

La désaturation et les tables de plongée

Cours P2 – COPB Brest



Objectifs

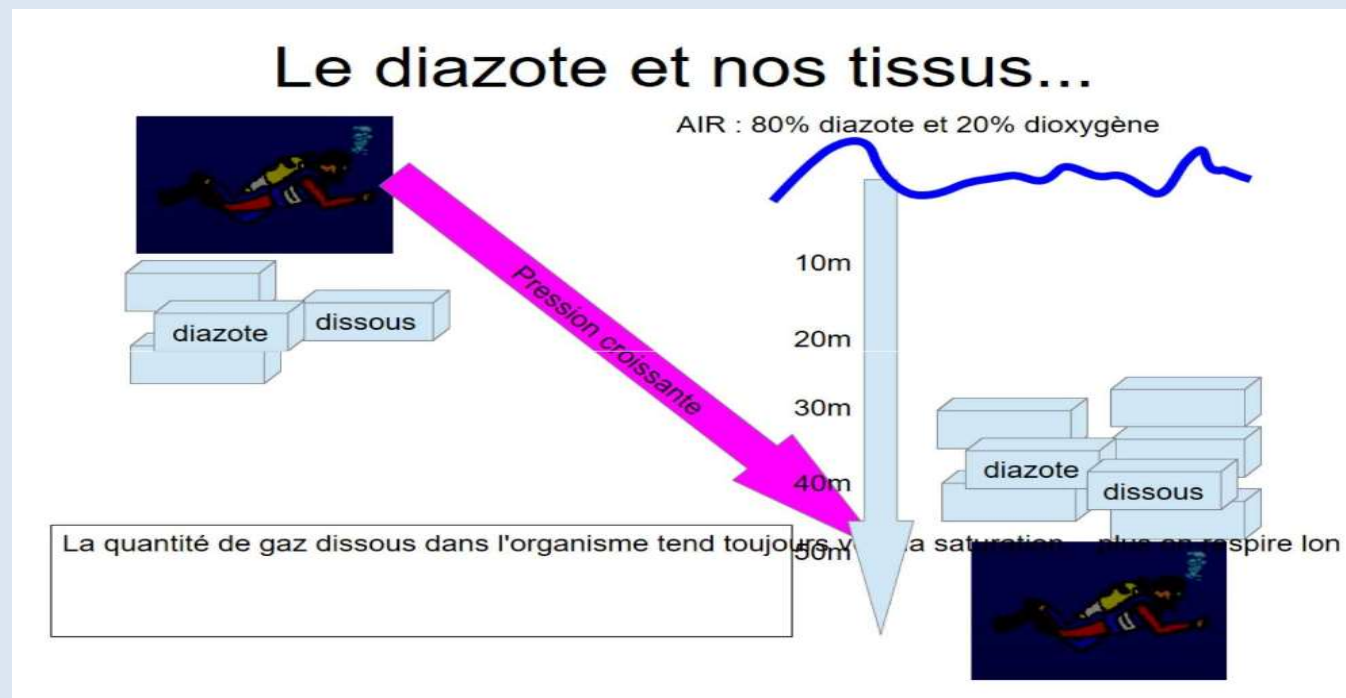
- Niveau 2 -> nouvelles prérogatives :
 - ❖ Plongée en autonomie à 20 m
 - ❖ Plongée encadrée à 40 m

- Vous devez pouvoir remonter en toute sécurité en considération notamment des effets de la saturation. Cela implique de savoir :
 - ❖ contrôler et gérer sa vitesse de remontée
 - ❖ calculer et réaliser un palier de désaturation
 - ❖ maîtriser ses outils : tables de plongée immergeables + profondimètre + montre ou ordinateur



Rappel – les lois physiques

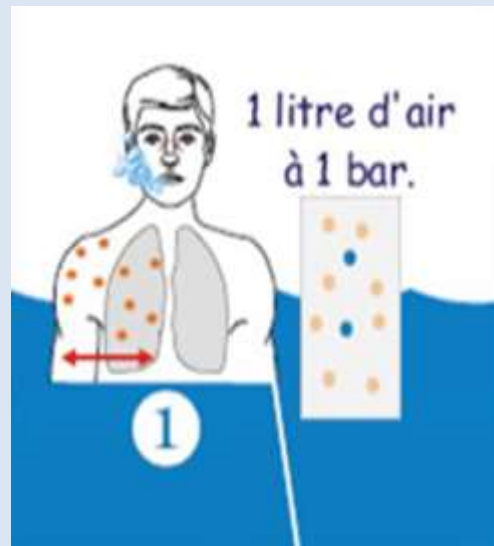
- La loi de Henry = La quantité de gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression qu'exerce ce gaz sur le liquide. En cas de baisse de pression, le gaz peut ressortir du liquide et retrouver sa forme initiale. Loi à la base des procédures de désaturation.



Notion de saturation en azote

▪ En surface, l'organisme est saturé en azote. La pression d'azote dissous dans l'organisme est égale à la pression d'azote contenu dans l'air respiré.

=> On est à l'équilibre : il y a autant d'azote dans les poumons que dans le sang et les tissus.



Notion de saturation en azote

- En plongée, la pression de l'azote contenu dans l'air respiré augmente avec la profondeur et devient supérieur à la pression de l'azote dissous dans l'organisme -> équilibre rompu

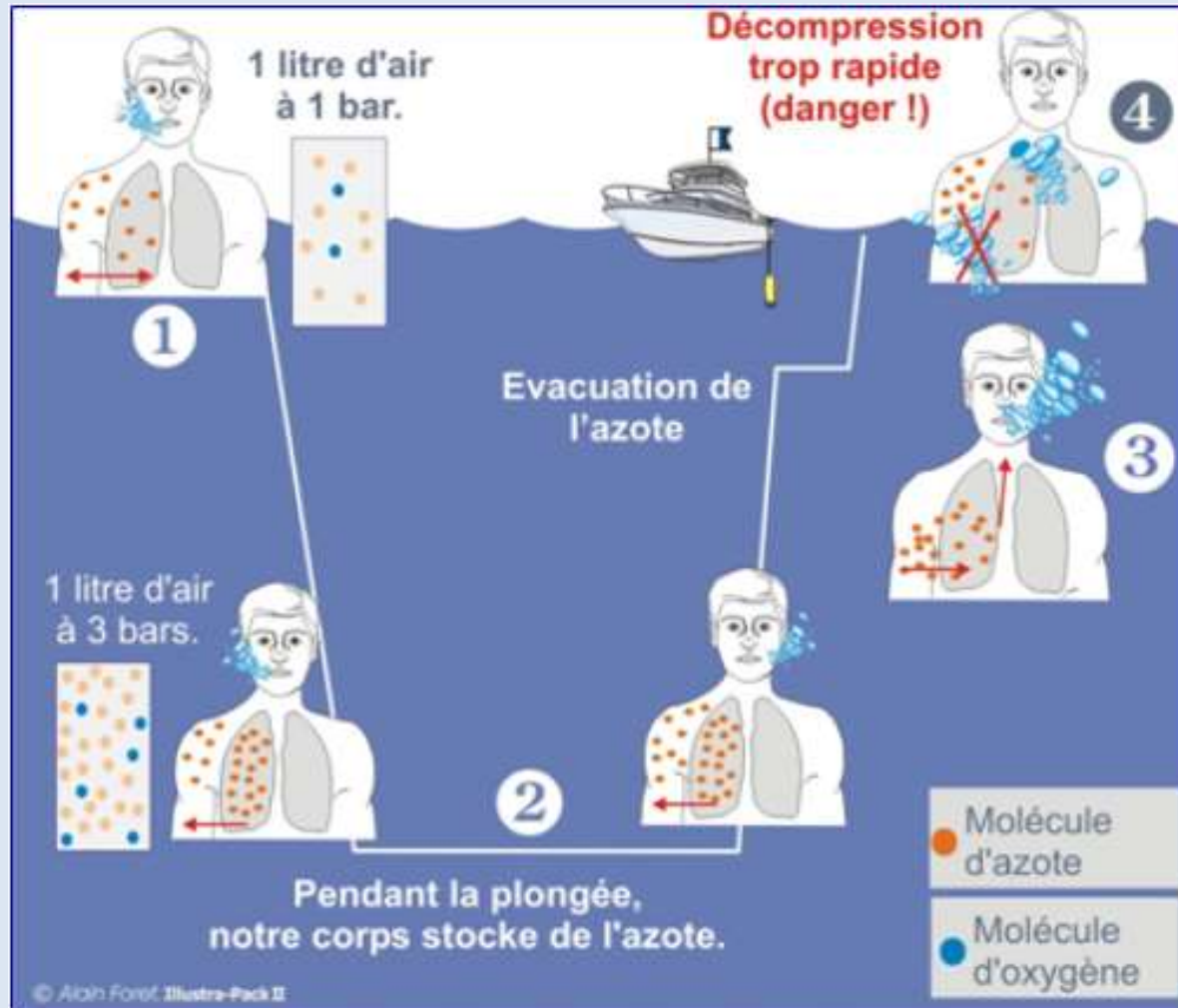
=> L'organisme va alors dissoudre de nouvelles quantités d'azote jusqu'à retrouver un nouvel équilibre

- Lors de la remontée c'est le phénomène inverse, l'azote en excédent retrouve son état gazeux. Notre organisme ne peut pas éliminer instantanément l'azote accumulé lors la plongée. Il faut donc laisse au corps le temps d'évacuer ce surplus d'azote.

Si le plongeur remonte suffisamment lentement et en respectant les paliers, cet azote est évacué à chaque expiration mais s'il remonte trop vite des bulles d'azote sont emprisonnées dans les tissus et provoquent des ADD +/- graves.



Notion de saturation en azote



Les déterminants de la saturation

- La profondeur maximale rencontrée durant la plongée
- La durée d'immersion : le temps entre l'immersion et le début de la remontée.

Plus on plonge profond, plus on plonge longtemps => plus la quantité d'azote dissous est grande et les risques d'ADD sont importants (problèmes cardiaques, respiratoires, neurologiques et moteur, ORL, articulaires, dermatologiques)



Gestion de la remontée

3 règles à respecter scrupuleusement :

❖ La vitesse de remontée comprise entre 15 et 17 mètres par minute. Les bulles d'air sont un bon indicateur de la vitesse de remontée. Il ne faut jamais remonter plus vite que les petites bulles d'air qui vous entourent

❖ La profondeur et le temps de paliers indiqués par les tables ou l'ordinateur, à la profondeur exacte et en se ventilant correctement

❖ La vitesse de remontée entre les paliers et entre le dernier palier et la surface de 1 mètre en 10 sec. (soit 30 sec. entre le palier à 3 m et la surface).



Les tables de plongée

- Afin d'éviter les accidents de désaturation, les plongeurs utilisent des tables de plongées. Elles indiquent selon les paramètres de la plongée (profondeur maximale et durée d'immersion) la profondeur et la durée des paliers de désaturation.

- Il existe plusieurs types de tables : MN90, COMEX, US NAVY, PADI, NAUI... fonction des utilisations (militaires, travail sous marin...) et des limites intégrées (altitude, nombre de plongées par jour, profil de plongée ...)

Nous verrons ici l'utilisation des tables MN90 élaborées par la Marine nationale en 1990 qui se limitent à 2 plongées / jour et à 60 mètres.



Lecture des tables de plongée

Ces tables M90 se composent d'un tableau de détermination des paliers et de 4 tableaux annexes.

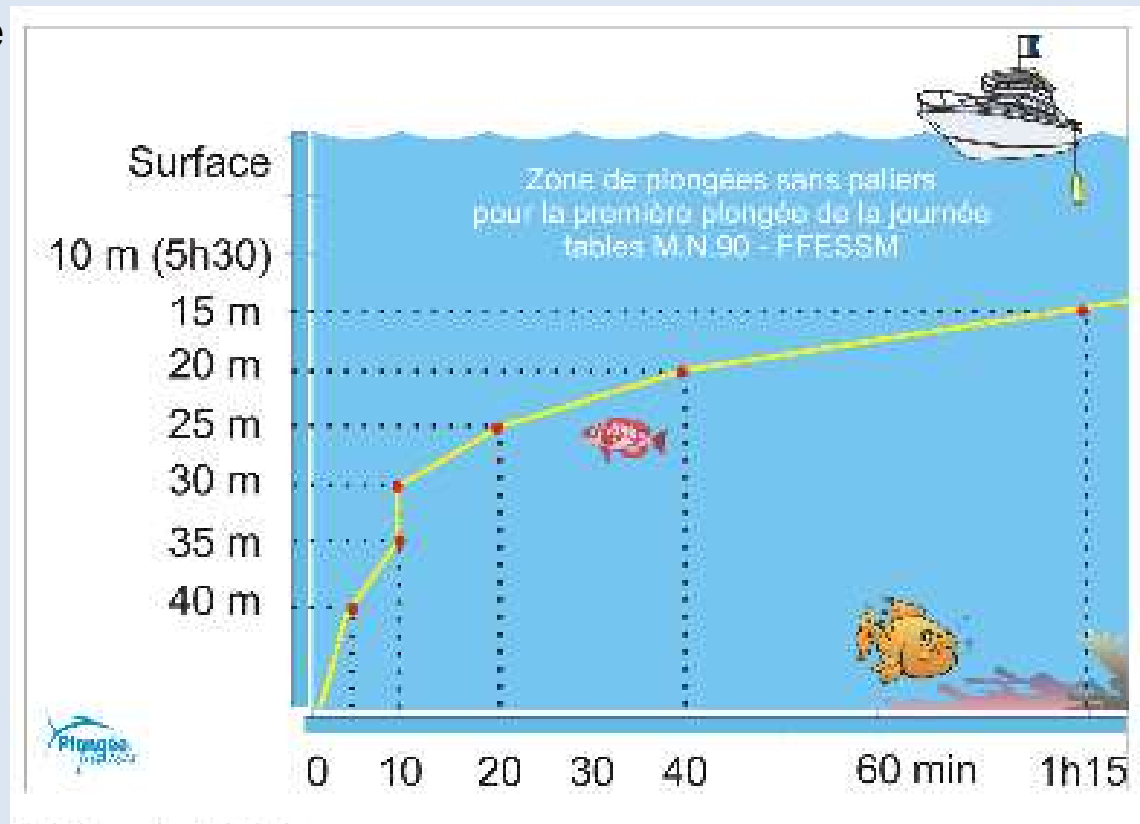
- ❖ **Profondeur** : c'est la profondeur maximum atteinte au cours de la plongée
- ❖ **Durée** : c'est la durée de la plongée depuis le début de l'immersion jusqu'au moment de la remontée à 15/17 m/min
- ❖ **9, 6, 3** : ce sont les profondeurs des paliers
- ❖ **DTR** : c'est la durée totale de remontée (incluant la durée de remontée, le palier, la durée entre deux paliers et entre le palier et la surface)
- ❖ **GPS** : c'est le groupe de plongée successive (valeur de A à P)



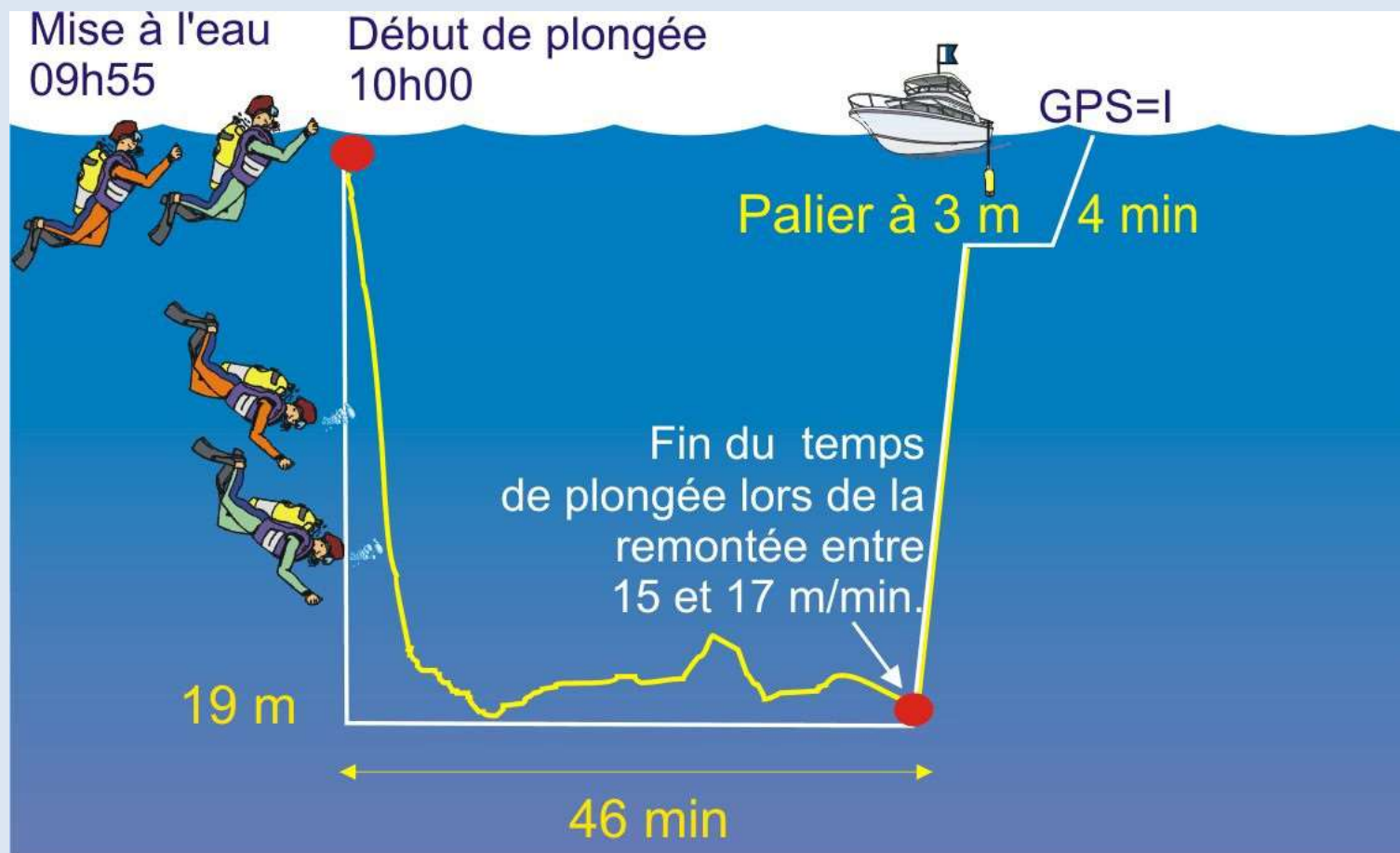
La courbe des plongées sans paliers

La courbe des plongées sans paliers :

- 9.25 m : durée illimitée
- 15 m : 1h15 (75 min)
- 20 m : 40 min
- 25 m : 20 min
- 30 m : 10 min
- 40 m : 5 min



La plongée simple ou unitaire



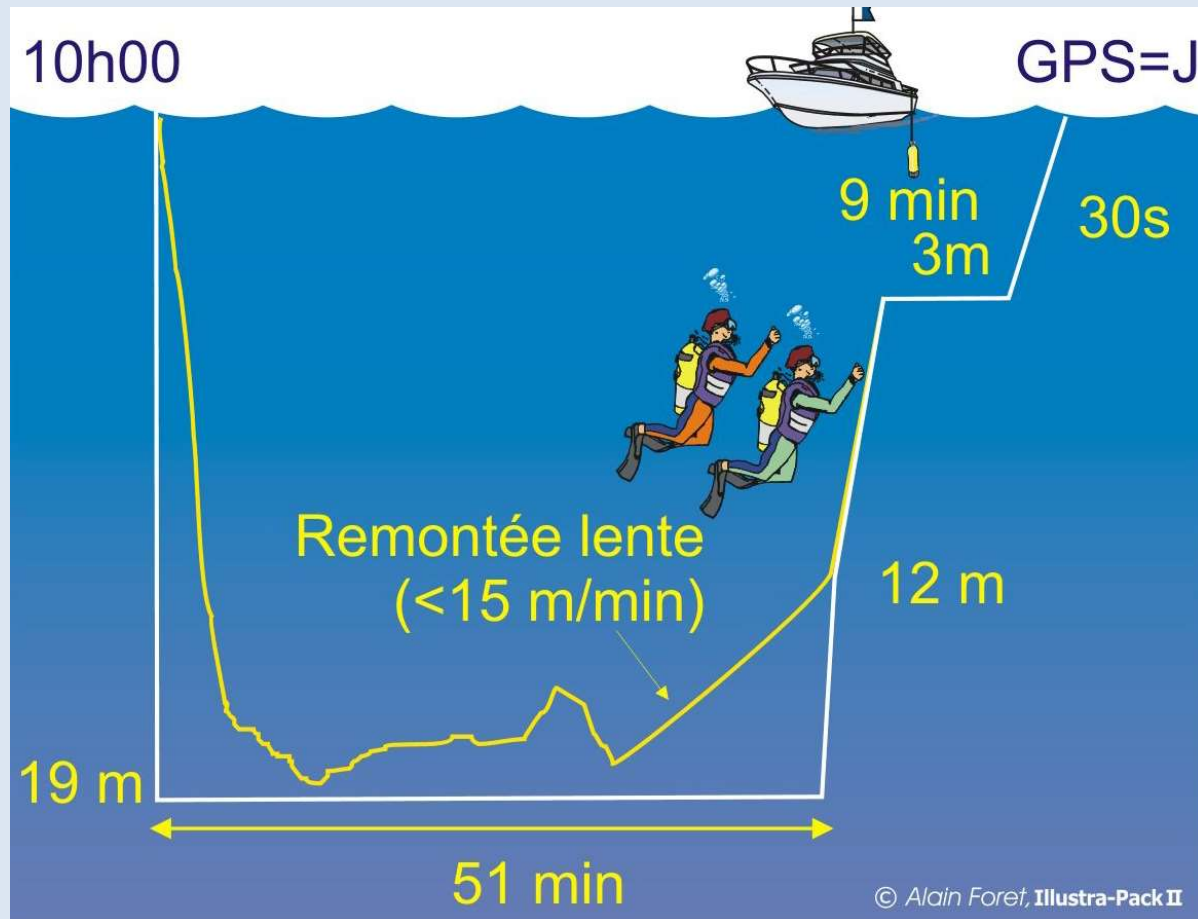
La remontée lente

La remontée est dite lente lorsque la vitesse de remontée est inférieure à 15 mètre / min.

Dans ce cas le temps de remontée est inclus dans le temps de plongée



La remontée lente

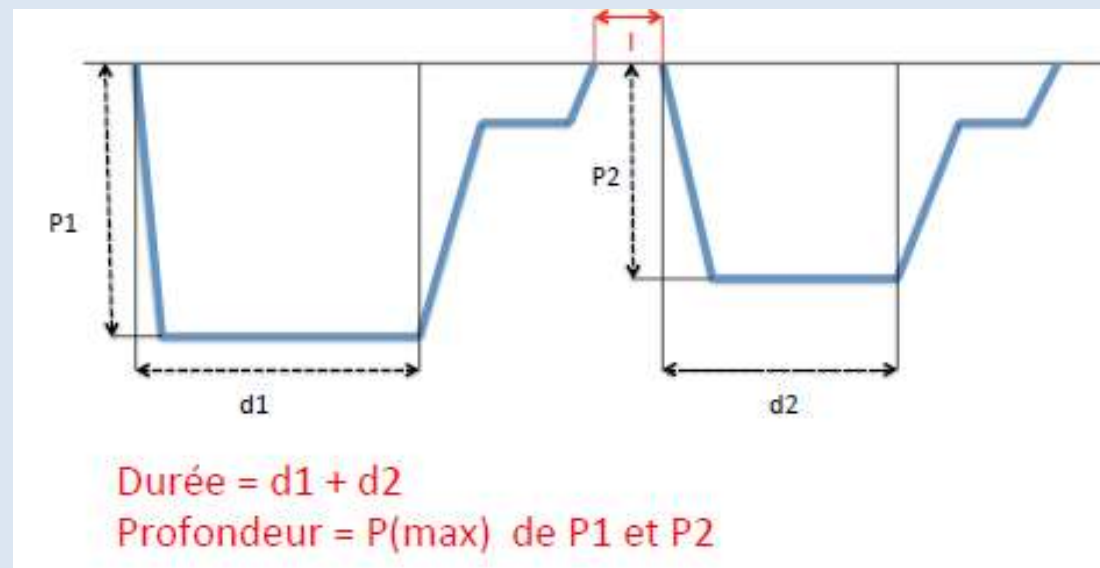


Plongées consécutives ou additionnelles

=intervalle de surface inférieur à 15 minutes -> on considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée

Les paramètres de plongée sont :

- ❖ Profondeur maximale atteinte lors des deux plongées
- ❖ Durée d'immersion plongée 1 + durée d'immersion plongée 2



Plongées successives

=intervalle de surface de 15 minutes à 12 heures

La seconde plongée doit intégrer une majoration pour prendre en compte l'azote résiduel



Plongées successives

On utilise une durée fictive pour déterminer les paliers de la 2^{ème} plongée :

Durée fictive = Durée réelle d'immersion + une majoration

Profondeur = profondeur de la 2^{ème} plongée.

Le GPS (groupe de plongée successive) détermine l'azote résiduel en fonction de l'intervalle de surface

TABEAU 1: EVOLUTION DE L'AZOTE RESIDUEL ENTRE DEUX PLONGÉES
INTERVALLES DE SURFACE

Groupe de plongée mètres/mètres	15min	30min	45min	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						
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
C	0,92	0,91	0,90	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	0,81	0,81
D	0,97	0,95	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	0,82	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
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	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
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	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
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	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
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82



Plongées successives

Après avoir déterminé l'azote résiduel, on lit la majoration en minutes en fonction de la profondeur.

TABLEAU 2: DETERMINATION DE LA MAJORATION EN MINUTES.																				
PROFONDEUR DE LA DEUXIEME PLONGEE.																				
Azote résiduel	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10



Plongées successives

Exemple :

Prof	Quinté	0m	5m	35	DTR	GPS
35m	25 min			11	14	J
	30 min		1	20	24	J
	35 min		2	27	32	J
	40 min		5	34	42	L
	45 min		9	39	51	M
	50 min		14	43	60	N
	55 min		18	47	68	N
	60 min		22	50	75	O
	1h05	2	26	52	84	P
	1h10	4	28	57	93	P

Plongée 1 :
29 min à 34 m

Plongée 2 :
12 min à 23 m

Intervalle entre les 2 plongées :
3 h 12 min

TABLEAU 1: EVOLUTION DE L'AZOTE RÉSIDUEL ENTRE DEUX PLONGÉES

INTERVALLES DE SURFACE

Groupes de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,01	0,96	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86



Plongées successives

Exemple :

TABLEAU 1: EVOLUTION DE L'AZOTE RÉSIDU														
INTERVALLES DE SURF														
Groupe de plongée successive	15min	30min	45min	1h	1h30	2h	2h30	3h	3h30	4h	4h30	5h	5h30	6h
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
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
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82
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
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
F	1,05	1,03	1,03	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84
H	1,13	1,10	1,08	1,06	1,01	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,88	0,87	0,84	0,85
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86

TABLEAU 2: DETERMINATION DE LA MAJORATION EN MINUTES.																				
PROFONDEUR DE LA DEUXIEME PLONGEE.																				
Azote résidu	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m	38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7



Plongées successives

Exemple :

Paramètres de la 2^{ème} plongée :

Prof = 23m

Durée fictive = 12 + 17 = 29 min

Prof	Durée	6m	3m	DTR	GPS
	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min		1	3	F
25m	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



Plongées successives

Exercice : Deux plongeurs s'immergent à 10h00 pour une première plongée de 46 min à 19 m. A 14h00, ils s'immergent pour une deuxième plongée de 40 min à 17 m.

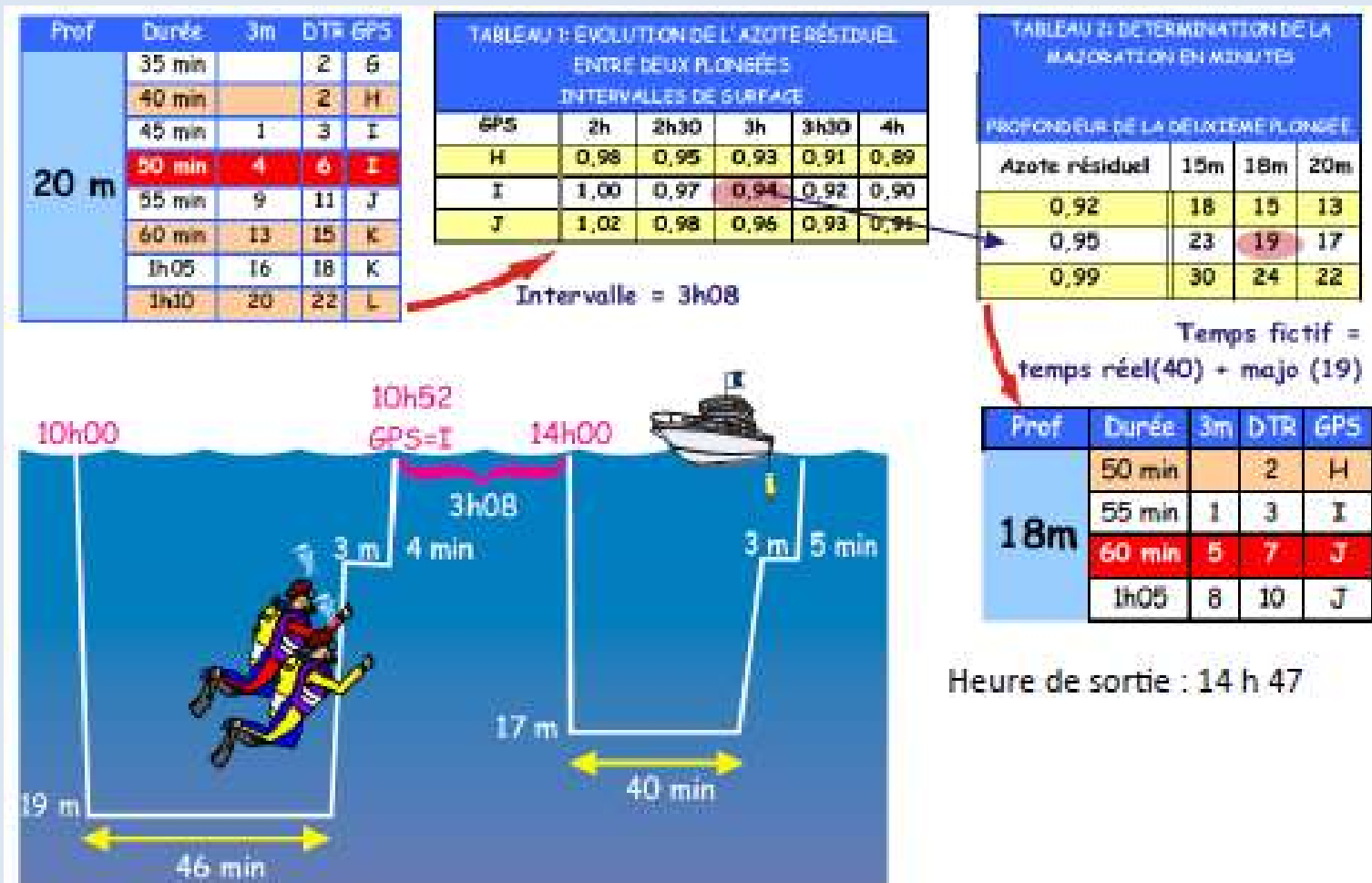
Question :

GPS et heure de sortie de la première plongée ?

Heure de sortie de la seconde plongée ?



Plongées successives



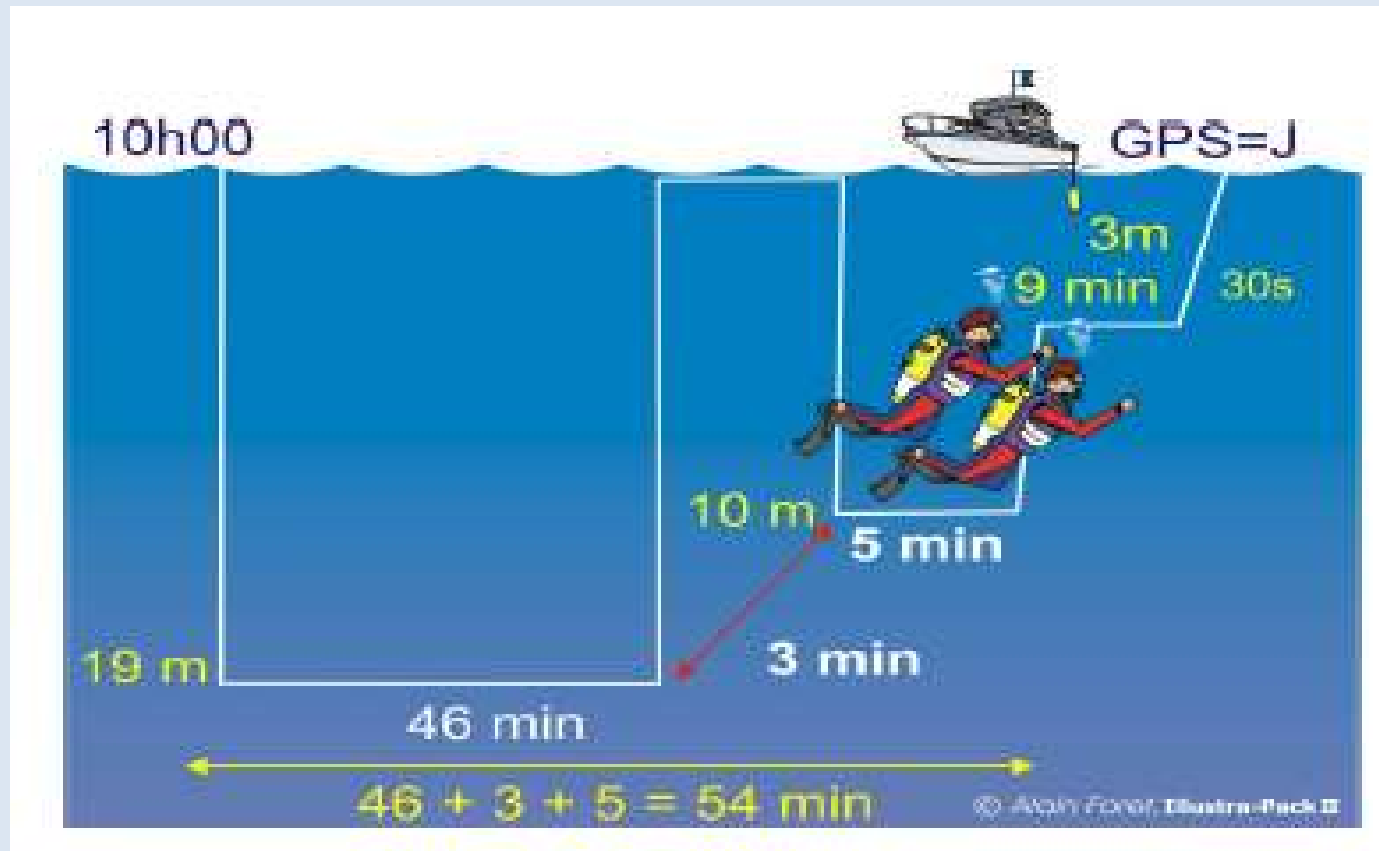
Interruption de palier - Remontée trop rapide

- En cas d'interruption de palier : il faut dans les 3 minutes redescendre au palier interrompu et le refaire en **totalité**
- En cas de remontée trop rapide : il faut repartir à **mi profondeur en – de 3 min pour 5 min** puis réaliser correctement la **remontée dans son intégralité**. Le temps de surface et le temps de mi profondeur sont intégrés dans la durée totale de la plongée ainsi que les trois minutes pour atteindre la mi profondeur.
- Votre gestion de l'air doit prévoir ces risques



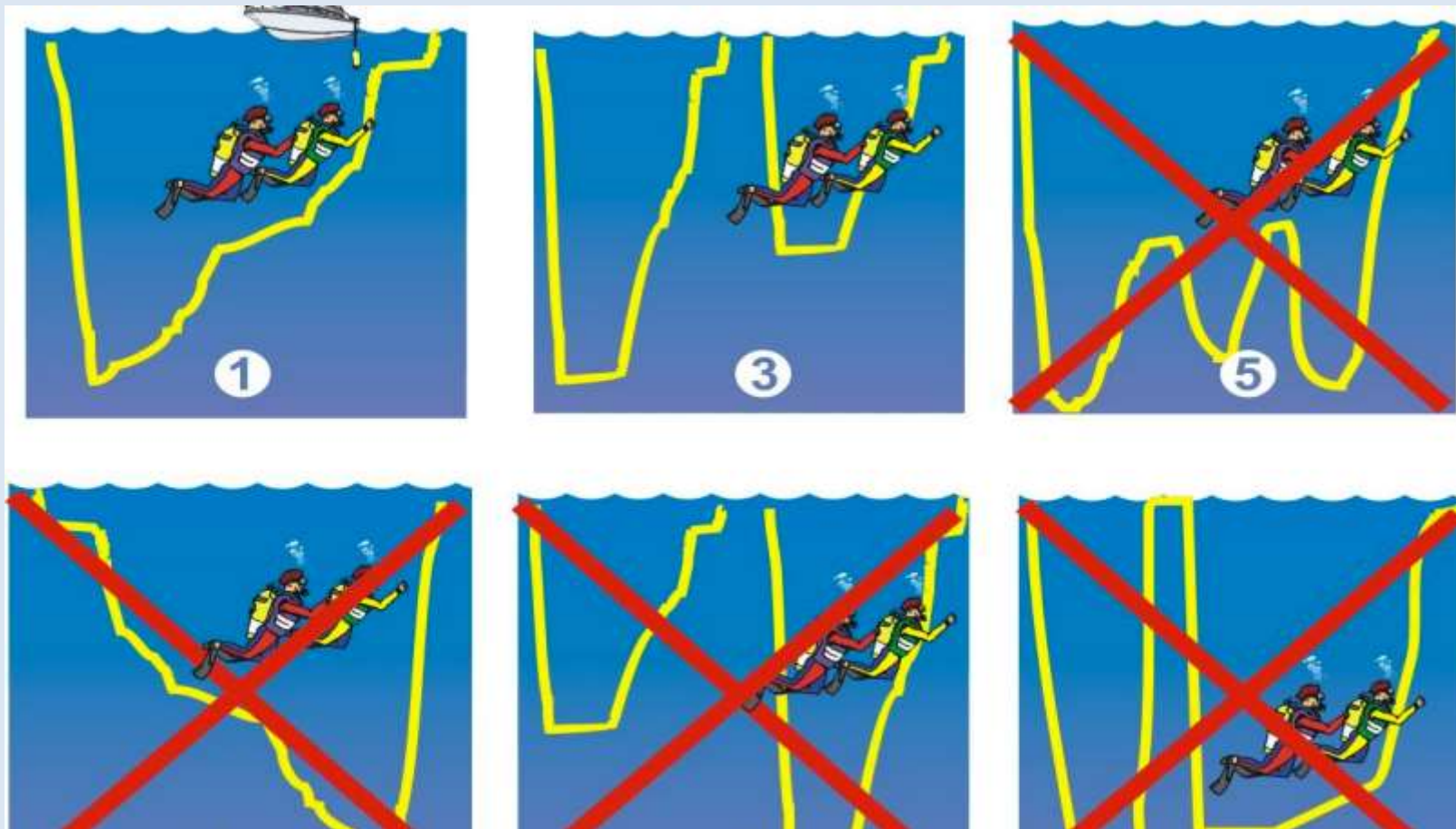
Interruption de palier - Remontée trop rapide

Exemple de gestion d'une remontée trop rapide



Prévention

- Éviter les profils de plongée à risque (consécutives, yoyo, inversés)



Prévention

- Éviter les efforts pendant la plongée et surtout durant la remontée. La remontée doit être un temps calme sans palmage et en maintenant une respiration lente propice à la désaturation.
- Privilégier les plongées sans paliers (surtout pour les successives)
- Ne pas monter en altitude ou prendre l'avion pendant 12 à 24 h
- Ne pas plonger quand on est pas en forme
- Anticiper et organiser vos plongées



Mémo

- Il faut connaître :

- la courbe des plongées sans paliers
- La vitesse de remontée du fond jusqu'au premier palier, entre les paliers et entre le dernier palier et la surface

- Il faut savoir déterminer pour les plongées simples, consécutives et successives :

- Les paramètres de plongées

- Il faut savoir calculer pour les plongées simples, consécutives et successives :

- la durée totale de remontée
- l'heure de sortie

