

La décompression

Principes généraux, les ordinateurs et les tables

Théorie

Rappels de physique

Lien pression/profondeur

Loi de Dalton

Loi de Henry

Rappels de physique

- 1 bar = 1000hPa
- Pression atmosphérique au niveau de la mer:
 $p_0 = 1013\text{hPa} (\approx 1\text{bar})$
- La pression varie de 1 bar tous les 10m d'eau.
- La pression varie de 0.1 bar tous les 1000m d'air.

Variation avec la profondeur

Profondeur

0m

10m

20m

30m

40m

Pression

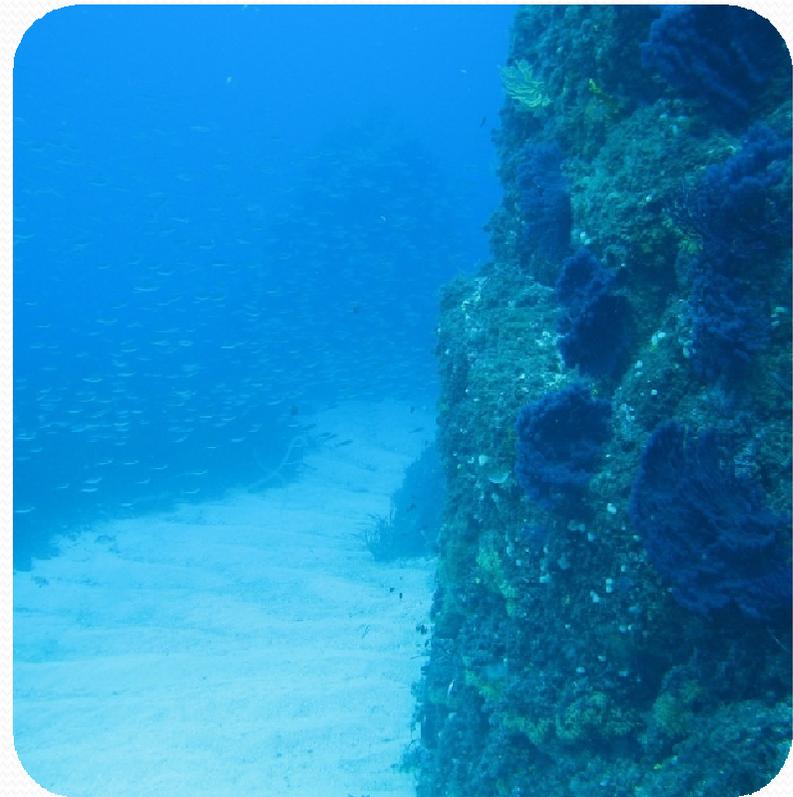
1.0bar

2.0bar

3.0bar

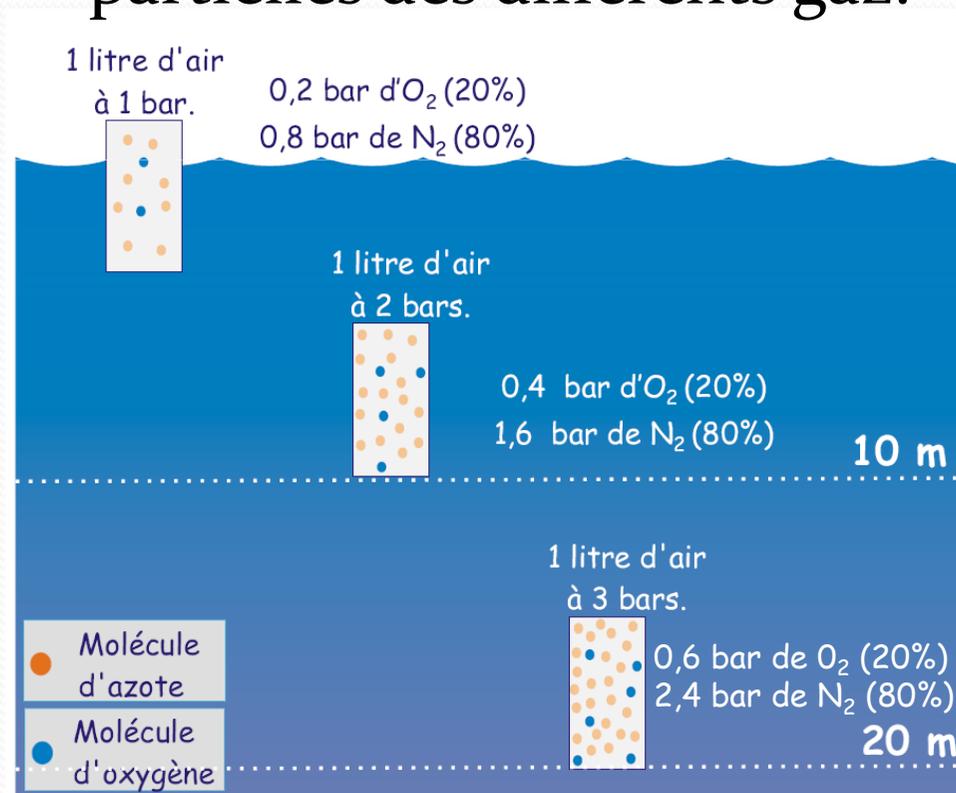
4.0bar

5.0bar



Pressions partielles (Dalton)

- La pression absolue est égale à la somme des pressions partielles des différents gaz.



$$\begin{aligned} \text{Pression partielle} \\ = \\ \% \text{ de présence du gaz} \\ \times \\ \text{Pression absolue} \end{aligned}$$

Saturation (Henry)

- A température donnée et à saturation, la quantité de gaz dissoute dans un liquide est directement proportionnelle à la pression exercée par le gaz à la surface du liquide.
- **Un retour à l'équilibre est nécessaire => notion de décompression.**

La décompression (part.1)

Principes généraux

Les tables, ordinateurs & la courbe de sécurité

Calcul d'une plongée simple

Cas de la remontée lente

Calcul de la durée de remontée

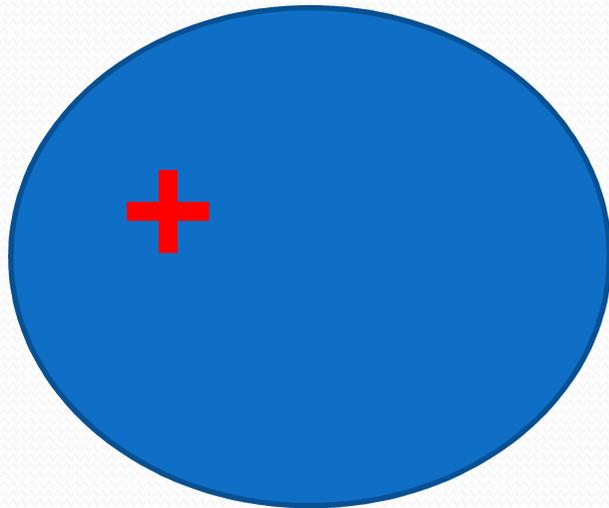
La plongée consécutive

La théorie, à quoi ça sert?

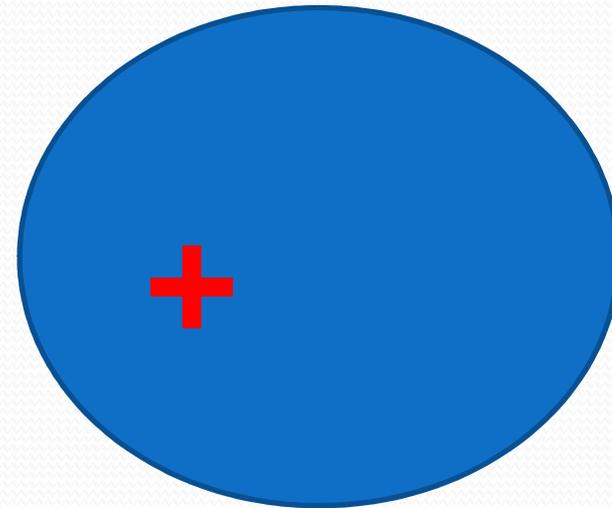
- A la descente :
 - Loi de Dalton : on respire un gaz « riche » en azote
 - Loi de Henry : l'azote respiré va charger les tissus
- A la remontée :
 - Loi de Dalton : on respire un gaz plus pauvre en azote
 - Loi de Henry : les tissus vont se décharger du trop-plein d'azote

Saturation et décompression

- Lors d'une plongée, le corps se charge en azote ;
- A la remontée, le corps se décharge de cet azote.



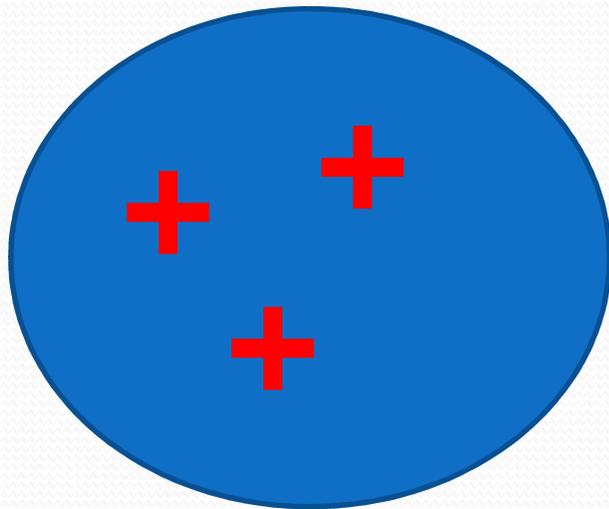
Milieu ambiant



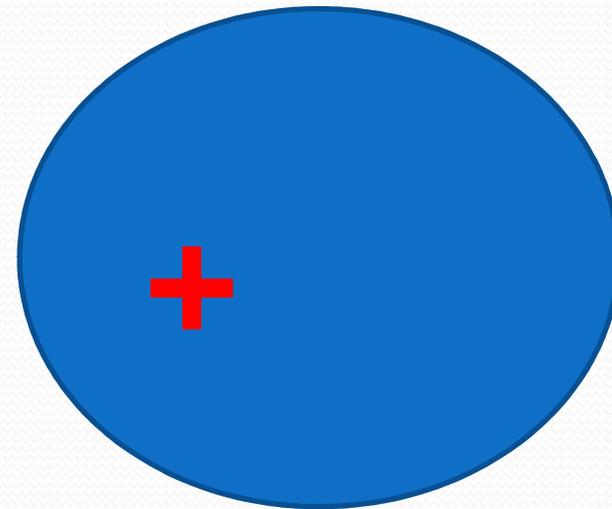
Notre corps

Saturation et décompression

- Lors d'une plongée, le corps se charge en azote ;
- A la remontée, le corps se décharge de cet azote.



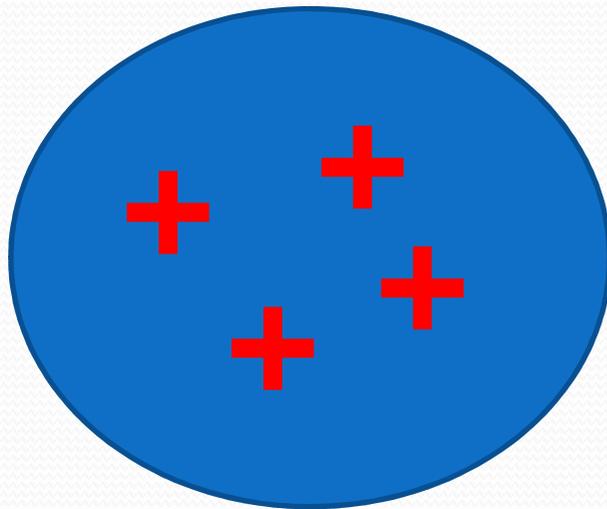
Milieu ambiant



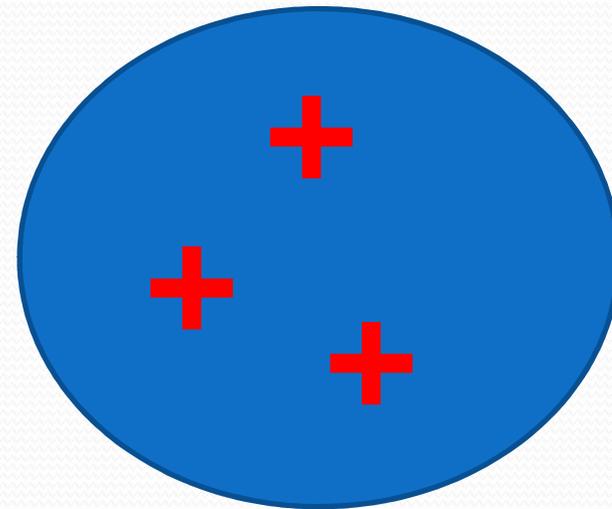
Notre corps

Saturation et décompression

- Lors d'une plongée, le corps se charge en azote ;
- A la remontée, le corps se décharge de cet azote.



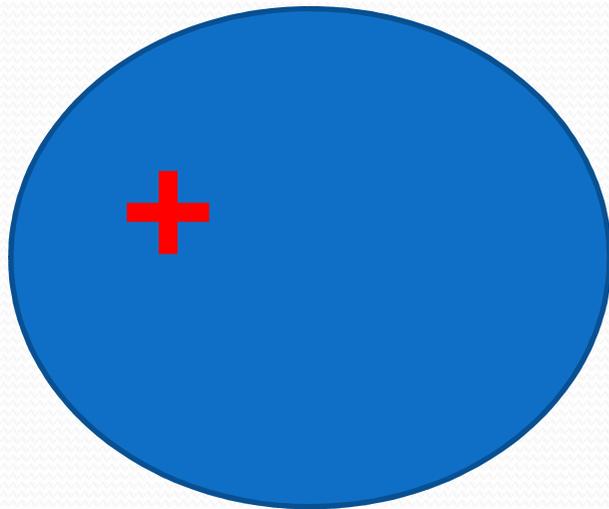
Milieu ambiant



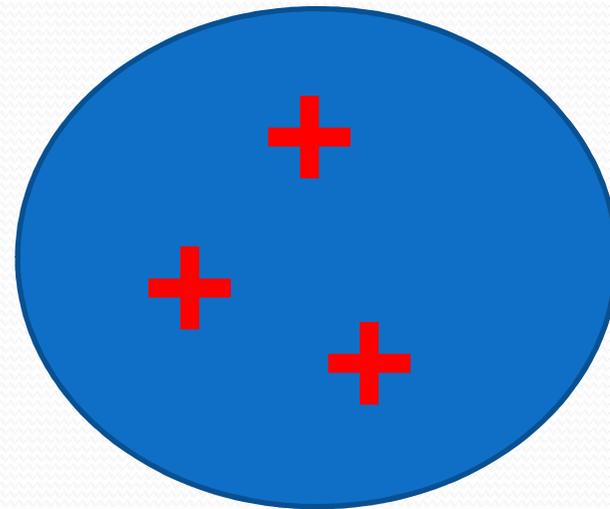
Notre corps

Saturation et décompression

- Lors d'une plongée, le corps se charge en azote ;
- A la remontée, le corps se décharge de cet azote.



Milieu ambiant



Notre corps

La décompression

- La quantité d'azote chargé dépend de :
 - La profondeur de la plongée
 - La durée de la plongée
 - D'autres facteurs indirects:
 - Effort pendant la plongée ?
 - Froid ?
 - Corps fatigué (fatigue physique, prise de médicament, d'alcool, fête) ?
- Si la décompression n'est pas respectée: risque d'ADD.

Nécessité de respecter des procédures

Les moyens de décompression

- Historiquement, les moyens étaient limités (timer + profondeur) → Création de tables (Comex, US Navy, GR 65).
- FFESSM → **Tables MN90**
- Arrivée des **ordinateurs de plongée** (air)
- Amélioration des algorithmes de décompression
- Développement en cours d'ordinateurs plus performants (trimix, ...)

Les tables MN90

- Cadre à respecter :
 - Plongées à l'air ;
 - Plongées au niveau de la mer ;
 - 2 plongée maximale 24h ;
 - Profondeur maximale de 60m (65m en accidentel) ;
 - Vitesse de remontée de 15 à 17m/min jusqu'au premier palier
 - Vitesse de remontée de 6m/min entre paliers et pour atteindre la surface.

Les tables MN90

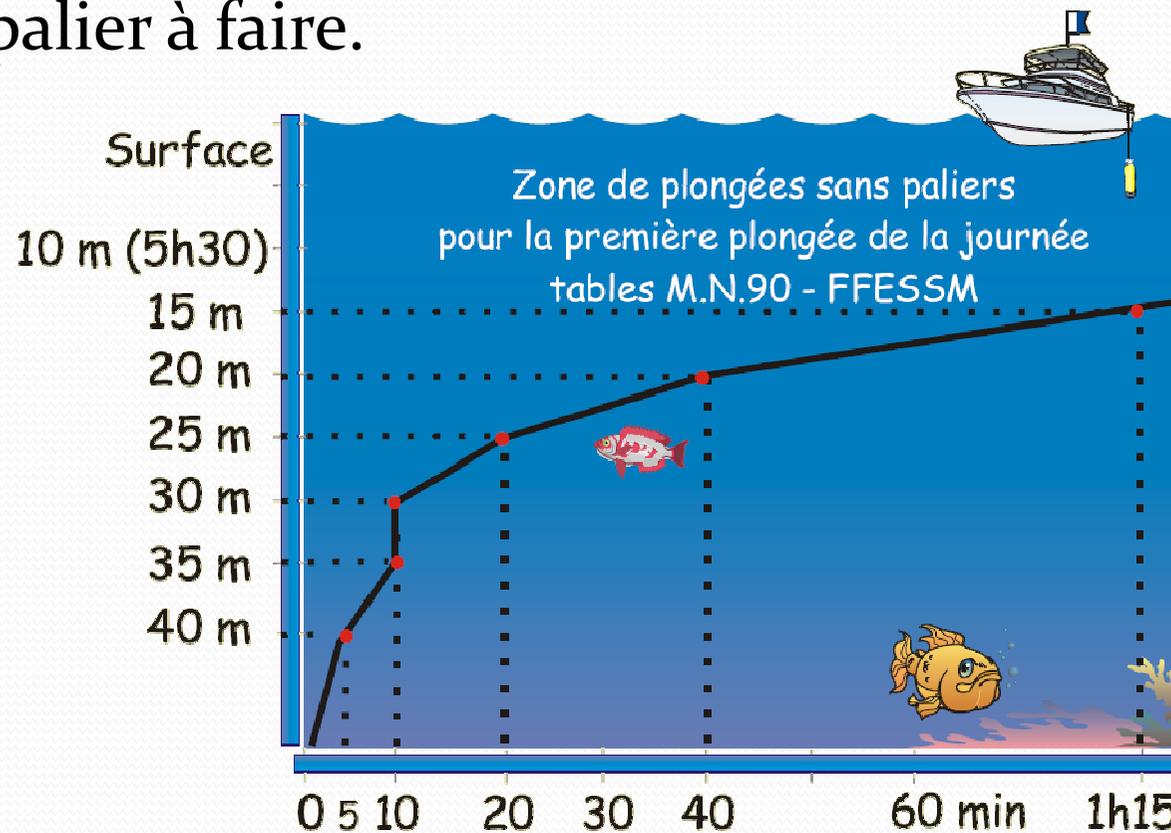
- Les paramètres d'entrée sont :
 - La profondeur maximale de la plongée ;
 - La durée de la plongée.
- Les résultats sont :
 - **Le temps de palier** (à 3, 6, 9 et 12m) ;
 - La durée totale de remontée (DTR) ;
 - Le groupe de plongée successive (GPS).

Les tables MN90

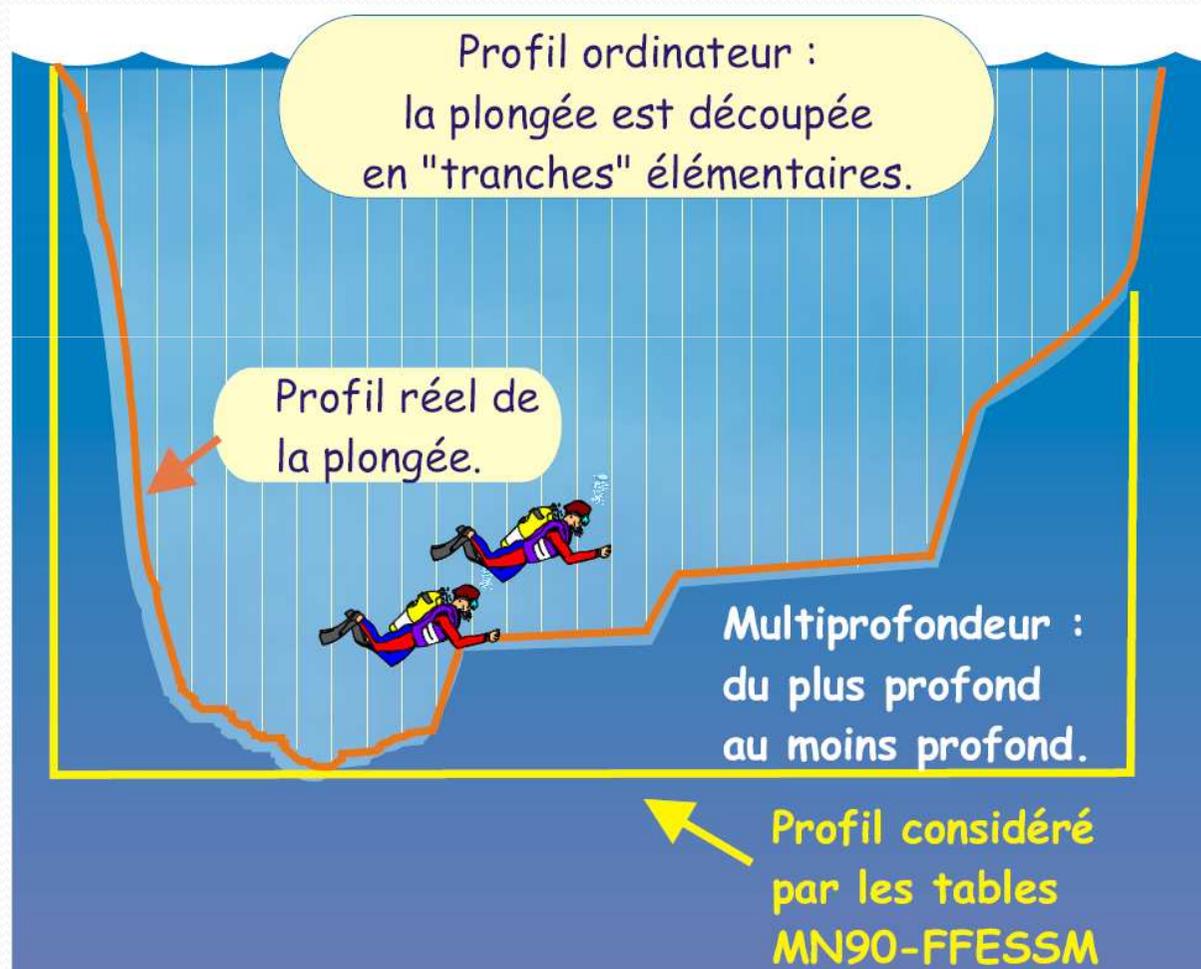
Prof	Durée	3m	DTR	GPS	Prof	Durée	3m	DTR	GPS	Prof	Durée	3m	DTR	GPS	Prof	Durée	3m	DTR	GPS	Prof	Durée	6m	3m	DTR	GPS	Prof	Durée	6m	3m	DTR	GPS	
6m	15 min		1	A	12m	5 min		1	A	15m	5 min		1	A	18 m	1h20	17	19	L	22 m	60 min		20	22	K	28 m	1h10	11	46	60	N	
	30 min		1	B		10 min		1	B		10 min		1	B		1h25	21	23	L		1h05		25	27	L		1h15	14	48	65	O	
	45 min		1	C		15 min		1	B		15 min		1	C		1h30	23	25	M		1h10		29	31	L		1h20	17	50	70	O	
	1h15		1	D		20 min		1	C		20 min		1	C		1h35	26	28	M		1h15		33	35	M		1h25	20	53	76	O	
	1h45		1	E		25 min		1	C		25 min		1	D		1h40	28	30	M		1h20		37	39	M		1h30	23	56	82	P	
	2h15		1	F		30 min		1	D		30 min		1	E		1h45	31	33	N		1h25		41	43	N							
	3h00		1	G		35 min		1	D		35 min		1	E		1h50	34	36	N		1h30		44	46	N							
	4h00		1	H		40 min		1	E		40 min		1	F		1h55	36	38	N													
	5h15		1	I		45 min		1	E		45 min		1	F		2h00	38	40	O													
	6h00		1	J		50 min		1	F		50 min		1	G																		
8m	15 min		1	B	12m	60 min		1	G	15m	60 min		1	H	20m	5 min		2	B	25m	5 min		2	B	30m	5 min		2	B			
	30 min		1	C		1h05		1	G		1h05		1	I		10 min		2	B		10 min		2	C		10 min		2	D			
	45 min		1	D		1h10		1	H		1h10		1	I		15 min		2	D		15 min		2	D		15 min		1	4	E		
	60 min		1	E		1h15		1	H		1h15		1	J		20 min		2	D		20 min		1	3		F	20 min		2	5	F	
	1h30		1	F		1h20		1	H		1h20	2	4	J		25 min		2	E		25 min		2	4		H	25 min		4	7	H	
	1h45		1	G		1h25		1	I		1h25	4	6	K		30 min		2	F		30 min		2	4		H	30 min		9	12	I	
	2h15		1	H		1h30		1	I		1h30	6	8	K		35 min		2	G		35 min		5	7		I	35 min		17	20	J	
	2h45		1	I		1h35		1	J		1h35	8	10	L		40 min		2	H		40 min		10	12		J	40 min		24	27	K	
	3h15		1	J		1h40		1	J		1h40	11	13	L		45 min		2	I		45 min		16	18		J	45 min		1	31	35	L
	4h15		1	K		1h45		1	J		1h45	13	15	L		50 min		2	I		50 min		21	23		K	50 min		3	36	42	M
10m	5h00		1	L	1h50		1	K	1h50	15	17	M	55 min		9	11	J	55 min		27	29	L	55 min		6	39	48	M				
	6h00		1	M	2h00		1	K	1h55	17	19	M	60 min		13	15	K	60 min		32	34	L	60 min		10	43	56	N				
	15 min		1	B	2h10		1	L	2h00	18	20	M	1h05	16	18	K	1h05		37	39	M	1h05		14	46	63	N					
	30 min		1	C	2h15		1	L	5 min		2	B	1h10	20	22	L	1h10	1	41	45	M	1h10	17	48	68	O						
	45 min		1	D	2h20	2	4	L	10 min		2	B	1h15	24	26	L	1h15	4	43	50	N											
	60 min		1	F	2h30	4	6	M	15 min		2	C	1h20	27	29	M	1h20	7	45	55	N											
	1h15		1	G	2h40	6	8	M	20 min		2	C	1h25	30	32	M	1h25	9	48	60	O											
	1h45		1	H	2h50	7	9	N	25 min		2	E	1h30	34	36	M	1h30	11	50	64	O											
	2h00		1	I	3h00	9	11	N	30 min		2	F	5 min		2	B	5 min		2	B	5 min		2	B	5 min		3	B				
	2h15		1	J	3h10	11	13	N	35 min		2	F	10 min		2	D	10 min		2	D	10 min		2	D	10 min		3	D				
12m	2h45		1	K	3h20	13	15	O	40 min		2	G	15 min		2	D	15 min		2	E	15 min		1	4	E							
	3h00		1	L	3h30	14	16	O	45 min		2	H	20 min		2	E	20 min		1	4	F	20 min		3	6	G						
	4h00		1	M	3h40	15	17	O	50 min		2	H	25 min		2	F	25 min		2	5	G	25 min		6	9	H						
	4h15		1	N	3h50	16	18	O	55 min		1	I	30 min		2	F	30 min		6	9	H	30 min		14	17	I						
	5h15		1	O	4h00	17	19	O	60 min		5	J	35 min		2	G	35 min		12	15	I	35 min		22	25	K						
	6h00		1	P	4h10	18	20	P	1h05	8	10	J	40 min		2	G	40 min		19	22	J	40 min		1	29	33	K					
					4h15	19	21	P	1h10	11	13	K	45 min		2	H	45 min		25	28	K	45 min		4	34	41	L					
					4h30	22	24	P	1h15	14	16	K	55 min		1	I	50 min		32	35	L	50 min		7	39	49	M					
													60 min		5	J	60 min		4	40	47	M	60 min		11	43	57	N				
													1h05	8	10	J	1h05	8	43	54	N	60 min		15	46	64	N					

La courbe de sécurité

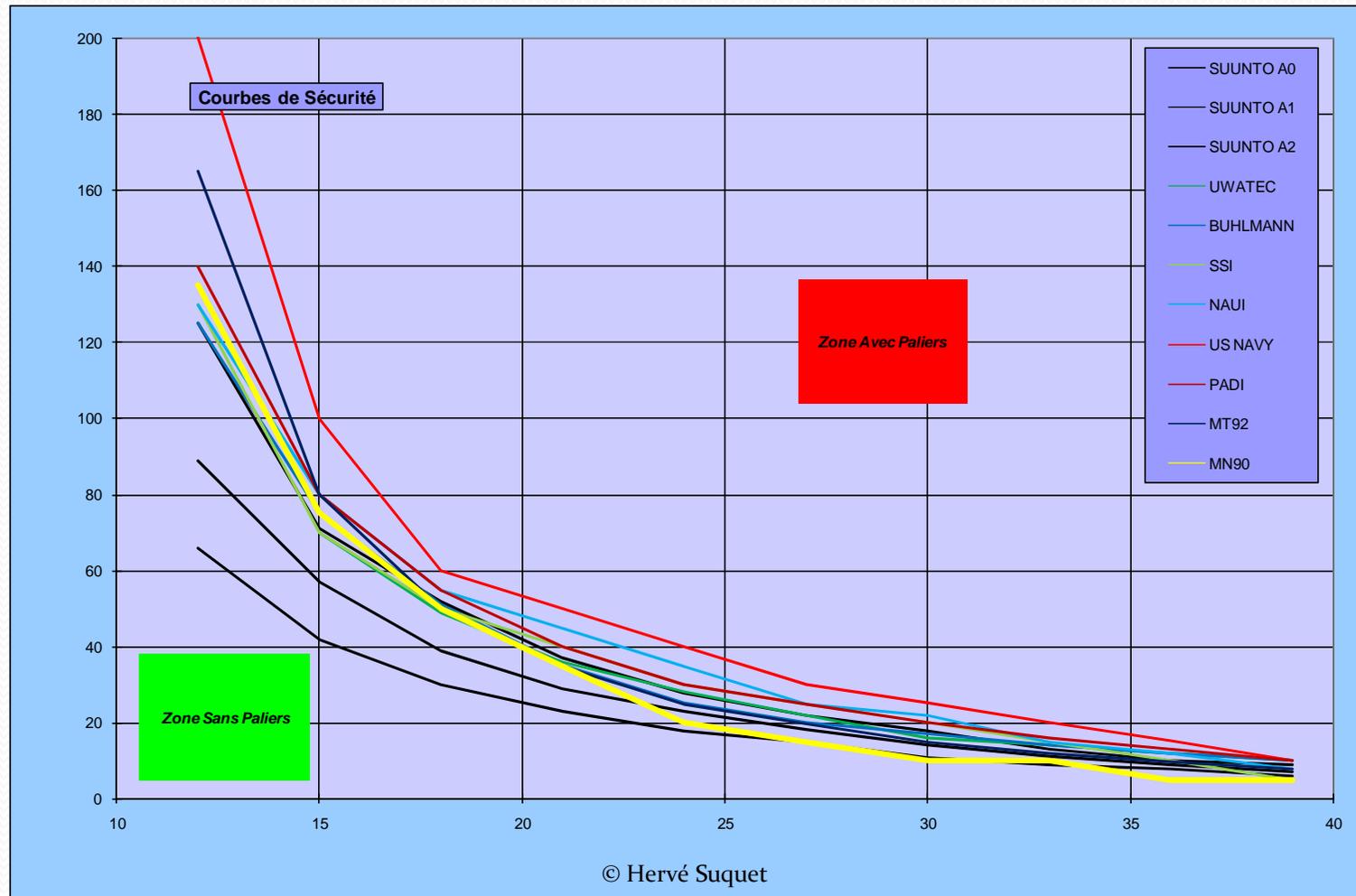
- C'est la courbe temps/profondeur pour laquelle on n'a pas de palier à faire.



Les ordinateurs de plongée



Les courbes de sécurité



La plongée simple

- On est dans le cadre d'une plongée simple si l'on a un **intervalle de surface de plus de 12h.**
- Exemple : Votre palanquée se met à l'eau à 10h et vous descendez pour voir une épave à 19m. Après 46min, vous décidez de remonter.
 - Avez-vous des paliers à faire ?
 - Quelle est votre heure de sortie ?
 - Quels sont vos DTR et GPS ?

La plongée simple

- Paramètres d'entrée :

- Profondeur :
- Durée :

19m → 20m
46' → 50'

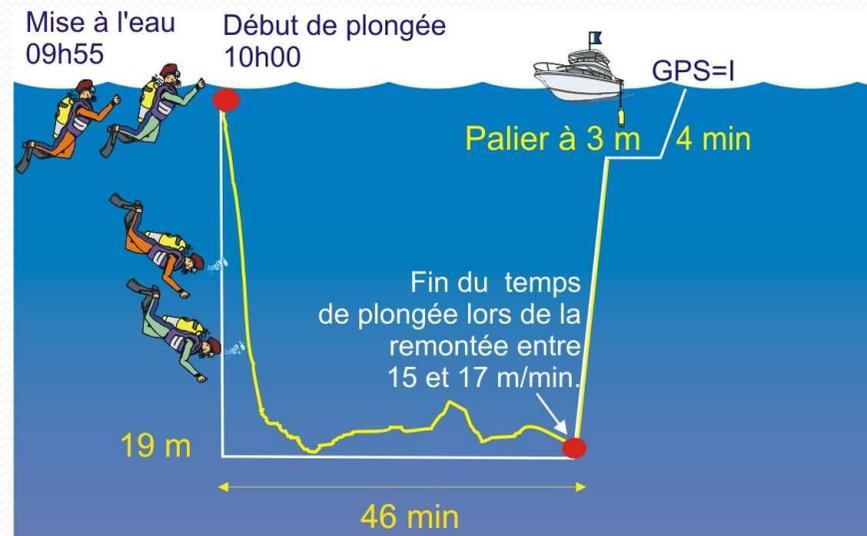
- Résultats :

- Temps de palier :
- DTR :
- GPS :

4'
6'
I

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

La plongée simple



- Calcul de l'heure de sortie :
 - Heure d'immersion + durée de plongée + DTR
 - $10\text{h} + 46' + 6' = 10\text{h}52'$

La remontée lente

- Si la vitesse de remontée est inférieure à 15m/min, le temps de remontée est inclus dans la durée de plongée.
- Exemple : Au bout de 46' de plongée, votre palanquée décide d'arrêter sa plongée et remontent. Alors qu'ils sont sur un super tombant de gorgones à 19m, ils remontent tranquillement jusqu'à 12m en 5'.
 - Avez-vous des paliers à faire ?
 - Quelle est votre heure de sortie ?
 - Quels sont vos DTR et GPS ?

La remontée lente

- Paramètres d'entrée :

- Profondeur :

19m → 20m

- Durée :

46' + 5' = 51' → 55'

- Résultats :

- Temps de palier :

9'

- DTR :

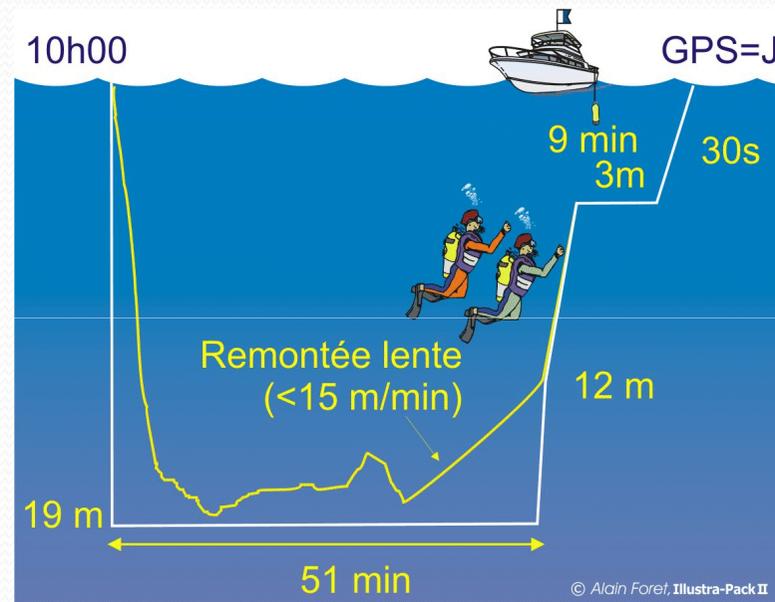
11'

- GPS :

J

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

La remontée lente



- Calcul de l'heure de sortie :
 - Heure d'immersion + durée de plongée + (DTR)
 - $10\text{h} + 51' + 9' + 2' = 11\text{h}02$

Calcul de la durée de remontée

- Se reporter au tableau 4 :

TABLEAU 4: DUREE DE REMONTEE JUSQU'AU PREMIER PALIER PLUS TEMPS INTERPALIERS, EN MINUTES.													
PROFONDEUR DE REMONTEE.													
Profondeur du premier palier	6m	8m	10m	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m
sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
3m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
6m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
9m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
12m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
15m					3	3	3	3	4	4	4	4	4

Calcul de la durée de remontée

- Calculer soit même le temps de remontée :
 - De 12m au premier palier ($12 - 3 = 9\text{m}$) :
 - Vitesse : $15\text{m}/\text{min}$
 - Durée : $9/15 = 0.6'$
 - De 3m à la surface ($3 - 0 = 3\text{m}$) :
 - Vitesse : $6\text{m}/\text{min}$
 - Durée : $3/6 = 0.5'$
- Temps total : $0.6 + 0.5 = 1.1 = 2'$

La plongée consécutive

- On est dans le cadre d'une plongée consécutive si l'on a un **intervalle de surface strictement inférieur à 15'**.
- Exemple : 4 minutes après une plongée de 28' à 19m, vous allez chercher pendant 23 minutes l'ordinateur d'un ami tombé sur un fond de 15m.
 - Avez-vous des paliers à faire ?
 - Quelle est votre heure de sortie ?
 - Quels sont vos DTR et GPS ?

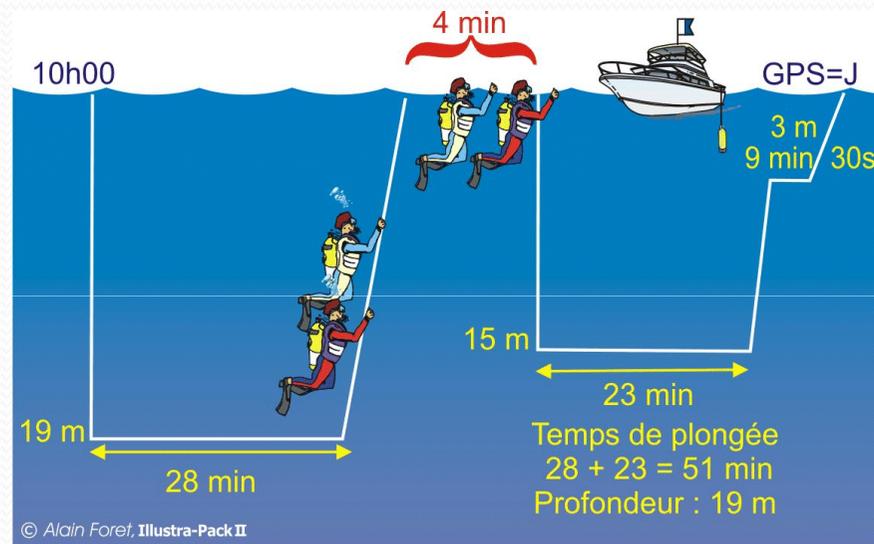
La plongée consécutive

- Paramètres d'entrée :
 - Profondeur : max de 19 et 15m → 20m
 - Durée : $28 + 23 = 51' \rightarrow 55'$
- Résultats :
 - Temps de palier :
 - DTR :
 - GPS :

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

9'
H'
J

La plongée consécutive



- Calcul de l'heure de sortie :
 - Heure d'immersion + durée de plongée + DTR
 - $10h + 28' + 2' + 4' + 23' + 9' + 2' = 11h08$

Les éléments importants

- Remontée à la vitesse de votre moyen de décompression :
 - 15 à 17m/min aux tables MN90 ;
 - 10m/min pour la plupart des ordinateurs.
- Un ordinateur ne donne pas moins de palier, il est juste plus précis sur le calcul.
- Ne pas remonter à chaque fois que son ordinateur donne des paliers.

Les éléments importants

- Accompagné, il faut toujours rester légèrement au dessus du guide de palanquée pendant la plongée.
- En autonomie, demander les paramètres de sa palanquée.
- Faire attention aux dérapages.

Les petits plus

- Si l'on n'est pas en forme (fatigue, froid), ne pas hésiter à se rajouter quelques paliers (3' @ 3m) ;
- En cas de houle, préférer faire à 5m les paliers prévus initialement à 3m ;
- Attention, l'ADD se déclare jusqu'à 24h après la plongée.

L'accident de décompression

- Symptômes :
 - Fatigue intense, vomissements ;
 - Démangeaisons cutanées, fourmillements ;
 - Paralysies, infarctus du myocarde.
- Prévention et conduite à tenir :
 - Respecter les procédures de décompression ;
 - Pas de fiesta ou d'alcool (facteurs favorisants) ;
 - Attention au froid
 - **Prévenir un responsable** (Faire boire de l'eau, proposer de l'aspirine, mettre sous O_2 , évacuation).

Application des tables

- Vous plongez 1h à 20m, devez vous faire des paliers ?
- Votre palanquée est dispersée :
 - Vous êtes à 20m ;
 - Votre collègue plus téméraire est à 23m ;
 - Votre autre collègue regarde une jolie gorgone à 18m.
- Quels sont vos paliers respectifs pour une plongée d'1h20 ? Quelle procédure appliquez-vous ?

Application des tables

- 1h20 à 18m :
 - 17' @ 3m
- 1h20 à 20m :
 - 27' @ 3m
- 1h20 à 23m :
 - 7' @ 6m et 45' @ 3m

DTR = 19'

DTR = 29'

DTR = 55'

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

25m	5 min		2	B
	10 min		2	C
	15 min		2	D
	20 min		2	E
	25 min	1	3	F
	30 min	2	4	H
	35 min	5	7	I
	40 min	10	12	J
	45 min	16	18	J
	50 min	21	23	K
	55 min	27	29	L
	60 min	32	34	L
	1h05	37	39	M
	1h10	41	45	M
	1h15	43	50	N
	1h20	7	45	55
1h25	9	48	60	O
1h30	11	50	64	O

**Merci à tous de votre
attention**