



Les plongées

en altitude

Plongée en altitude

- 1) Révision : les pressions
- 2) Les pressions en altitude
- 3) Altitude et vitesse de remonté
- 4) Instruments et altitude
- 5) Utilisation des tables MN 90
- 6) Mémento des formules
- 7) Exercices de plongée

Plongée en altitude

Révision LES PRESSIONS

Plongée en altitude

2 000 m

0,8 b

La pression atmosphérique est due au poids de l'air

1 b

10 m

2 b

La pression hydrostatique est due au poids de l'eau

3 b

1 bar tous les 10 m

20 m

4 b

La pression absolue est due au poids de l'air et au poids de l'eau

30 m

4,5 b

35 m



Plongée en altitude

LES PRESSIONS EN ALTITUDE

Plongée en altitude

La pression atmosphérique est due au poids de l'air

770 hpa = 578 mmHg = 0,77 b

**Lac à
2000 m**

**Lu au
baromètre**

1013 hpa = 760 mmHg = 1,013 b
(hectopascals) (mm de mercure) (bar)

Surface de la mer

**1013 mb
(millibars)**

Plongée en altitude

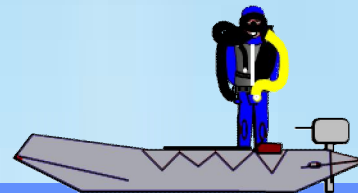
La pression au niveau du lac est généralement donnée en mm de mercure, elle doit être calculée en bar

Lac à
2000 m

Les tables de plongée prennent en considération une pression au niveau de la mer de :

1 b

Surface de la mer



Plongée en altitude

Pour trouver la pression atmosphérique en bar qui s'exerce au niveau du lac :

$$\frac{\text{Profondeur mer}}{\text{Pression atm. mer}} = \frac{\text{Profondeur lac}}{\text{Pression atm. lac}}$$

Lac à
2000 m

$$\frac{\text{Pression atmosphérique lac}}{\text{Pression atmosphérique mer}} \times 1 = \text{Pression en bar}$$

Surface de la mer

Plongée en altitude

$$\frac{770}{1013} \times 1 = 0,76 \text{ b}$$

$$\frac{578}{760} \times 1 = 0,76 \text{ b}$$

$$770 \text{ hpa} = 578 \text{ mmHg} = 0,77 \text{ b}$$

Lac à
2000 m



Lu au
baromètre



Surface de la mer

$$1013 \text{ hpa} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \text{ b}$$

(hectopascals) (mm de mercure) (bar)

0,76 b

Approximation
utilisée dans les
tables d'une plongée

1 b

1013 mb
(millibars)

Plongée en altitude

Altitude et pression absolue

Plongée en altitude

La pression atmosphérique est due au poids de l'air

La pression absolue est égale au poids de l'air plus le poids de l'eau

Surface de la mer **1 b**

Pression de l'eau = $\frac{10}{10} = 1$

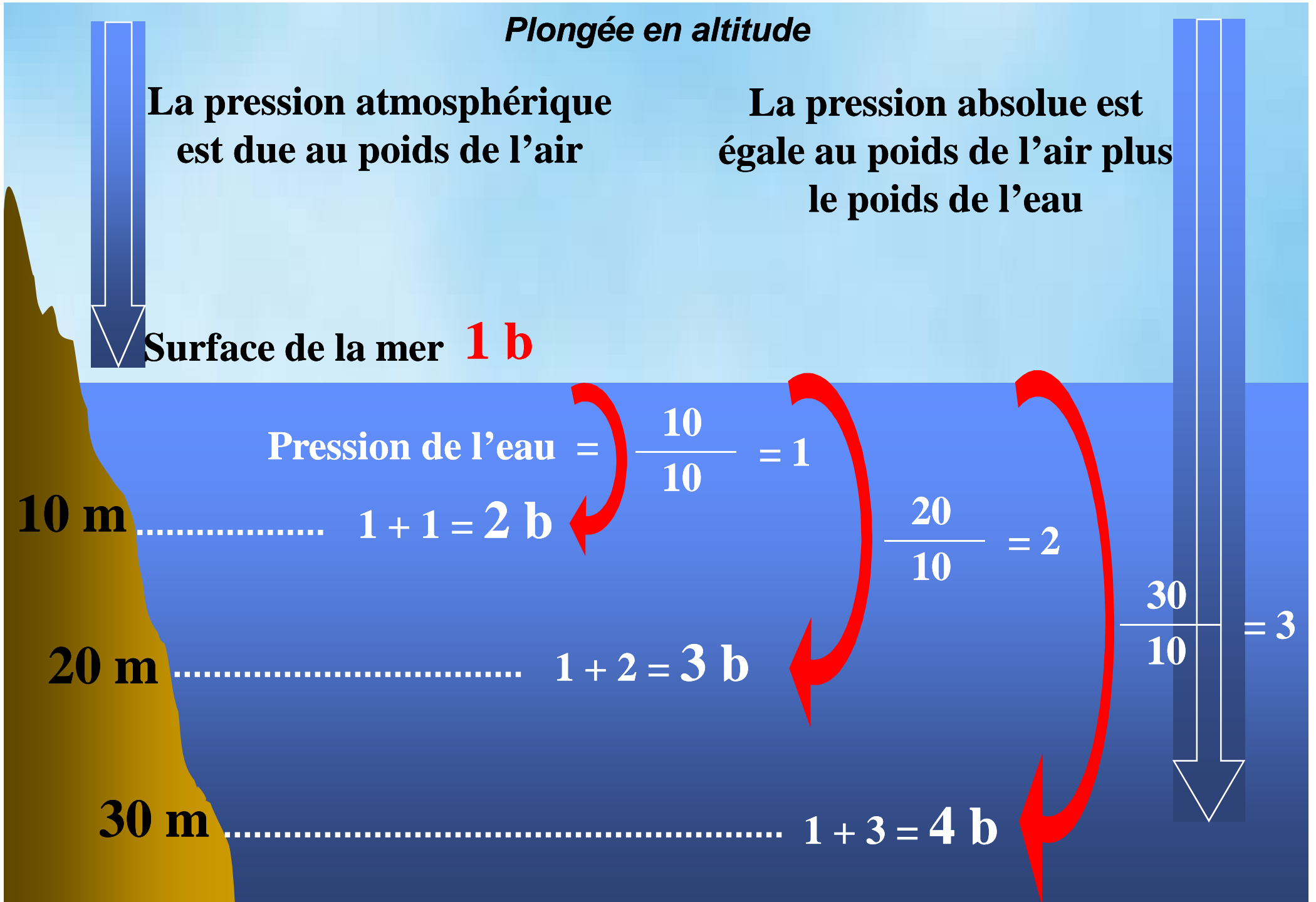
10 m $1 + 1 = 2 \text{ b}$

$\frac{20}{10} = 2$

20 m $1 + 2 = 3 \text{ b}$

$\frac{30}{10} = 3$

30 m $1 + 3 = 4 \text{ b}$



Plongée en altitude

La pression atmosphérique
est moins importante en
montagne

Surface de lac : exemple : **0,8 b** (2000 m)

Pression de l'eau = $\frac{10}{10} = 1$

10 m $0,8 + 1 = 1,8 \text{ b}$

$\frac{20}{10} = 2$

20 m $0,8 + 2 = 2,8 \text{ b}$

$\frac{30}{10} = 3$

30 m $0,8 + 3 = 3,8 \text{ b}$

Plongée en altitude

Altitude et variation de pression

Plongée en altitude

En respectant un rapport des pressions multiplié par 4 entre la surface et le fond, quelle est la profondeur équivalente en mer ?

Surface du lac **0,8 b**

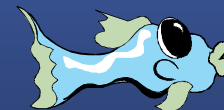
Surface de la mer **1 b**

$$\frac{24}{10} = 2,4$$

x 4

24 m $0,8 + 2,4 = 3,2 \text{ b}$

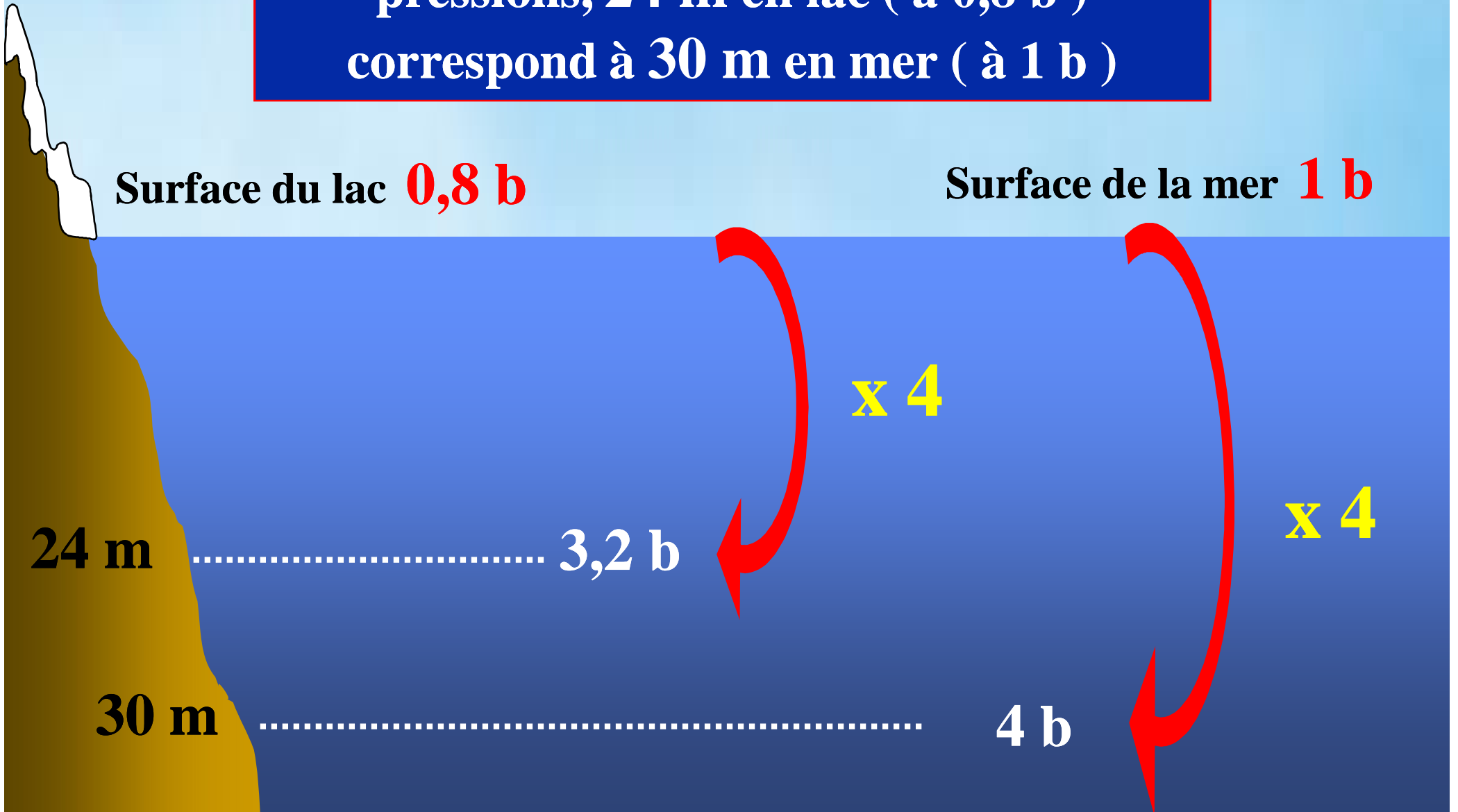
x 4



?

Plongée en altitude

si on garde le même rapport des pressions, 24 m en lac (à 0,8 b) correspond à 30 m en mer (à 1 b)



Plongée en altitude

Utilisation des tables MN 90

Plongée en altitude

La variation de pression étant plus importante, nous saturons plus...

Surface de la mer **1 b**

Surface du lac **0,5 b**

x 2

x 3

$$1 + 1 = 2 b$$

$$1 + 0,5 = 1,5 b$$

10 m

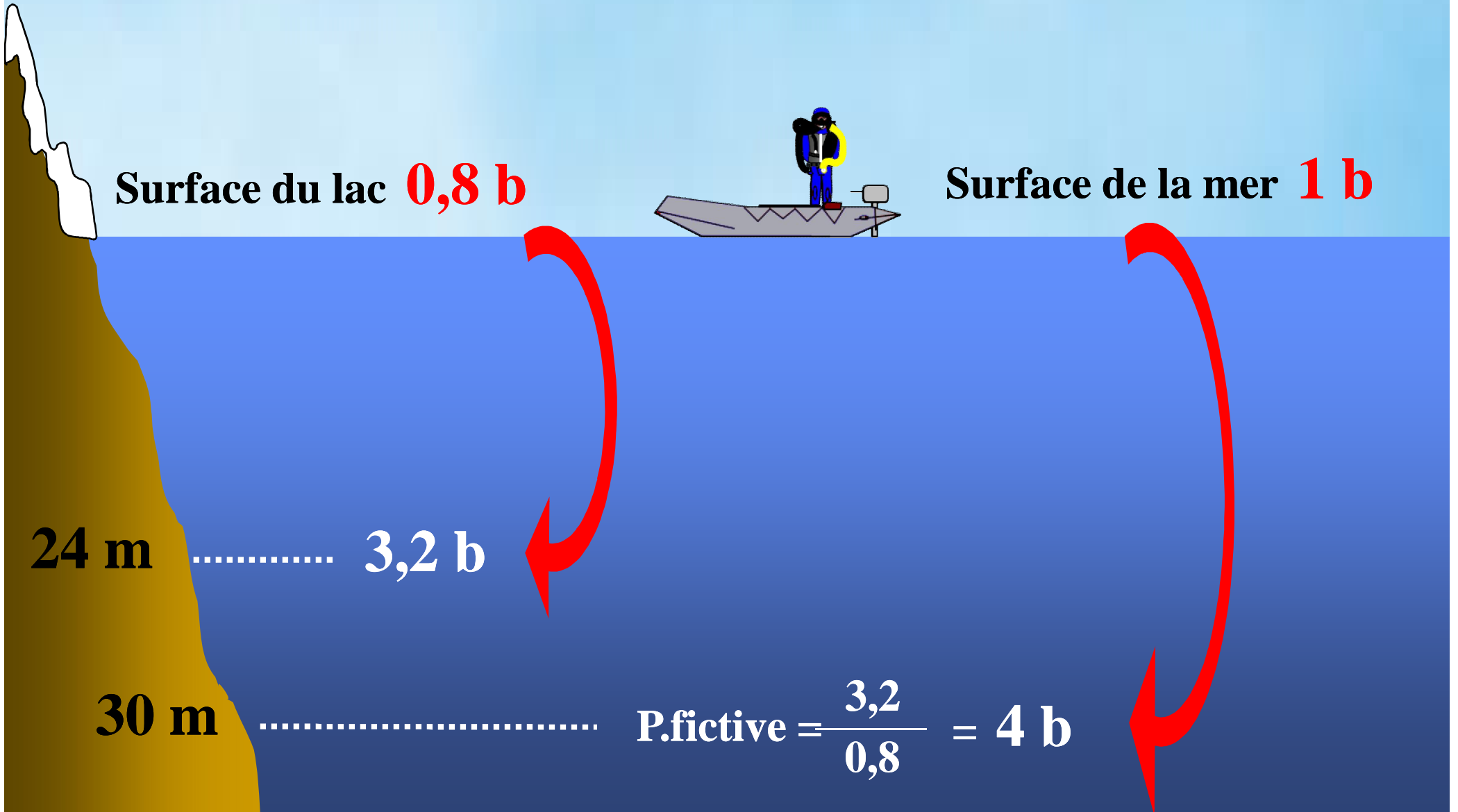
10 m

On va donc considérer une profondeur plus importante appelée profondeur fictive pour pouvoir utiliser les tables de plongée MN 90

Plongée en altitude

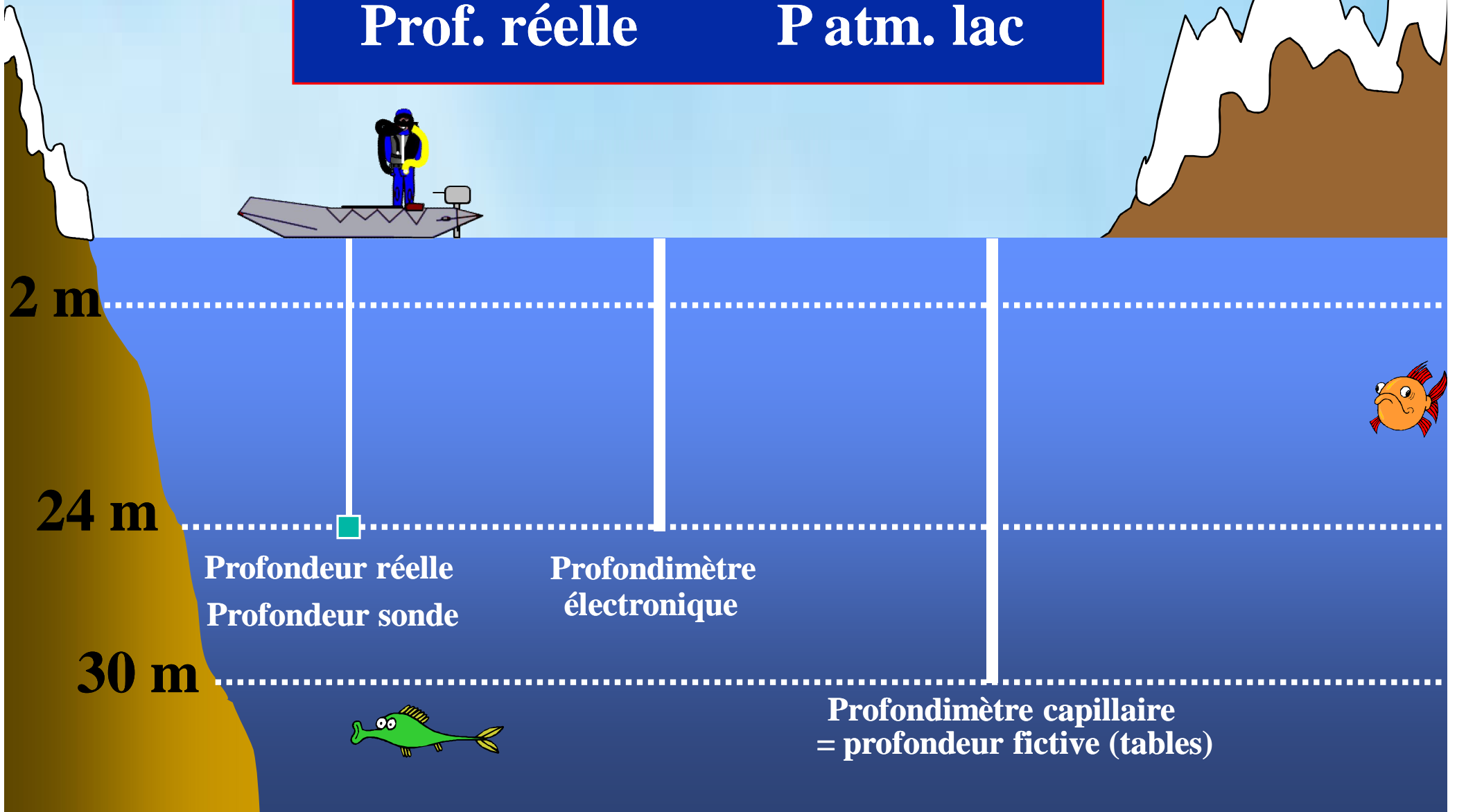
CALCUL de la variation de pression

Plongée en altitude



Plongée en altitude

$$\frac{\text{Prof. fictive}}{\text{Prof. réelle}} = \frac{P_{\text{atm. mer}}}{P_{\text{atm. lac}}}$$

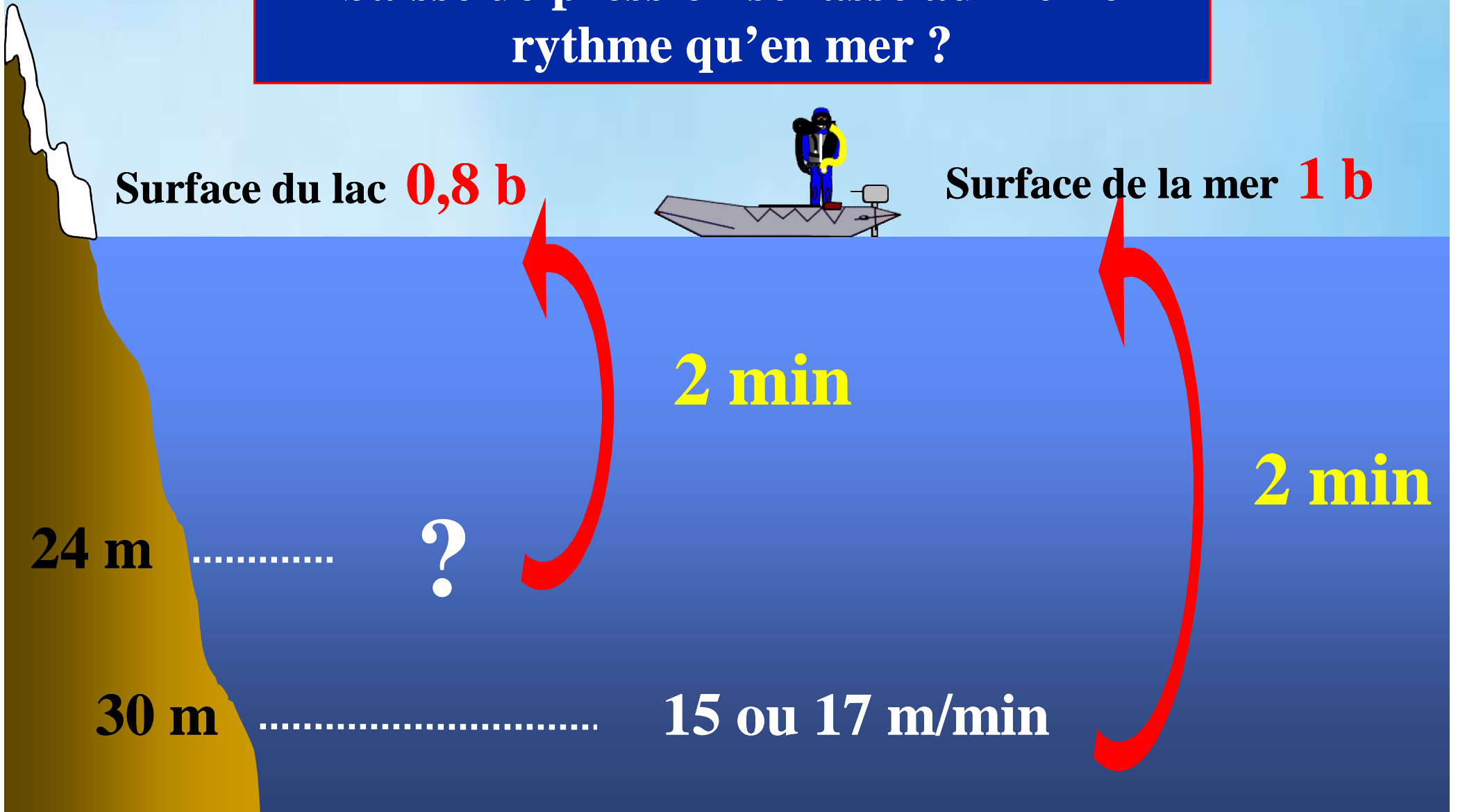


Plongée en altitude

Altitude et vitesse de remonté

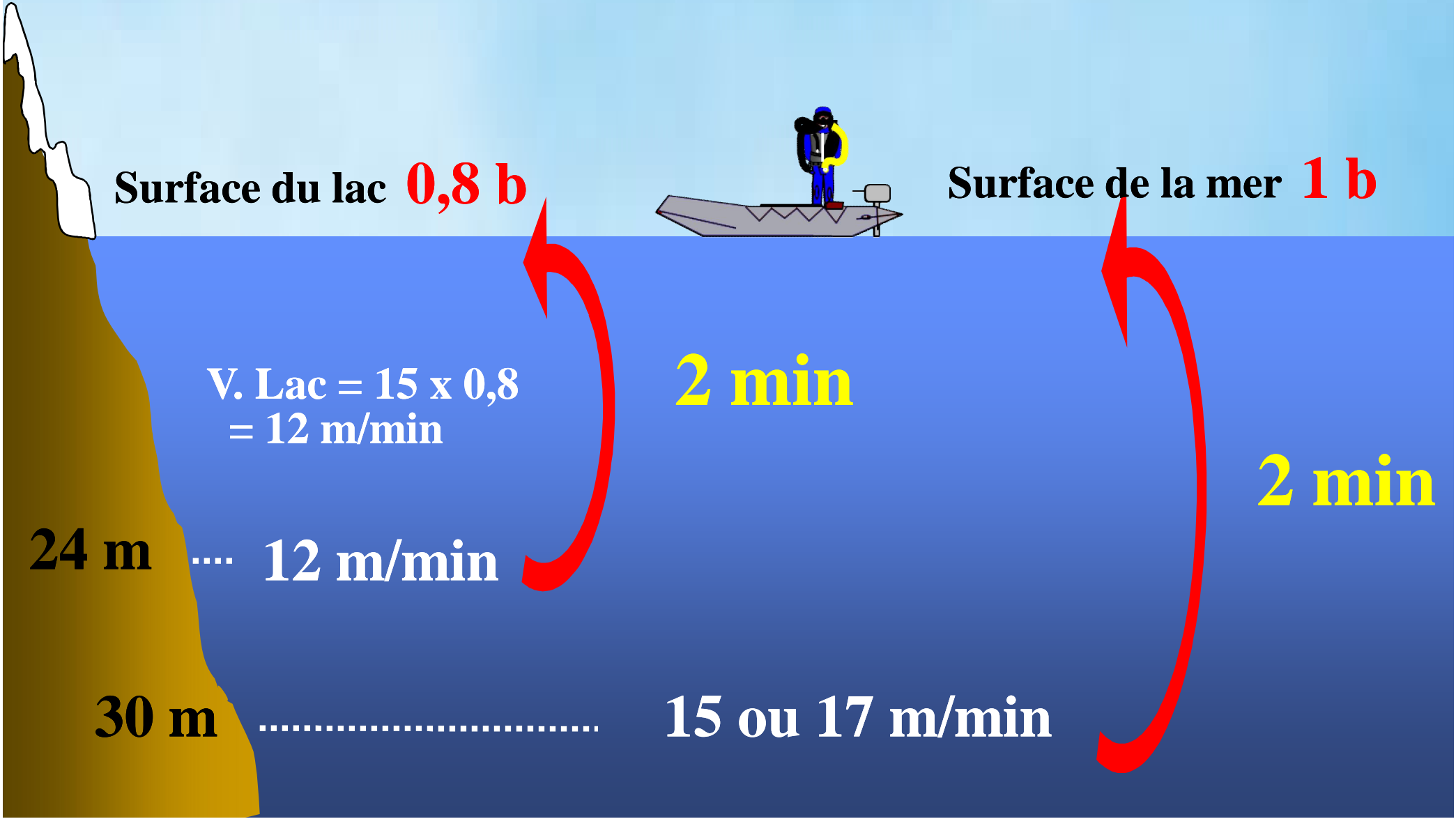
Plongée en altitude

Quelle vitesse adopter en lac pour que la baisse de pression se fasse au même rythme qu'en mer ?



Plongée en altitude

$$\text{Vitesse lac} = \text{vitesse mer} \times P.\text{atm lac}$$

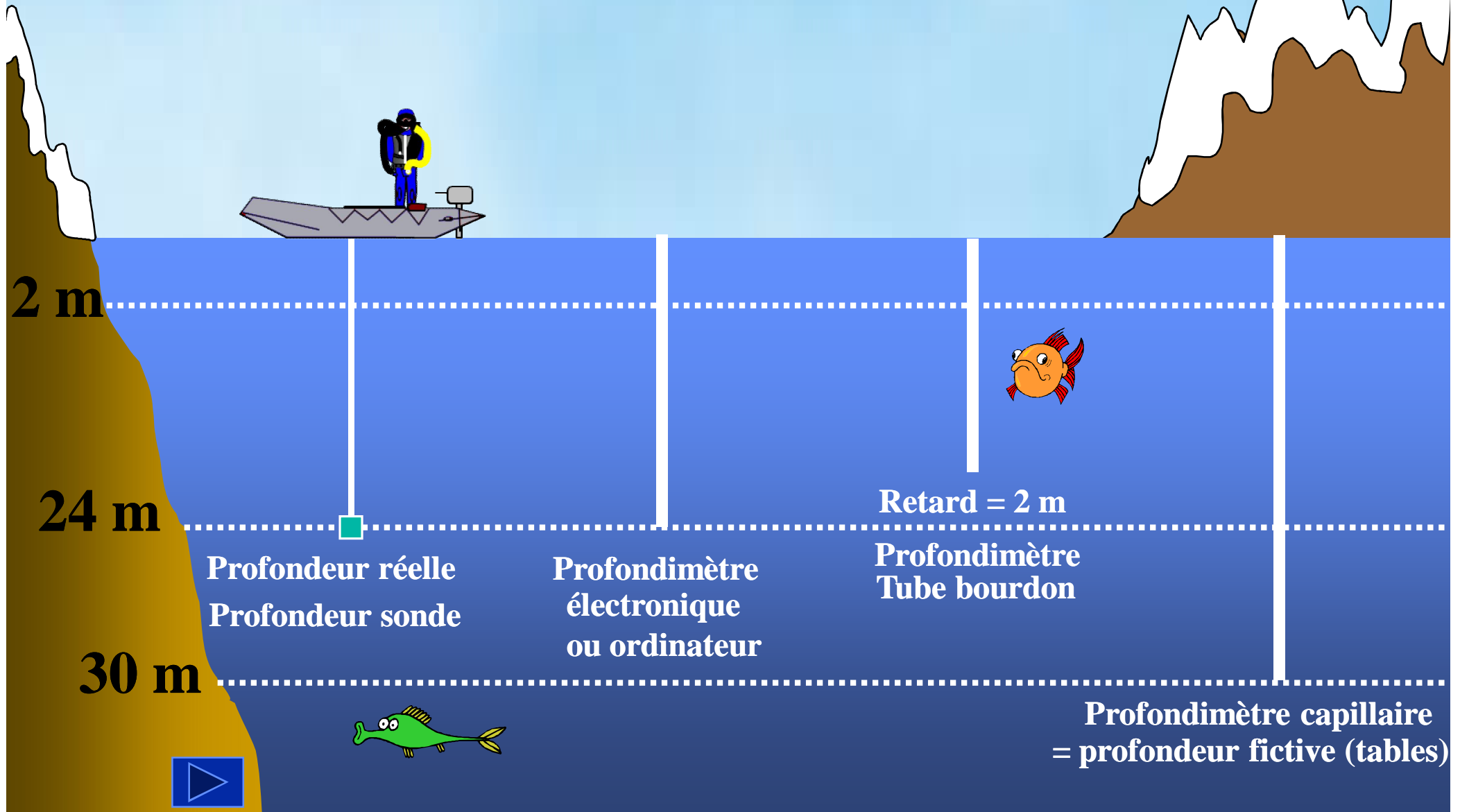


Plongée en altitude

INSTRUMENTS et ALTITUDE

Plongée en altitude

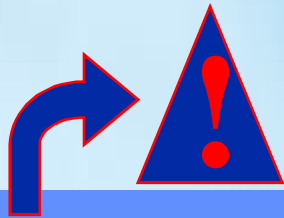
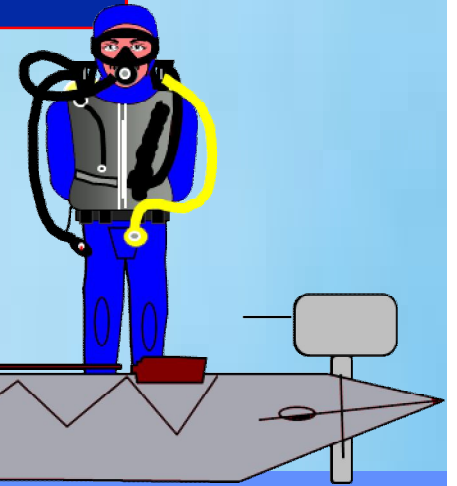
Pression atmosphérique lac = 0,8 b



Plongée en altitude

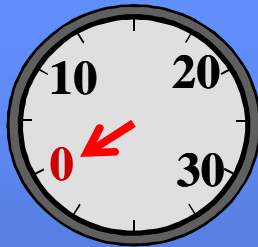
$$\text{retard} = (1 - \text{Pression atmosphérique lac}) \times 10$$

$$\text{Pression atmosphérique lac} = 0,8 \text{ b}$$



$$\text{Prof. Réelle} = \text{Prof. Lue} + \text{retard}$$

1 m



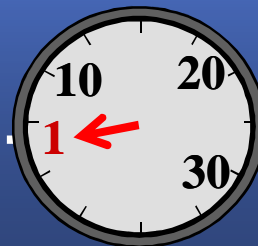
2 m



$$\text{Retard} = (1\text{b} - 0,8 \text{ b}) = 0,2 \text{ b}$$

$$0,2 \times 10 = 2 \text{ m}$$

3 m



Plongée en altitude

Un profondimètre à capillaire affiche la profondeur mer

Un profondimètre à capillaire

« suppose »

que la pression de surface est à **1 bar**

Si pression atmosphérique lac = **0,8 b**

Le profondimètre considère que :



Alors que la profondeur est de :

Si pression initiale **x 2** Affiche **10 m**

$1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ b}$ Soit **8 m**

Si pression initiale **x 3** Affiche **20 m**

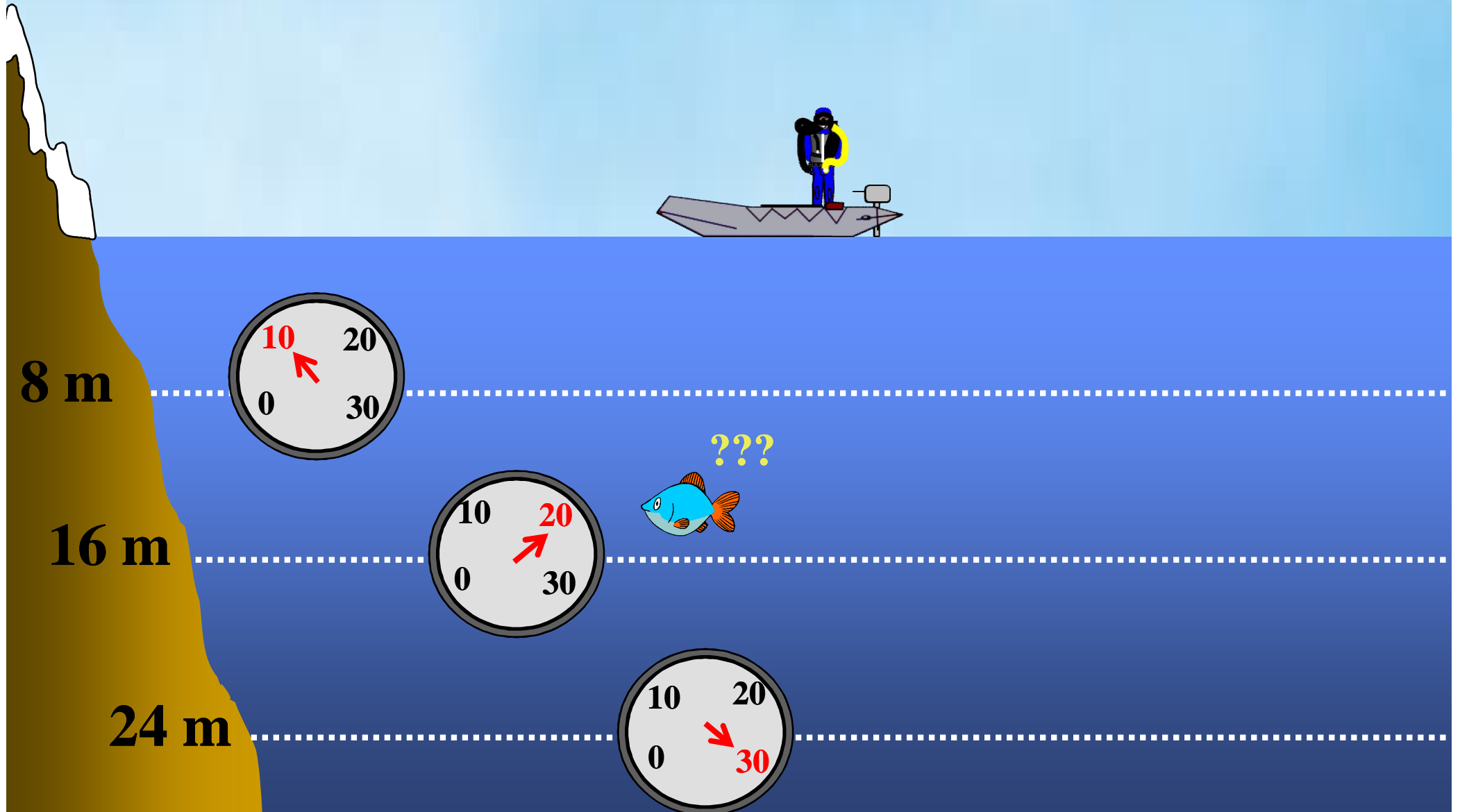
$2,4 - 0,8 = 1,6 \text{ b}$ Soit **16 m**

Si pression initiale **x 4** Affiche **30 m**

$3,2 - 0,8 = 2,4 \text{ b}$ Soit **24 m**

Plongée en altitude

Un profondimètre à capillaire affiche la profondeur mer



Plongée en altitude

Mémento des formules

Plongée en altitude

$$\frac{\text{Pression atmosphérique lac}}{\text{Pression atmosphérique mer}} \times 1 = \text{Pression atm en bar en lac}$$

$$\text{Retard} = \text{Patm en bar (mer)} - \text{Patm en bar (lac)} \times 10$$

$$\text{Retard} = \text{Prof. Réelle} - \text{Prof. lue}$$

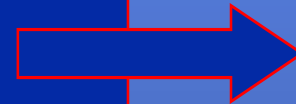
$$\text{Prof. Réelle} = \text{Prof. Lue} + \text{retard}$$

$$\text{Prof. Lue} = \text{Prof. Réelle} - \text{retard}$$

Profondeur Fictive = Profondeur tables MN 90

$$\frac{\text{Prof. fictive}}{\text{Prof. réelle}} = \frac{P_{\text{atm. mer}}}{P_{\text{atm. lac}}}$$

$$\text{Prof. fictive} = \frac{\text{Prof. réelle}}{P_{\text{atm. lac}}}$$



En mètres

$$\text{Vitesse lac} = \text{vitesse mer} \times P_{\text{atm lac}}$$

Exo tube



Exo capil



Exo ordi



Exo prof



Plongée en altitude

Exercice de plongée

Plongée en altitude

Lu au
baromètre
578 mmHg

10h00



Indiquez :

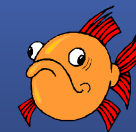
1) Profondeur lues sur les différents profondimètres

2) Temps de palier, vitesse de remontée et heure de sortie prévue

Prof. sonde
15 m



46 min



Plongée en altitude

Lu au
baromètre
578 mmHg

$$\text{Pression atmosphérique lac} = \frac{578}{760} \times 1\text{bar} = 0,76 \text{ b}$$

10h00



Sonde = 15 m Réelle = 15 m

ordinateur = 15 m

capillaire = profondeur fictive (mer)

$$\text{Prof. Fictive} = \frac{\text{Prof. réelle}}{P \text{ atm. lac}} = \frac{15 \text{ m}}{0,76 \text{ b}} = 19,7 \text{ m}$$

tube bourdon = retard

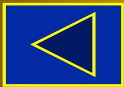
???

$$\text{Retard} = P \text{ atm en bar (mer)} - P \text{ atm en bar (lac)} \times 10$$

$$\text{Retard} = 1 - 0,76 \times 10 = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Prof. Lue} = \text{Prof. Réelle} - \text{retard} = 15 - 2,4 = 12,60 \text{ m}$$

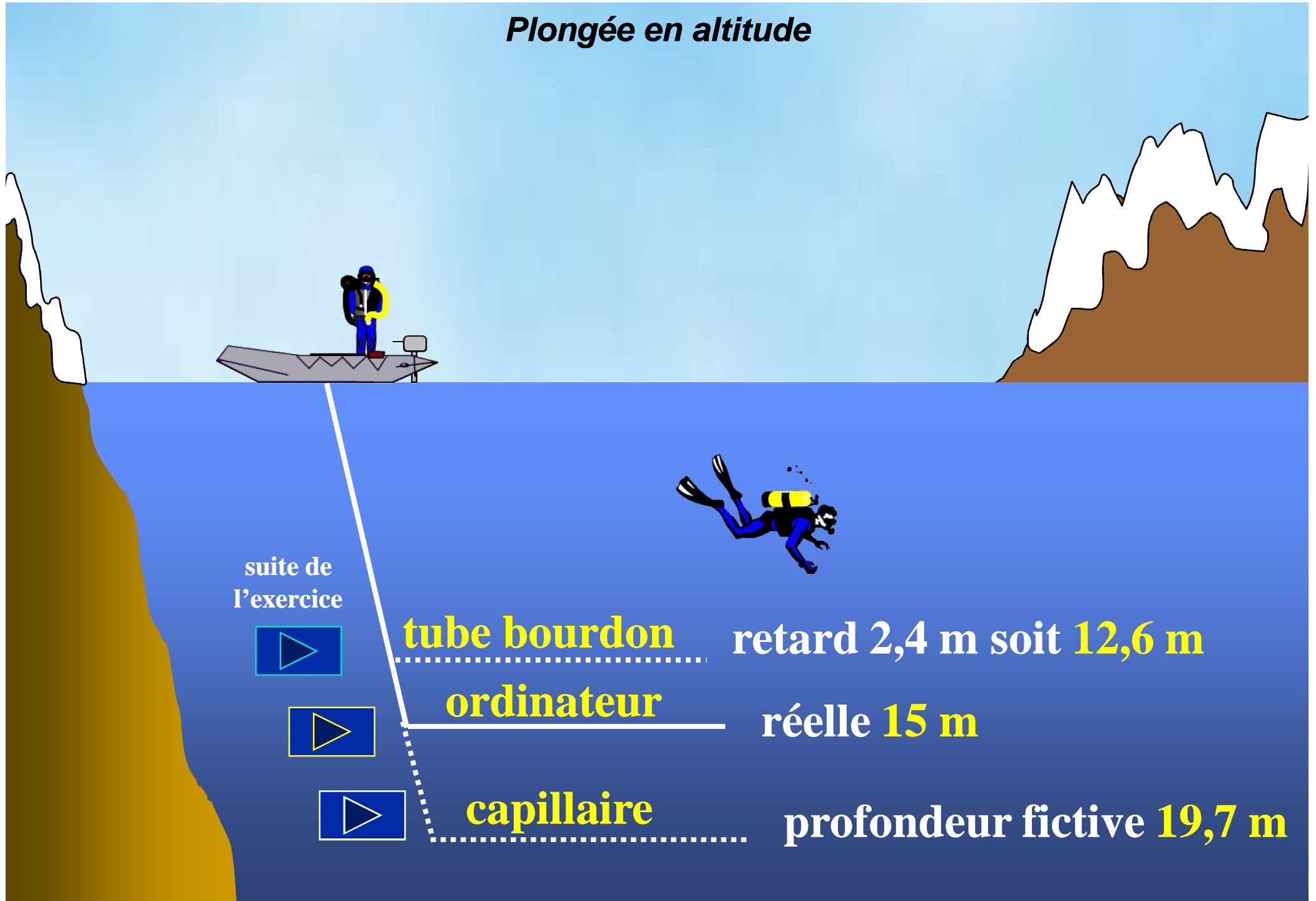
Rappel
profondimètres



Rappel formules



Plongée en altitude



Plongée en altitude

Ordinateur de plongée

0,76 b

10h00

HS : ????

??? min

??? m

V = ???

46 min

Rappel formules



Plongée en altitude

Ordinateur de plongée

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
20 m	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

0,76 b

10h00



GPS I
10 h 52

lue : $3 \times 0,76 = 2,28$
réelle = 2,28 m
fictive = 3 m

4 min

V. Lac = $15 \times 0,76$
= 11,4 m/min

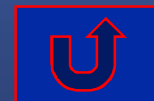
46 min

lue : 15 m
réelle = 15 m
fictive = $15 / 0,76 = 19,7$ m

Rappel formules



retour



Plongée en altitude

Profondimètre capillaire

0,76 b

10h00



???

???

???

46 min

Rappel formules



Plongée en altitude

Profondimètre capillaire

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
20 m	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

0,76 b

10h00



GPS I
10 h 52

4 min

lue : 3 m
réelle: $3 \times 0,76 = 2,28$ m
fictive = 3 m

V. Lac = $15 \times 0,76$
= 11,4 m/min

46 min

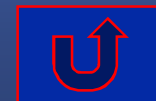


lue : 19,7 m
réelle = 15 m
fictive = $15 / 0,76 = 19,7$ m

Rappel formules



retour



Plongée en altitude

Tube bourdon

0,76 b

10h00



???

???

???

46 min



Rappel formules



Plongée en altitude

Tube bourdon

Prof	Durée	3m	DTR	GPS
20 m	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

0,76 b

10h00



GPS I
10 h 52

lue : $3 \times 0,76 - 2,4 = 2,28 - 2,4 = - 0,12$
réelle: $3 \times 0,76 = 2,28$ m
fictive = 3 m

4 min

V. Lac = $15 \times 0,76 = 11,4$ m/min

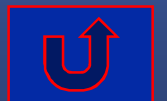
46 min

lue : $15 - 2,4 = 12,6$ m
réelle = 15 m
fictive = $15 / 0,76 = 19,7$ m

Rappel formules



retour



Fin

