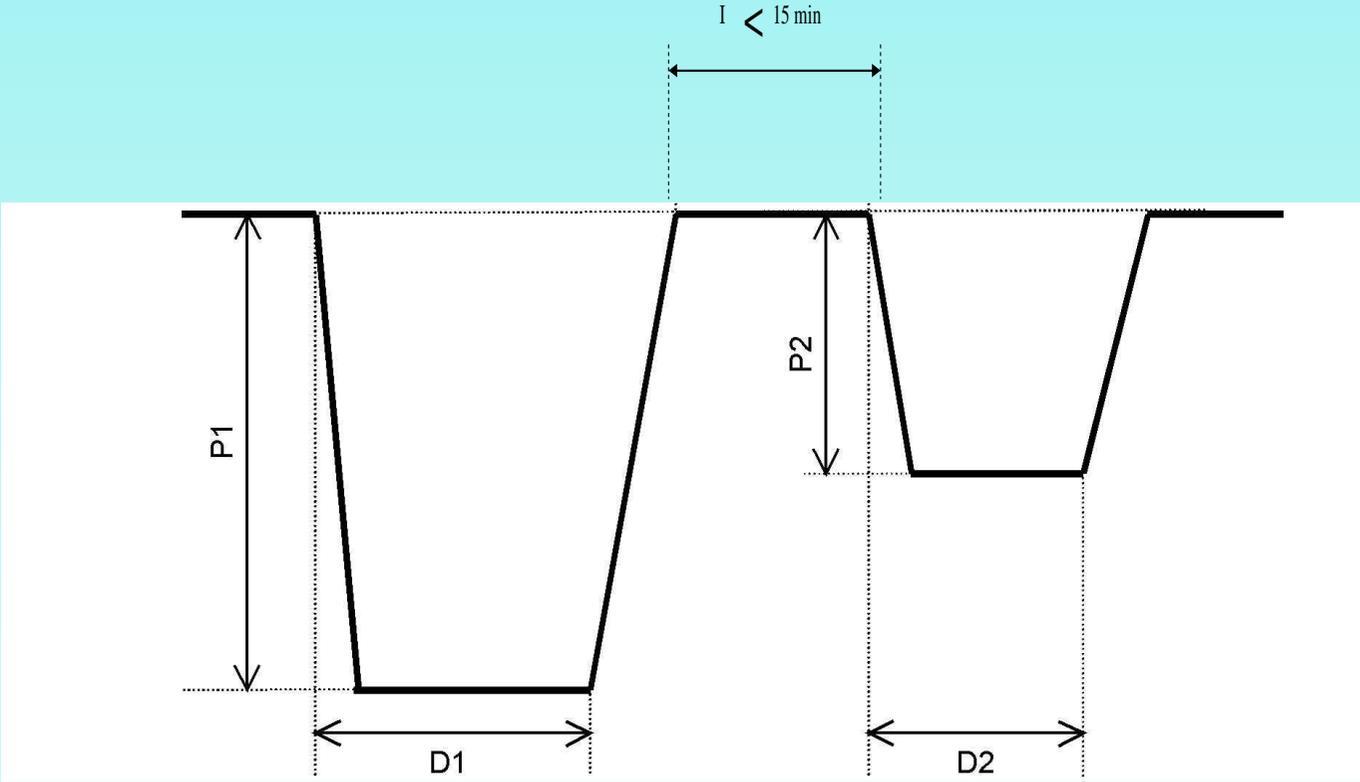
Révisions : Tables

d- Plongée successive



Révisions : Tables

e- Plongée consécutive



$$D = D1 + D2$$
$$P = \text{Max} (P1; P2)$$

Révisions : Tables

- 8/ Philippe N2 et Véronique N4, s'immergent à 10h00, à 27m pendant 34'.
Après leur sortie, Philippe s'aperçoit qu'il a perdu son phare de plongée.
Après avoir changé de bouteilles en 11'; ils s'immergent de nouveau à 15m pendant 10'.
→ Donner les Paliers, l'Heure de sortie et le GPS.
- 9/ A 8h48, une palanquée de N2 accompagnée de son GP, s'immerge sur un fond de 31m, à 9h11, elle décide de remonter.
A 9h34, elle s'immerge à nouveau sur un fond de 24m, à 9h41, un plongeur, suite à un problème de son SSG, remonte rapidement.
→ Donner la procédure à effectuer, les paliers, l'heure de sortie et le GPS de chacune des plongées.

Révisions : Tables

8/

H0 = 10h00

10h34

DTR = 15'

GPS = I

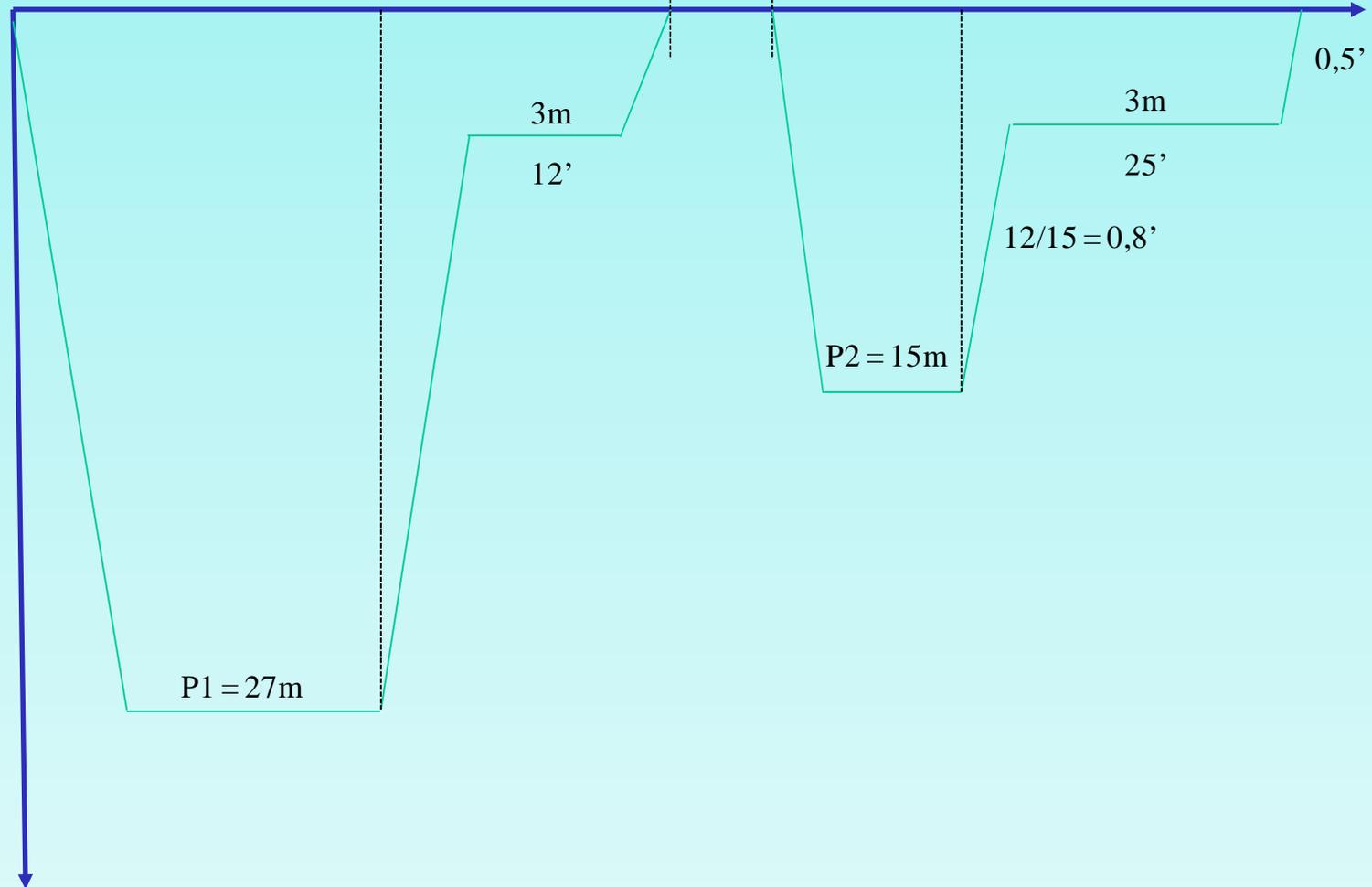
Hs1 = 10h49

$I = 11' < 15'$

H2 = 11h00 11h10

GPS = K

Hs2 = 11h37



Révisions : Tables

10/ Vous effectuez une plongée à 9h00 pour une profondeur de 39m pendant 21'

a) déterminer l'Heure de sortie et les paliers éventuels

Vous replongez à 14h30 pour une profondeur de 25m sans vouloir faire de paliers :

b) déterminer la durée maximum de la plongée

La profondeur maximum possible lors de cette deuxième plongée est de 21m

c) Indiquez la marche à suivre sachant que vous ne pouvez pas recalculer votre majoration sous l'eau.

d) déterminer l'Heure de sortie.

11/ A 9h20, vous effectuez une plongée avec trois niveaux II, à une profondeur de 40 mètres durant 15 minutes.

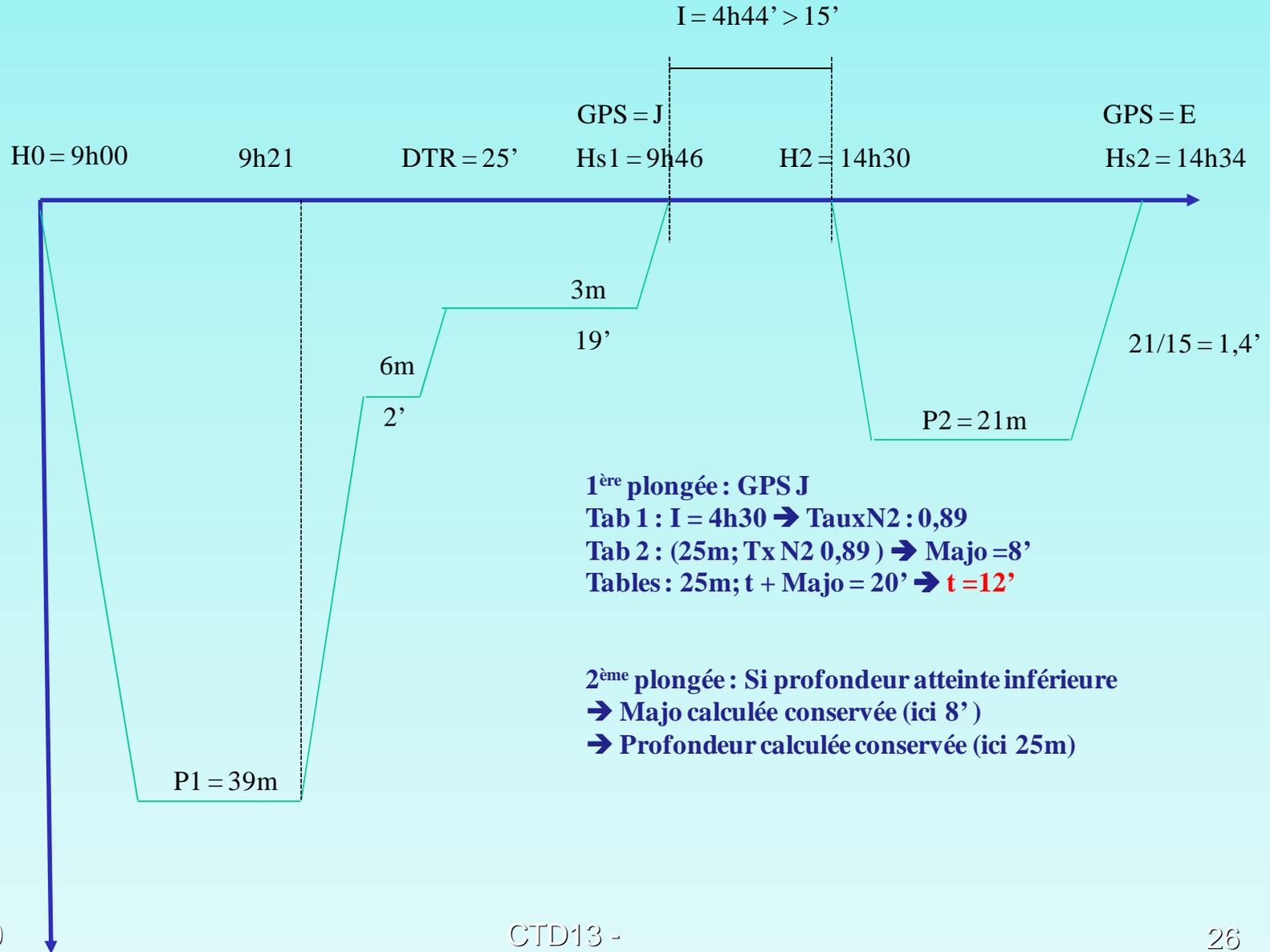
a) Paliers éventuels ? Quelle est l'heure de sortie ?

Vous devez replonger avec le même groupe dans l'après-midi à une profondeur de 20 mètres sur une petite épave. Le temps de cette plongée doit être de 30 minutes.

b) A quelle heure au plus tôt devriez-vous replonger sans avoir à effectuer une décompression obligatoire ? Quelle est l'heure de sortie ?

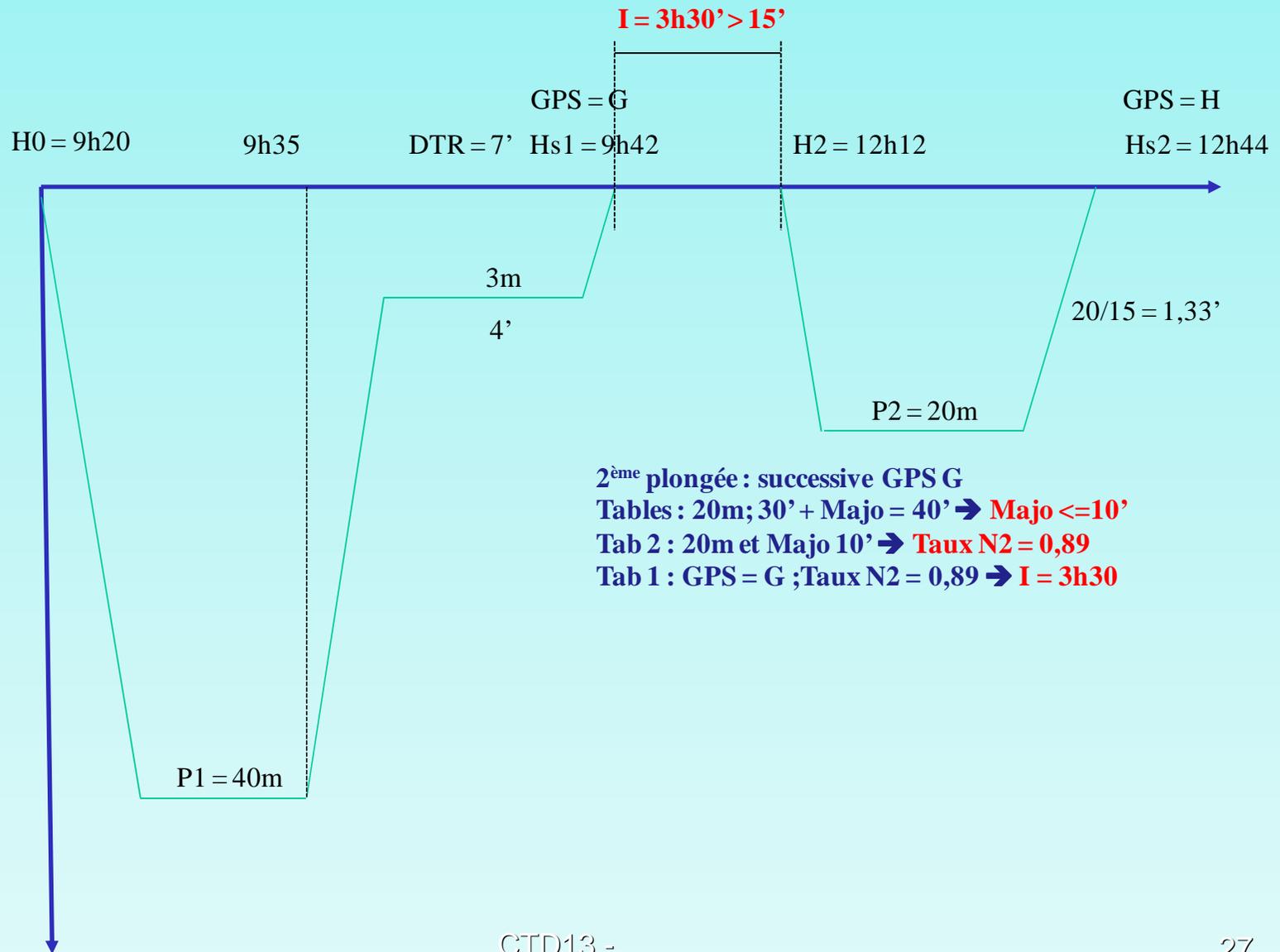
Révisions : Tables

10/



Révisions : Tables

11/



Révisions : Mélange

$$\mathbf{T_{N2\ Air\ Equi} = T_{N2\ Nitrox}}$$

$$\mathbf{T_{N2\ Air\ Equi} = \left(1 + \frac{P_{\text{Prof Equi}}}{10/d}\right) \times 80\% = \left(1 + \frac{P_{\text{Prof}}}{10/d}\right) \times F_{N2\ \%} = T_{N2\ Nitrox}}$$

$$\mathbf{P_{\text{Prof Equi}} = (10/d) \times \left[\left(1 + \frac{P_{\text{Prof}}}{(10/d)}\right) \times \left(\frac{F_{N2\ \%}}{80\%}\right) - 1 \right]}$$

Révisions : Mélange

12/ Un plongeur respire un mélange gazeux sur-oxygéné (Nitrox). Ayant plongé à 40m, il sait qu'il doit entrer dans les tables MN 90 avec une profondeur équivalente de 30m.

Déterminer la composition du mélange gazeux.

13/ Un plongeur, en mer, sort de l'eau à 10h30 avec un GPS K. Il respire de l'oxygène entre 11h30 et 12h15. A 14h il s'immerge sur un fond de 35m et utilise un mélange à 65% de N₂. Il quitte le fond à 14h30.

Déterminez les paliers éventuels et le GPS?.

Révisions : Mélange

12/

$$T_{N_2 \text{ Air équi.}} = \% N_2 \text{ Air} * P_{\text{Abs Air équi.}}$$

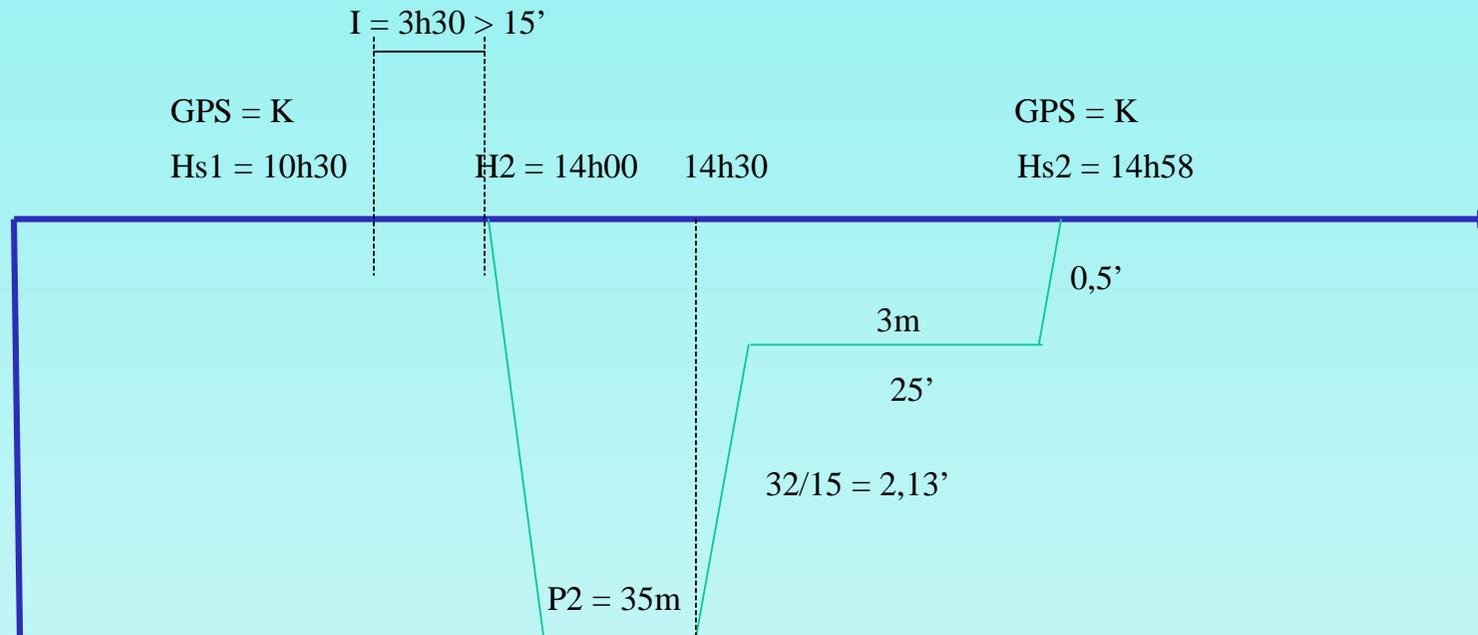
$$T_{N_2 \text{ Nitrox}} = F_{N_2} \% \text{ Nitrox} * P_{\text{Abs Nitrox}}$$

$$\begin{aligned} \text{D'où } F_{N_2} \% \text{ Nitrox} &= \% N_2 \text{ Air} * (P_{\text{Abs Air équi.}} / P_{\text{Abs Nitrox}}) \\ &= 80\% * ((30 \text{ m} / 10 + 1) / (40 \text{ m} / 10 + 1)) \\ &= 80\% * (4/5) \\ &= 64\% \end{aligned}$$

→ C'est donc un Nitrox 36/64 (36% d'O₂ et 64% de N₂)

Révisions : Mélange

13/



2^{ème} plongée : successive GPS K

Air pendant 1h Tab 1 → Taux N2 = 1,15

Tab 3 tx N2 = 1.16; O2 pendant 45' : → Taux N2 = 1,02

Tab 3 tx N2 = 1.02 → GPS = E

Air pendant 1h45' Tab 1 → Taux N2 = 0,93

Prof équi = $10 * ((1 + 35/10) * 65\% / 80\%) - 1 = 27\text{m}$

Tab 2 → Majo = 12'

Tables : 28m; 30' + Majo 12' → Paliers 3m : 25'; GPS = K

Révisions : Altitude

a- Profondeur fictive

$$P_{\text{Prof Fictive}} = P_{\text{Prof Lac}} \times \left(\frac{P_{\text{Mer}}}{P_{\text{Lac}}} \right) > P_{\text{Prof Lac}}$$

b- Vitesse de remontée

$$VR_{\text{Lac}} = VR_{\text{mer}} \times \frac{P_{\text{Lac}}}{P_{\text{Mer}}} < VR_{\text{mer}}$$

c- Paliers

$$P_{\text{Pal Lac}} = P_{\text{Pal Mer}} \times \frac{P_{\text{Lac}}}{P_{\text{Mer}}} < P_{\text{Pal Mer}}$$

Révisions : Altitude

14/ Une palanquée de 3 N3 s'immerge à 9h00 dans un lac de montagne à 2000m sur un fond de 32m pendant 20'.

Ils ont des tables MN 90 pour assurer leur décompression.

Déterminer les Paliers éventuels et l'Heure de sortie

15/ Au dessus d'un lac de montagne, la pression atmosphérique est de 608 mm Hg.

A quelle profondeur réelle est-il possible de plonger sans risque d'ypéroxie si on respire un Nitrox 50/50?

(PpO₂ Hyperoxie = 1.6 b)

Révisions : Altitude

14/

$$P_{\text{Atm}} = 0.8 \text{ b}$$

$$\begin{aligned} \text{Prof Fictive} &= \text{Prof Lac} * (P_{\text{Atm mer}} / P_{\text{Atm Lac}}) \\ &= 32 * (1/0.8) \\ &= 40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Tables MN 90} \rightarrow 1' \text{ à } 6\text{m}; 9' \text{ à } 3\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Paliers Lac} &= \text{Paliers Mer} * (P_{\text{Lac}} / P_{\text{Mer}}) \\ &\rightarrow 1' \text{ à } 4.8\text{m}; 9' \text{ à } 2.4\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Avec une } V_r \text{ Lac} &= V_r \text{ Mer} * (P_{\text{Lac}} / P_{\text{Mer}}) = 15 * 0.8 \\ &\rightarrow 12 \text{ m/mn} \end{aligned}$$

Révisions : Altitude

15/

$$P_p \text{ O}_2 = F \text{ O}_2 \% * P \text{ Abs}$$

$$\begin{aligned} P \text{ Abs} &= P_p \text{ O}_2 / F \text{ O}_2 \% \\ &= 1.6 \text{ b} / 50\% \\ &= 3.2 \text{ b} \end{aligned}$$

$$P \text{ Abs} = P \text{ Atm} + (\text{Prof} / 10)$$

$$\begin{aligned} \text{Prof} &= 10 * (P \text{ Abs} - P \text{ Atm}) \\ &= 10 * (3.2 \text{ b} - 0.8 \text{ b}) \\ &= 24 \text{ m} \end{aligned}$$