

# Formation théorique P3/PA600



Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108



# Formation théorique P3/PA600

## Sommaire de la formation

- Réglementation
- **L' autonomie**
- Barotraumatismes
- Accidents de décompression
- Accidents toxiques
- Utilisation des tables de plongées
- Procédures particulières de décompression
- Ordinateur de plongée et planification
- Matériel de plongée – le détendeur
- Matériel de plongée – compresseur - bouteille
- Matériel de navigation, de sécurité et matelotage
- Orientation et plonger en sécurité



## I' « Autonomie »



## Définition de l' « Autonomie »

### Étymologie:

Du grec *autos* : soi-même et *nomos* : loi, règle.

Droit que les Romains avaient laissé à certaines villes grecques, de se gouverner par leurs propres lois.

Par extension : indépendance.

'**Autonomos**' : En philosophie morale, l'**autonomie** est la faculté d'agir par soi-même en se donnant ses propres règles de conduite, sa propre loi



## Définition de l' « Autonomie »

En plongée, la notion d'autonomie définit la capacité d'un plongeur à gérer lui-même sa plongée et les paramètres de celles-ci.

Elle n'induit en rien le droit de celui-ci à enfreindre la loi ou à établir ses propres règles.

L'autonomie en plongée n'est en aucune manière synonyme d'individualisme.

Le plongeur peut être autonome, sous certaines conditions, mais il n'est jamais seul.



## Autonomie ou Autonomie relative ?



## Autonomie ou Autonomie relative ?

Quelques soit le niveau du plongeur, son autonomie éventuelle sera relative dès lors qu'un directeur de plongée (DP) est présent sur le site de plongée.

Ce dernier décide du site, des conditions, des paramètres, de la constitution des palanquée et de l'autonomie ou non des plongeurs.

Dans ce cas l'autonomie est dite « relative » et seule la plongée par elle-même est faite sans encadrant (Guide de Palanquée).



## Autonomie ou Autonomie relative ?

En l'absence de D.P. seuls les plongeurs de niveau III, au minimum, sont habilités à organiser et à gérer eux-mêmes, et entre eux, la plongée.

Dans ce cas la plongée est effectuées en coresponsabilités. On parle alors d'autonomie sans autres précisions.

Les participants devront alors veiller au respects des lois en vigueur et des règles de sécurité.



Attention à la jurisprudence !

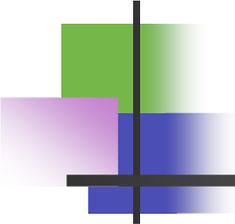


## Brevet ou qualification ?



Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

## Brevet ou qualification ?

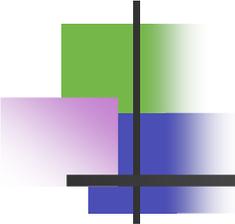
Comme nous l'avons vu précédemment le code du Sport définit des zones de plongée et des aptitudes correspondant à ces zones.

Un brevet de plongeur atteste du fait que son titulaire détient effectivement **un ensemble d'aptitudes** correspondant au niveau du brevet concerné.

Ainsi un plongeur Niveau 3 autonome jusqu'à 60 m est donc un plongeur qui détient les aptitudes PA60.

et un plongeur Niveau 2 détient les aptitudes PA20 et PE40 (*autonomie à 20m et plongeur encadré à 40m*)





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

---

## Brevet ou qualification ?

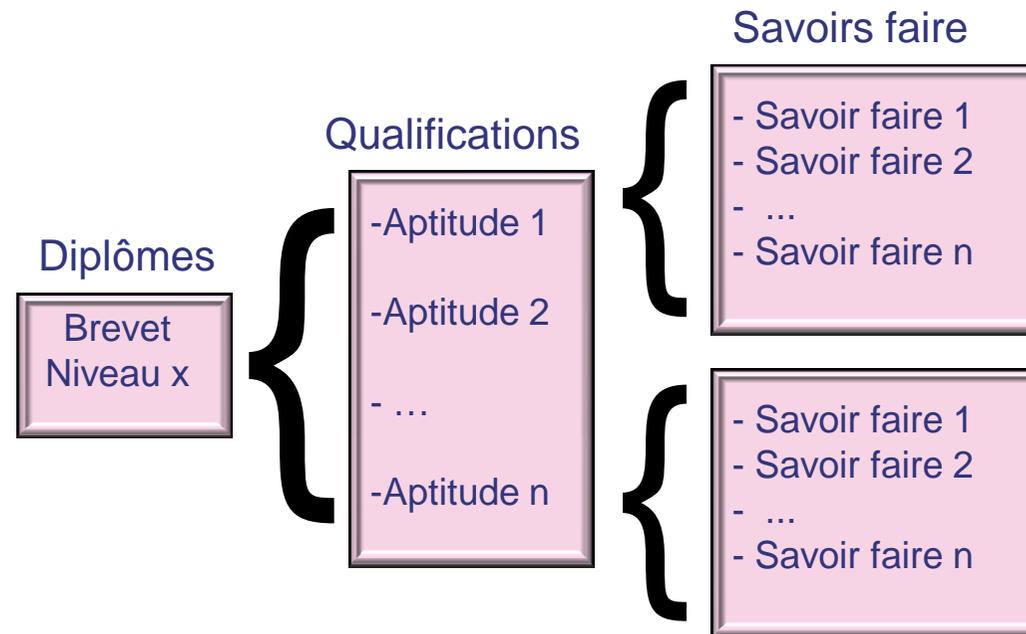
Un plongeur niveau 2 (PA20, PE40) devra détenir les aptitudes définies par le code du sport sous l'acronyme PA40 (*autonomie à 40m*) pour prétendre atteindre cette profondeur en autonomie relative.

La FFESSM propose des formations qualifiantes et délivre une carte attestant des qualifications correspondantes obtenues.

La qualification PA40 valide **uniquement** l'aptitude « autonomie à 40 m » sous la responsabilité exclusive d'un directeur de plongée. Elle peut être vue comme une « extension » du Brevet de plongeur niveau 2.

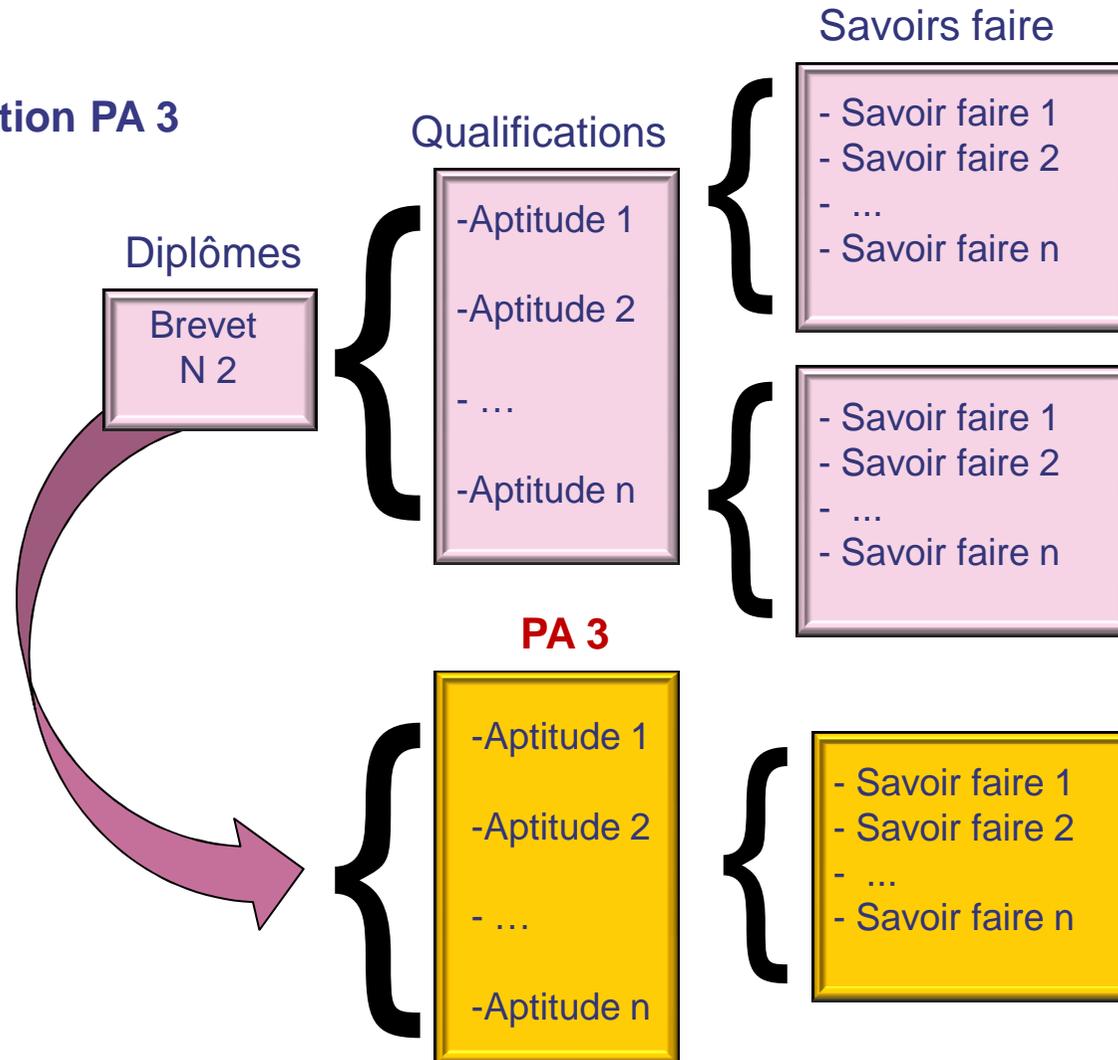


## Brevet ou qualification ?



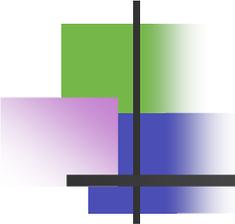
# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

## Qualification PA 3



## L'esprit d'équipe





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

---

## Esprit d'équipe

Plonger en autonomie c'est avant tout avoir l'esprit d'équipe et de solidarité.

C'est aussi pour tout les plongeurs l'obligations de :

- Planifier
- Calculer
- Prévoir
- Surveiller
- Gérer toutes les situations imprévues (incidents, accidents, etc.)
- Gérer la sécurité de la palanquée (air, décompression)



## Avant la plongée

- Planifier :
  - choisir une jour
  - choisir une lieu
  - définir une profondeur
  - définir un temps de plongée maximum
  - organiser la sécurité
  - définir les moyens de secours
- Calculer
  - la décompression prévisionnelle
  - le stock d'air minimum
- Prévoir
  - s'informer des conditions météorologiques du lieu prévu
  - un protocole de décompression commun
  - une procédure de sécurité commune
  - des critères de fin de plongée (temps de plongée, stock d'air, etc.)



## Pendant et après la plongée

### -Surveiller

- communiquer
  - surveillance mutuelle permanente en plongée
  - surveillance mutuelle en surface après la plongée
- 
- Gérer toutes les situations imprévues (incidents, accidents, etc.)
    - observer et réagir
    - n'entreprendre aucune action à risque pour la palanquée ou pour soit même
    - tenir compte du contexte (conditions de mer, présence de courant, etc.)
    - adapter ou annuler la plongée si nécessaire
- 
- Gérer mutuellement la sécurité de la palanquée (air, décompression)
    - Vérifier régulièrement les stocks d'air
    - Respecter la cohésion de la palanquée
    - Respecter le trajet prévu
    - Respecter les procédures prévues (perte de palanquée, décompression, critères de fin de plongée, etc.)



## La notion de palanquée

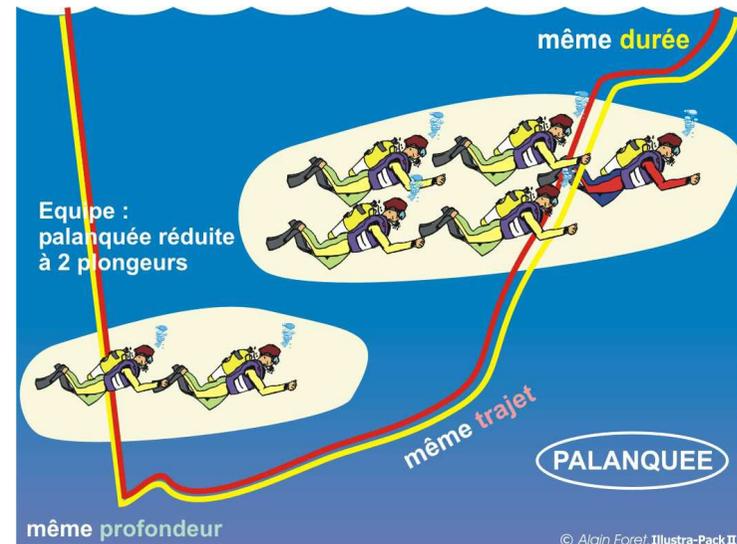
L'art **A322-76** du code du sport définit la notion de palanquée :

« *Plusieurs plongeurs qui effectuent ensemble une plongée présentant les mêmes caractéristiques de durée, de profondeur et de trajet constituent une palanquée.* »

Cet article oblige donc que la palanquée soit constituée de plongeurs de **niveaux** et de **compétences** sensiblement équivalents ou **compatibles entre eux**. La palanquée doit de plus être constituée depuis la surface et jusqu'au retour au bateau ou à terre.

Tous les membres de la palanquée doivent avoir

- suivi un même trajet,
- atteint une même profondeur maximum
- un temps d'immersion identique



# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

Les zones accessibles en **autonomie** :

- Espace de 0 à 6 m, idéal pour les baptêmes et les débutants.
- Espace de 0 à 12 m : P1, PA12
- Espace de 0 à 20 m : P2, PA20
- Espace de 0 à 40 m : PA40
- Espace de 0 à 60 m : P3, P4, P5, PA60

Plusieurs plongeurs de niveau différents peuvent être membre d'un même palanquée.

En autonomie relative ou complète la profondeur maximum atteinte sera définie par les **prérogatives du plongeur de plus petit niveau**

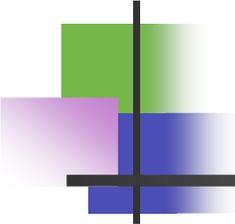


Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108



## Eléments de sécurité





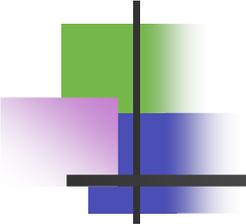
# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

---

Plonger en autonomie c'est aussi savoir:

- Définir un site sécurisant
- Connaître ses propres paramètres de consommation et ceux des membres de la palanquée
- Connaître ses moyens de décompression et ceux des membres de la palanquée
- Veillez à sa condition physique et s'assurer, autant que possible, que celles des autres membres n'est pas incompatible avec la plongée prévue. *(ne pas hésiter à questionner en cas de doute)*
- Prendre connaissance des matériels utilisés
- Maîtriser les techniques d'assistance en plongée
- reconnaître et éviter les environnements à risques (faune, flore, épaves, lieu dangereux, etc.)
- Eliminer toutes situations à risques potentiels
- Annuler une plongée en cas de doute





# Formation théorique P3,PA600 / réglementations

---

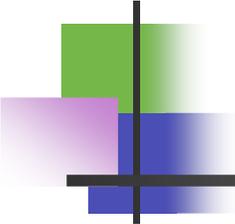
## Matériel de sécurité obligatoire en structure

### Disponible sur le lieu de la plongée :

- un moyen de communication permettant de prévenir les secours,
- de l'eau douce potable non gazeuse,
- un ballon auto remplisseur à valve unidirectionnelle (BA VU) avec sac de réserve d'oxygène,
- une bouteille d'oxygène gonflée avec manodétendeur et tuyau de raccordement au BA VU,
- une bouteille d'air de secours équipée de son détendeur,
- une couverture iso thermique,
- un moyen de rappeler un plongeur en immersion depuis la surface,
- éventuellement, un aspirateur de mucosités,
- une tablette de notation,
- un jeu de tables permettant de vérifier ou de recalculer les procédures de remontées,

**Les matériels et équipements nautiques des plongeurs doivent être conformes à la réglementation en vigueur et correctement entretenus.**





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

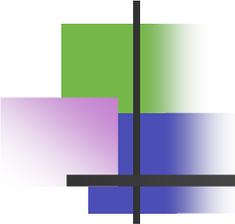
---

## Autonomie et Consommation d'air



Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

---

Plusieurs facteurs ont une influence sur notre consommation en air :

- Le stress
- Le froid
- La profondeur
- Le sur lestage
- Les efforts
- L'essoufflement

D'autres part, notre réserve d'air en plongée n'est pas infinie.

**Il est donc important de maîtriser et comprendre la consommation d'air de la palanquée.**



Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108



## La compressibilité des gaz - loi de Boyle-Mariotte



## loi de Boyle-Mariotte

Cette loi s'est construite en deux parties grâce à deux personnes BOYLE et MARIOTTE.

Robert BOYLE énonça le début de la loi en 1662.

Cette loi indique que le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il reçoit.  
Elle peut s'inscrire :

$$\text{Volume} = \text{Constante} / \text{Pression}$$

Donc

$$\text{Pression} \times \text{Volume} = \text{Constante}$$

$$\text{ou } P \times V = C$$

Edme MARIOTTE, compléta cette loi en 1676, en affirmant que la relation n'était valable qu'à température constante.



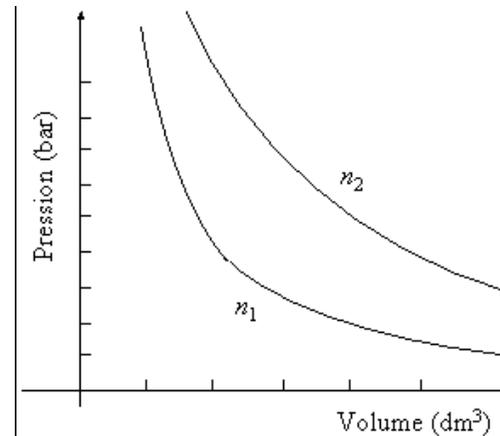
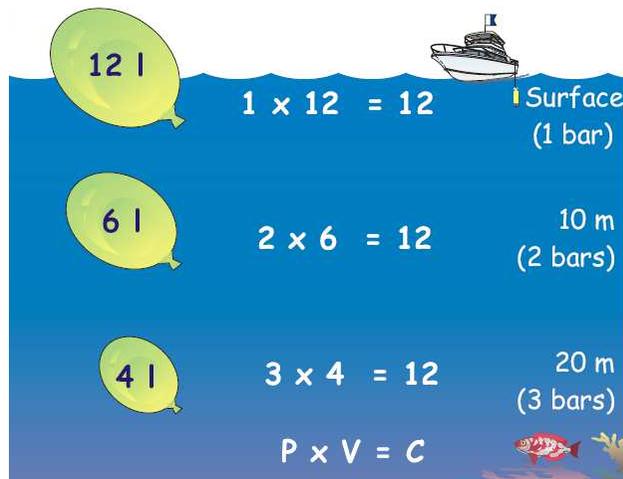
# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

A température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression.

Exprimer différemment, le produit de la pression par le volume d'un gaz reste constant

$$P \times V = \text{Constante}$$

Lorsque l'on s'immerge, l'augmentation de pression provoque une diminution de volume. Et inversement, à la remontée la pression en diminuant engendre une augmentation de volume.



## loi de Boyle-Mariotte

A effort similaire, la consommation d'air en immersion sera d'autant plus importante que la profondeur est grande.

En effet, plus la pression augmente, plus le volume d'air disponible dans le bloc sera faible donc plus le temps d'immersion sera court.

Hauteur d'eau Z en m	P en bar	V en litre	P x V
0	1	1	1
10	2	1/2	1
20	3	1/3	1
30	4	1/4	1

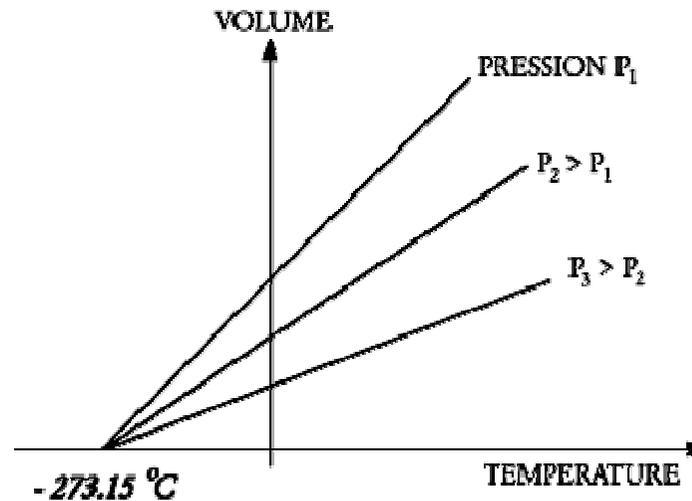
Par ailleurs, la combinaison de néoprène possédant des bulles d'air se verra comprimée en raison de la pression, d'où une diminution de la flottabilité avec la profondeur.



## loi de Boyle-Mariotte

Enfin ce phénomène est à l'origine d'accidents de plongée (*accidents barotraumatiques*) et peut en aggraver certains (*accidents de décompression*).

Assez proche de la loi de Boyle-Mariotte, la **loi de Charles et de Gay-Lussac** met en évidence l'influence de la température sur la pression d'un gaz contenu dans un espace fermé



## Exercice

### Question :

Quelle **volume** d'air contiendra, à **60 mètres**, une bouteille d'un litre de contenance en surface ?

**Réponse:** (  $P \times V = \text{Constante}$  ), ou dans ce cas (  $\text{Constante} / \text{Pression} = \text{Volume}$  )  
*La constante étant la contenance de la bouteille*

**1 litre** (contenance en surface) / **7 bar** (Pression à 60 m) = **volume = 0,1428 litre**

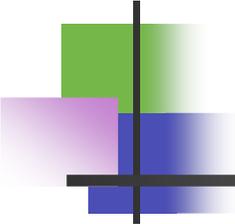
### Question :

Quel sera le volume en surface (1b) d'un objet d'une contenance de 5 l lorsqu'il sera rempli à 60 mètres de profondeur :

**Réponse :**  $P \times V = 7b * 5l = 35 \text{ litres}$

**Soit 7 fois la capacité pulmonaire moyenne**





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

---

## Calcul d'autonomie



Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108



## Calcul d'autonomie

Quatre paramètres permettent de calculer notre autonomie en air :

- 1/ Le volume du bloc de plongée
- 2/ La pression de gonflage
- 3/ Notre consommation moyenne en litres / minutes
- 4/ La profondeur d'évolution



## Calcul d'autonomie

*1/ Le volume en litres du bloc de plongée :*

Il existe plusieurs tailles de blocs de plongée : 8 L, 10 L, 12L, 15L, 18 L, 2 x 10 L, etc.

Les plus courants sont en général des 12 L ou des 15 L

*2/ La pression de gonflage :*

Il existe également plusieurs pressions standard pour le gonflage des blocs : 200, 230 voir 300 bars pour certains blocs .

En général le gonflage des blocs est de 200 ou 230 bars



## Calcul d'autonomie

Pour calculer la quantité d'air disponible dans notre blocs il suffit d'une simple multiplication :

$$\text{Quantité d'air} = \text{Volume du bloc} \times \text{Pression de gonflage}$$

Par exemple pour un bloc de 15 Litres gonflé à 200 bars le volume d'air disponible sera de :

$$15 \times 200 = 3000 \text{ litres}$$



## Calcul d'autonomie

*3/ Notre consommation moyenne en litres / minutes*

Maintenant que nous connaissons le volume d'air disponible, nous pouvons calculer notre autonomie en surface (1 bar).

Si l'on considère qu'un individu adulte consomme, au repos, en moyenne 20 litres d'air par minutes son autonomie sera de :

**Volume d'air disponible / consommation par minute = autonomie en minute**

Donc pour un bloc de 12 litres gonflé à 200 bars, soit 2400 litres d'air disponibles, l'autonomie sera de :

$$2400 / 20 = 120 \text{ minutes (en surface)}$$



## Evolution de la consommation

### 4/ La profondeur d'évolution

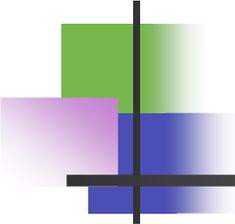
Comme nous l'avons vu précédemment la pression agit sur le volume d'air respiré (loi de Mariotte).

Notre consommation d'air varie donc en fonction de la profondeur .

A 10 mètres (2bars) nous consommerons, en l'absence d'effort :

*Consommation en surface X pression = 20 litres X 2 bars = **40 litres d'air / minute***





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

## Calcul de la consommation

Questions : si nous consommons 20 litres d'air par minute en surface,

Quelle sera notre consommation à 35 mètres ? :

**Réponse :  $20 \text{ L} \times 4,5 \text{ Bars} = 90 \text{ litres / minute}$**

Quelle sera notre consommation à 52 mètres ? :

**Réponse :  $20 \text{ L} \times 6,2 \text{ Bars} = 124 \text{ litres / minute}$**

Quelle sera notre consommation à 6 mètres ? :

**Réponse :  $20 \text{ L} \times 1,6 \text{ Bars} = 32 \text{ litres / minute}$**



## Calcul d'autonomie

Nous connaissons maintenant tous les paramètres pour calculer notre autonomie en plongée :

Prenons un exemple :

Un plongeur consomme 20 litres / minute. Il plonge à 20 mètres avec un bloc de 15 litres gonflé à 200 bars.

Qu'elle est son autonomie ?

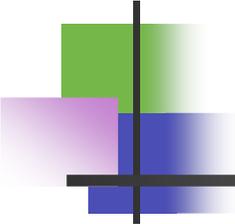
**Réponse :**

**Volume d'air disponible =  $15 \times 200 = 3000$  litres**

**Consommation à 20 mètres =  $20 \text{ L} \times 3 \text{ bars} = 60$  litres / minutes**

**Autonomie =  $3000 / 60 = 50$  minutes**





# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

## Exercice

### Question :

Quel sera l'autonomie en air à 40 m d'un plongeur, consommant en moyenne 20 l air /minute en surface, si il utilise un bloc 15 l gonflé à 230 bar et souhaite conserver une réserve de 50 bar

### Réponse :

$$230-50 = 180 / 5 \text{ b} = 36 \text{ b} * 15 \text{ litres} = 540 \text{ l} / 20 \text{ l/m} = 27 \text{ mn}$$



# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

Exercices :

Un plongeur s'immerge par 40 mètres de profondeur avec un bloc de 12 litres à 230 bars, sachant qu'il consomme 20 l/mn qu'elle est son autonomie ?

Air disponible :  $12 \times 230 = 2760 \text{ L}$

Consommation / minutes =  $20 \text{ L} \times 5 \text{ bars} = 100 \text{ litres /minutes}$

Autonomie =  $2760 / 100 = 27,6 \text{ minutes}$  arrondi à 27 minutes

Ce plongeur est victime d'un essoufflement à 40 mètres qui fait augmenter sa consommation à 100 litres d'air par minute ( valeur en surface) qu'elle est son autonomie ?

Air disponible :  $12 \times 230 = 2760 \text{ L}$

Consommation / minutes =  **$100 \text{ L} \times 5 \text{ bars} = 500 \text{ litres /minutes}$**

**Autonomie =  $2760 / 500 = 5,52 \text{ minutes}$  arrondi à 5 minutes**



# Formation théorique P3,PA600 / Autonomie

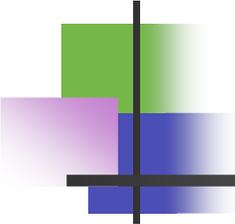
Autonomie en minutes (bloc de 15 litres à 200 bars soit 3000 L d'air)

Consommation en L/Mn	Profondeur (pression)				
	20 m (3b)	30 m (4b)	40 m (5b)	50 m (6b)	60 m (7b)
20	50,00	37,50	30,00	25,00	21,43
40	25,00	18,75	15,00	12,50	10,71
60	16,67	12,50	10,00	8,33	7,14
80	12,50	9,38	7,50	6,25	5,36
100	10,00	7,50	6,00	5,00	4,29
120	8,33	6,25	5,00	4,17	3,57



Patrick Baptiste  
MF1 N° 22108





# Formation théorique P3,PA600 / réglementations

---

## La prochaine fois ...

- Réglementation
- L' autonomie
- **Barotraumatismes**
- Accidents de décompression
- Accidents toxiques
- Utilisation des tables de plongées
- Procédures particulières de décompression
- Ordinateur de plongée et planification
- Matériel de plongée – le détendeur
- Matériel de plongée – compresseur - bouteille
- Matériel de navigation, de sécurité et matelotage
- Orientation et plonger en sécurité



## Des questions ?

