

# Cours théorique PA-40

Cour n°2 – Planification et essoufflement



# Planification

Définir le profil de la plongée et rappeler les procédures de sécurité en prenant en compte les directives du directeur de plongée (DP) et le contexte environnemental, matériel et humain (co-équipiers).

La planification détermine donc :

- Les paramètres de plongée
- L'orientation
- Les procédures de sécurité



# Les paramètres de la plongée

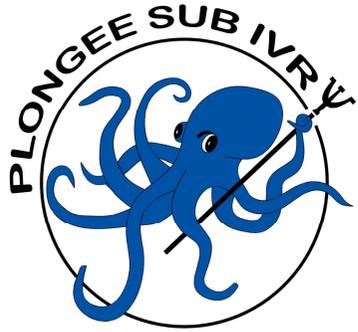
- Paramètres : Durée totale, profondeur, temps fond, DTR, paliers.
- Facteurs limitants :
  - l'autonomie. Il faut donc connaître sa consommation en surface et savoir calculer sa consommation en fonction de la profondeur
  - Les consignes du DP : En plus de la durée totale et de la profondeur max, le DP peut ajouter d'autres contraintes, comme la DTR max, la réserve d'air minimale...



# Calcul de consommation

- A profondeur constante
    - Conso surface (en litres/minute) x Pression abs (en bar) x Temps en minute
- Exemples :

Consommation	Profondeur	Durée	Volume consommé
20 l / minutes	35 m => Pabs =	18 minutes	
15 l / minutes	35 m => Pabs =	18 minutes	
20 / litres minutes	3 m => Pabs =	6 minutes	



# Calcul de consommation

- Pendant la remontée
  - Conso surface (en litres/minute) x Pabs moy (en bar) x Temps en minute

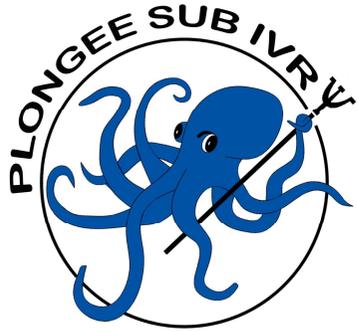
Exemples :

Consommation	Profondeur max à la surface	Durée de la remontée à 10 m/min	Volume consommé
20 l / minutes	35 m => Pabs = Pabs moy =		
15 l / minutes	35 m => Pabs = Pabs moy =		



## Exercice – Brief du DP sur une plongée épave à 35m

- Se regrouper à la bouée
- Descente le long du bout jusqu'à l'épave
- Descendre sur le sable et rejoindre l'hélice
- Remonter sur le pont
- Promenade sur le pont jusqu'au bout
- Remonter le long du bout
- Faire ses paliers
- Sortie à la bouée
- **Temps fond : max 20 minutes**
- **DTR max : 10 minutes**
- **Remonter sur le bateau avec 50 bar**



# Calcul des paliers

Les tables MN-90 indique pour chaque profondeur :

- La durée des paliers à 9, 6 et 3m
- La DTR : Durée totale de remontée
- Le GPS : Groupe de plongée successive

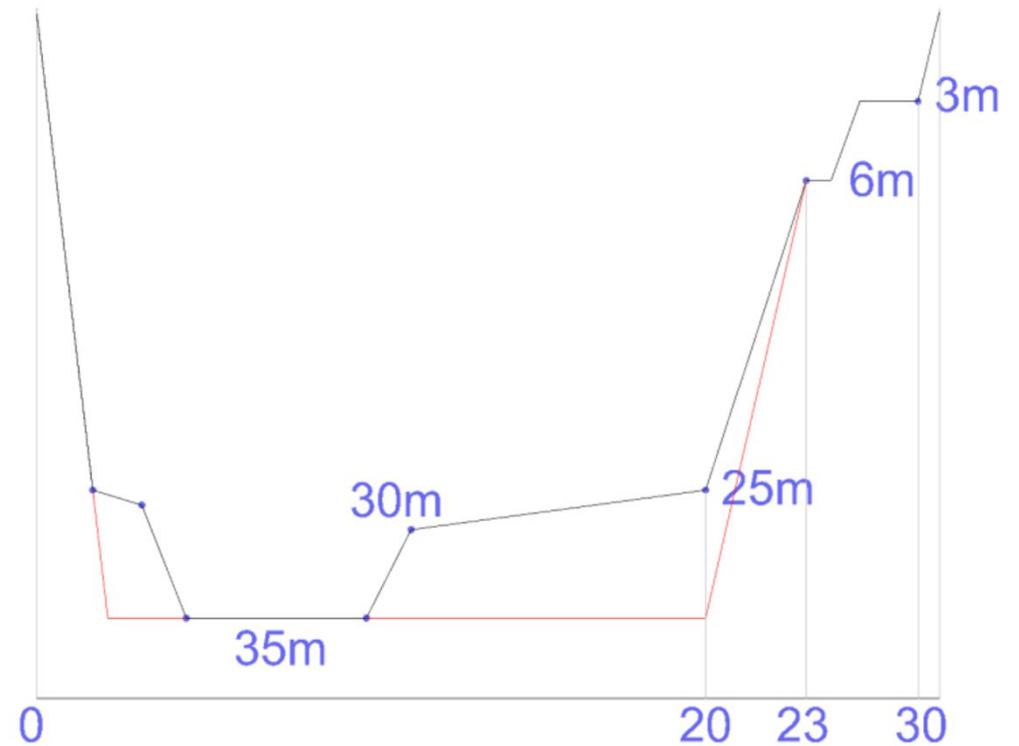
Prof.	Durée	6m	3m	DTR	GPS	Prof.	Durée	9m	6m	3m	DTR	GPS
<b>25m</b>	5 min			2	B	<b>32m</b>	20 min			3	6	G
	10 min			2	C		25 min			6	9	H
	15 min			2	D		30 min			14	17	I
	20 min			2	E		35 min			22	25	K
	25 min		1	3	F		40 min		1	29	33	K
	30 min		2	4	H		45 min		4	34	41	L
	35 min		5	7	I		50 min		7	39	49	M
	40 min		10	12	J		55 min		11	43	57	N
	45 min		16	18	J		60 min		15	46	64	N
	50 min		21	23	K		1h 05		19	48	70	O
	55 min		27	29	L		1h 10		23	50	76	O
	60 min		32	34	L	<b>35m</b>	5 min				3	C
	1h 05		37	39	M		10 min				3	D
	1 h 10	1	41	45	M		15 min			2	5	F
	1 h 15	4	43	50	N		20 min			5	8	H
	1 h 20	7	45	55	N		25 min			11	14	I
	1 h 25	9	48	60	O		30 min		1	20	24	J
	1h 30	11	50	64	O		35 min		2	27	32	K
<b>28m</b>	5 min			2	B		40 min		5	34	42	L
	10 min			2	D		45 min		9	39	51	M
	15 min			2	E		50 min		14	43	60	N
	20 min		1	4	F		55 min		18	47	68	N
	25 min		2	5	G		60 min		22	50	75	O
	30 min		6	9	H		1 h 05	2	26	52	84	*
	35 min		12	15	I		1 h 10	4	28	57	93	*
	40 min		19	22	J	<b>38m</b>	5 min				3	C
	45 min		25	28	K		10 min			1	4	E
	50 min		32	35	L		15 min			4	7	F
	55 min	2	36	41	M		20 min			8	11	H
	60 min	4	40	47	M		25 min		1	16	21	J
	1 h 05	8	43	54	N		30 min		3	24	31	K
	1h 10	11	46	60	N		35 min		5	33	42	L
	1h 15	14	48	65	O		40 min		10	38	52	M
	1h 20	17	50	70	O		45 min		15	43	62	N
	1h 25	20	53	76	O		50 min		20	47	71	N
	1h 30	23	56	82	P		55 min	2	23	50	79	O
<b>30m</b>	5 min			2	B		60 min	5	27	53	89	P
	10 min			2	D		1 h 05	8	29	58	99	*
	15 min		1	4	E		1 h 10	11	31	62	108	*
	20 min		2	5	F	<b>40m</b>	5 min				3	C
	25 min		4	7	H		10 min			2	5	E
	30 min		9	12	I		15 min			4	7	G
	35 min		17	20	J		20 min		1	9	14	H
	40 min		24	27	K		25 min		2	19	25	J
	45 min	1	31	35	L		30 min		4	28	36	K
	50 min	3	36	42	M		35 min		8	35	47	L
	55 min	6	39	48	M		40 min		13	40	57	M
	60 min	10	43	56	N		45 min	1	18	45	68	N
	1h 05	14	46	63	N		50 min	2	23	48	77	O
	1h 10	17	48	68	O		55 min	5	26	52	87	O
<b>32m</b>	5 min			3	B		60 min	8	29	57	98	P
	10 min			3	D		1 h 05	12	31	61	108	*
	15 min		1	4	E		1 h 10	15	33	66	118	*



# Exercice – Calcul des paliers et profil

Peut-on rester 20 minutes au fond avec une consommation de de 20 l/min et un bloc de 15 l ?

35m	5 min			3	C	
	10 min			3	D	
	15 min			3	E	
	20 min		5	8	H	
	25 min		11	14	I	
	30 min	1	20	24	J	
	35 min	2	27	32	K	
	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	
	1 h 05	2	26	52	84	*
	1 h 10	4	28	57	93	*





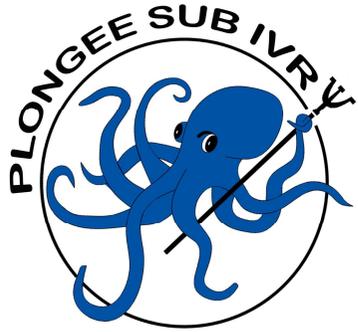
## Exercice - Calcul de consommation

Etape	Profondeur prise en compte	Durée	Volume consommé
Au fond		20 min	
Remontée		3 min 30 s	
Palier à 6m		1 min	
Palier à 3m		6 min	



# Essoufflement - Mécanisme

- Ventilation et CO<sub>2</sub>
  - La pression partielle de CO<sub>2</sub> (PPCO<sub>2</sub>) dans l'air que nous expirons est de  $\sim 0,05$ , il est le résultat de notre métabolisme, nous transformons  $\sim 0,05$  de PPO<sub>2</sub> inspiré en  $\sim 0,05$  PPCO<sub>2</sub>, cela ne varie pas avec la profondeur.
  - En cas d'effort, nous consommons plus d'O<sub>2</sub> et donc produisons plus de CO<sub>2</sub>, le corps va donc augmenter le rythme de la ventilation pour apporter plus d'O<sub>2</sub> et éliminer le CO<sub>2</sub>.



# Essoufflement - Mécanisme

- Ventilation en plongée
  - ↑ espace mort (détendeur) → ↑ fréquence ventilatoire
  - Reflux central de la circulation sanguine (apesanteur en immersion) → ↑ travail ventilatoire
  - ↑ densité de l'air → ↑ travail ventilatoire
  - ↑ résistance inspiratoire et expiratoire → ↑ travail ventilatoire (expiration active)
  - ↓ VEMS (volume expiratoire maximal par seconde) → insuffisance respiratoire à l'effort
  - ↑ stress, surtout chez les débutants → réflexe inspiratoire



# Essoufflement - Mécanisme

- Facteurs augmentant la production de CO<sub>2</sub> :
  - Efforts :
    - Propulsion
    - Sustentation
    - Ventilation (densité de l'air)
  - Froid (air inspiré, eau froide)

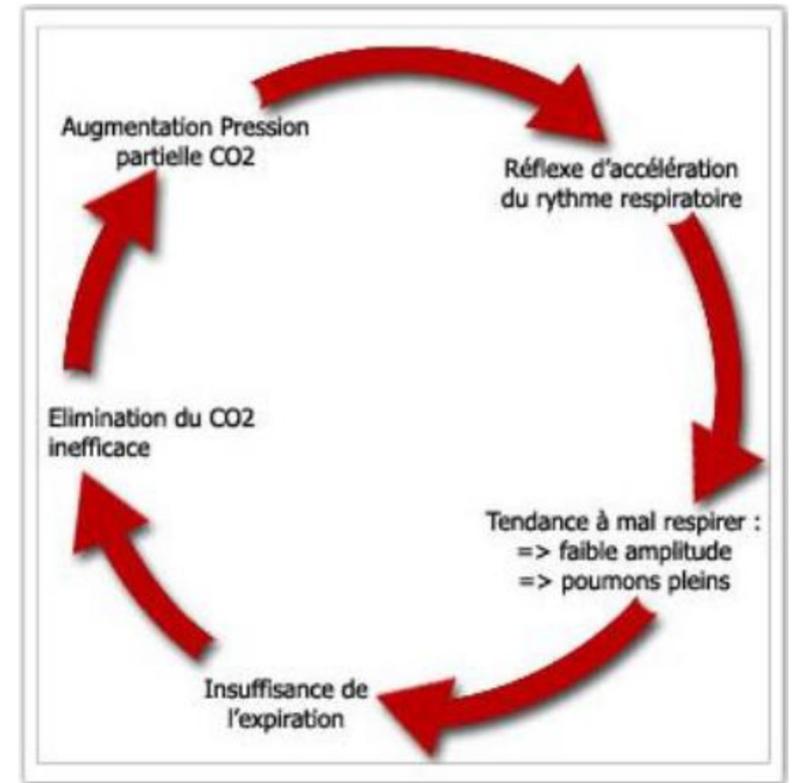
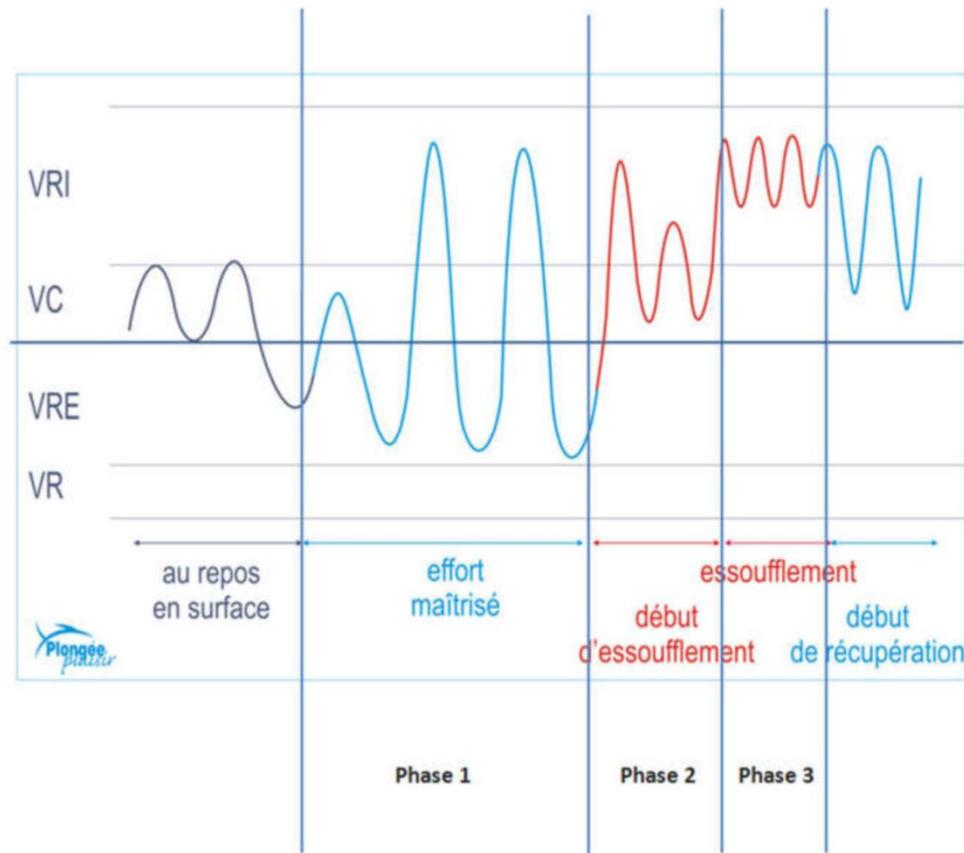


## Essoufflement - Mécanisme

- Facteurs diminuant l'élimination de CO<sub>2</sub> :
  - Expiration active (moins efficace)
  - Stress (↓ expiration, ↑ fréquence, ↓ amplitude)
  - Pneumothorax, OAP



# Essoufflement - Mécanisme





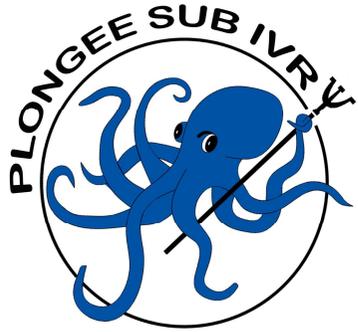
# Essoufflement – Symptômes et signes

## Symptômes :

- Ventilation difficile
- Augmentation du rythme respiratoire
- Maux de tête, bourdonnements
- Stress

## Signes :

- Présence importante de bulles
- Ventilation saccadée
- Agitation



## Essoufflement – Conduite à tenir

Le plongeur :

- Arrêter tout effort
- Alerter
- Essayer de se calmer et insister sur l'expiration
- Diminuer la profondeur

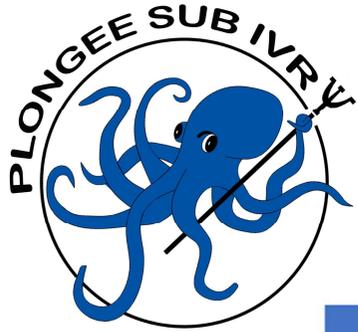
Le binôme :

- Saisir, calmer et rassurer le plongeur
- Faire cesser tout effort
- Remonter le plongeur de quelques mètres
- Surveiller la consommation
- Fin de plongée



## Essoufflement – Risques

- Hypercapnie => perte de connaissance => NOYADE
- Panique => Inondation des voies respiratoires => NOYADE
- Panique => Blocage de l'expiration => SPP
- Panique => remontée trop rapide => SPP/ADD
- Respiration superficielle => Désaturation insuffisante => ADD
- Surconsommation => panne d'air



# Essoufflement – Causes et prévention

Causes / Facteurs Favorisants	Prévention
Effort important	Maitriser ses efforts en surface comme en immersion. Eviter tout effort inutile, prendre le temps de récupérer, Utiliser son gilet (stabilisation, remontée)
Mauvaise Ventilation	Avoir un vêtement adapté, Entretien et réglage détendeur Se forcer à expirer pendant l'immersion
Froid	Consommation accrue d'O <sup>2</sup> pour se réchauffer Se protéger avant la plongée Avoir un équipement adapté (épaisseur, gants, ...) Boire chaud Réduire le temps de plongée
Accroissement de la viscosité de l'air	Avoir un détendeur adapté à la profondeur
Bouteille Mal ouverte	Contrôler avant immersion
Lestage inadapté, mauvais équilibre	Ajuster, tenir compte d'un éventuel changement d'équipement, utiliser le gilet, mieux vaut faire son palier à 6 m si l'on est trop léger à 3 m que de labourer le fond en se déplaçant à 45°
Vêtement trop serré : Gêne la respiration	Avoir un vêtement correctement ajusté et d'épaisseur adaptée
Mauvaise condition physique : Fatigue, Stress, maladie, ...	Avoir conscience de son état et savoir renoncer à plonger