

NIVEAU II : DEVENIR UN PLONGEUR AUTONOME (PA)

Comprendre le milieu pour maîtriser sa sécurité.

Niveau I (Passager)



Niveau II (Pilote)



Le passage du Niveau I au Niveau II est une transition majeure. Vous ne suivez plus seulement le guide. Vous devenez responsable de vos paramètres, de votre consommation et de votre orientation.

OBJECTIFS :

- Autonomie (PA)
- Gestion de l'air
- Maîtrise de la flottabilité

VOTRE NOUVEAU TERRAIN DE JEU : PRÉROGATIVES

EN AUTONOMIE (PA)

- **PA 12** : Autonomie jusqu'à **12 mètres** (sans guide).
- **PA 20** : Autonomie jusqu'à **20 mètres** (sans guide).
- Palanquée : **3 plongeurs maximum**.



ENCADRÉ (PE)

- **PE 40** : Accès à la zone des **40 mètres**.
- Condition : **Uniquement accompagné d'un guide de palanquée**.
- Palanquée : Jusqu'à **4 plongeurs** par guide.



PA20 + PE40 = LA CERTIFICATION NIVEAU II COMPLÈTE.

Le matériel obligatoire du Plongeur Autonome

Pour évoluer en zone **PA 12/20** et **PE 40**, chaque plongeur doit être équipé de :



1. Gilet stabilisateur

Pour gérer sa flottabilité.



2. Octopus

Une source d'air de secours pour assister un binôme.

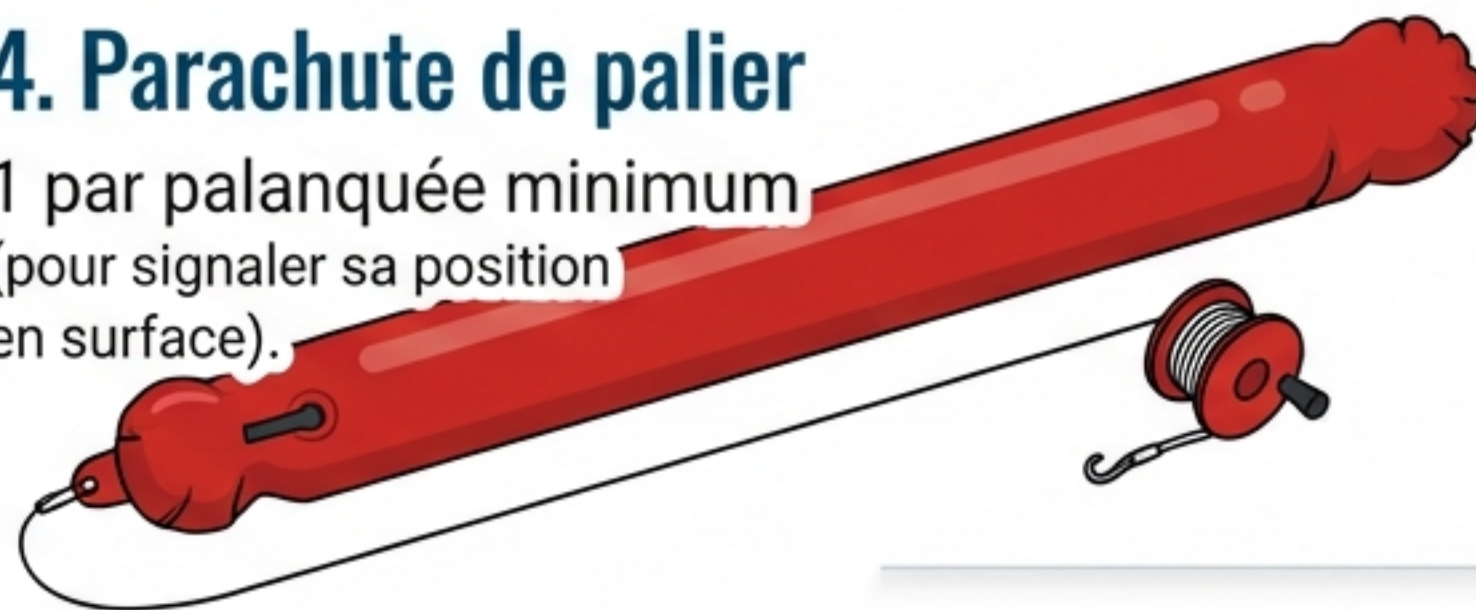


3. Ordinateur de plongée

Pour gérer sa décompression individuellement.

4. Parachute de palier

1 par palanquée minimum (pour signaler sa position en surface).

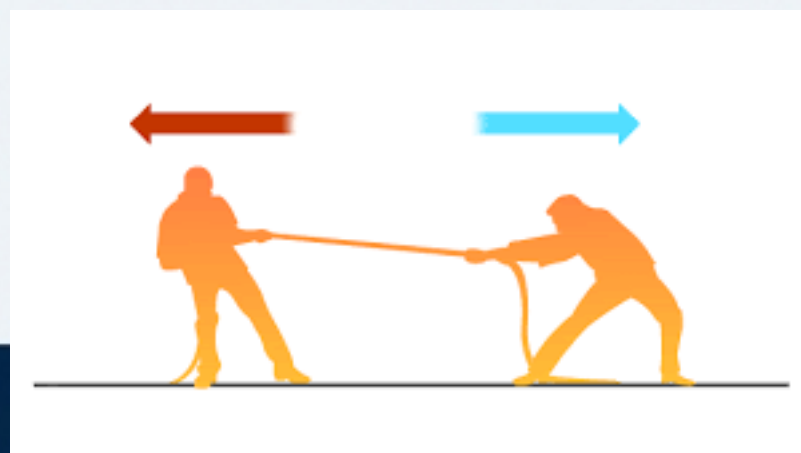




L'air change de comportement sous pression.

PHYSIQUE ET CONSÉQUENCES

Comprendre l'Invisible pour Plonger en Sécurité



- La gestion des gaz et de la pression

La Loi de Mariotte : Pression et Volume

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



Surface (0m) = 1 Bar



10m = 2 Bars

$$P \times 2 \rightarrow \frac{V}{2}$$



30m = 4 Bars

$$P \times 4 \rightarrow \frac{V}{4}$$

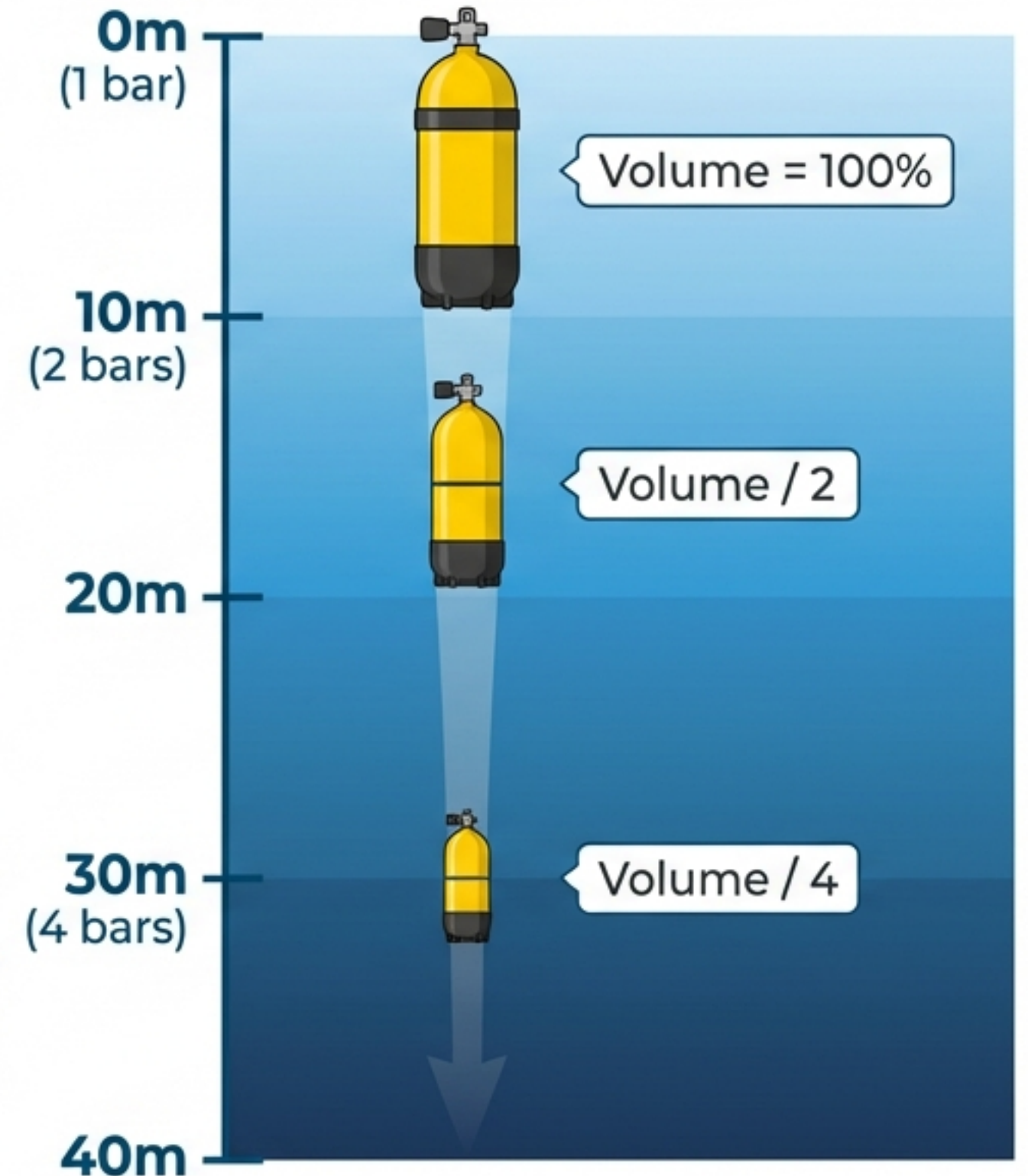
À température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.

La Physique de la Pression : La Loi de Mariotte

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$

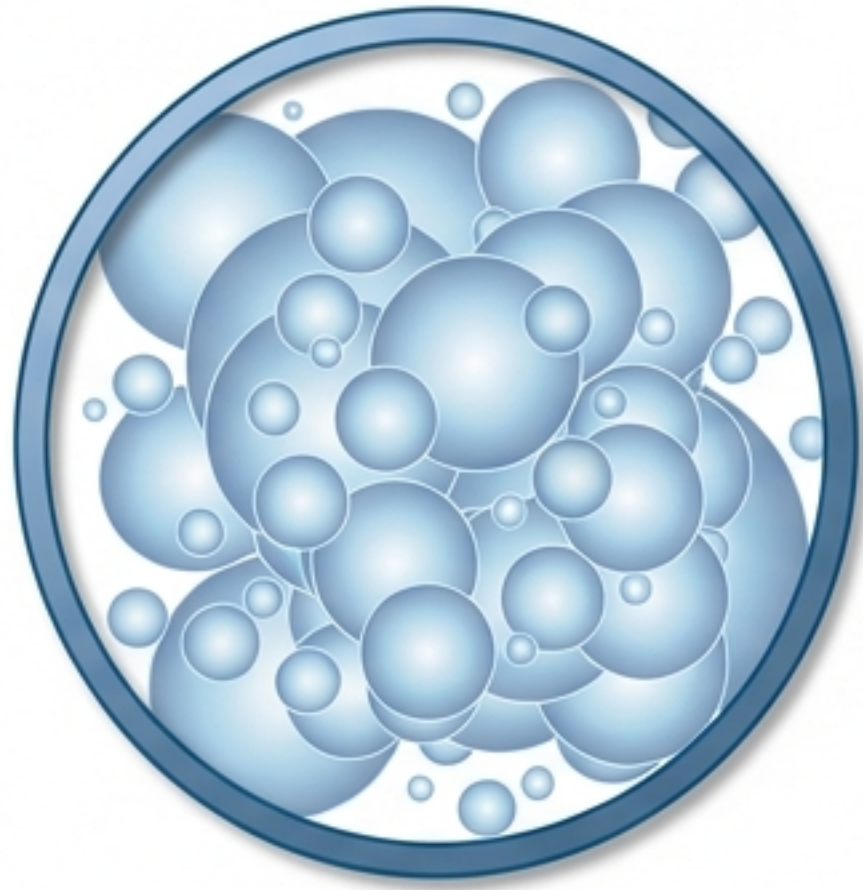
À température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il subit.

Plus on descend, plus la pression écrase les volumes d'air (combinaison, gilet, poumons... et l'air respiré).

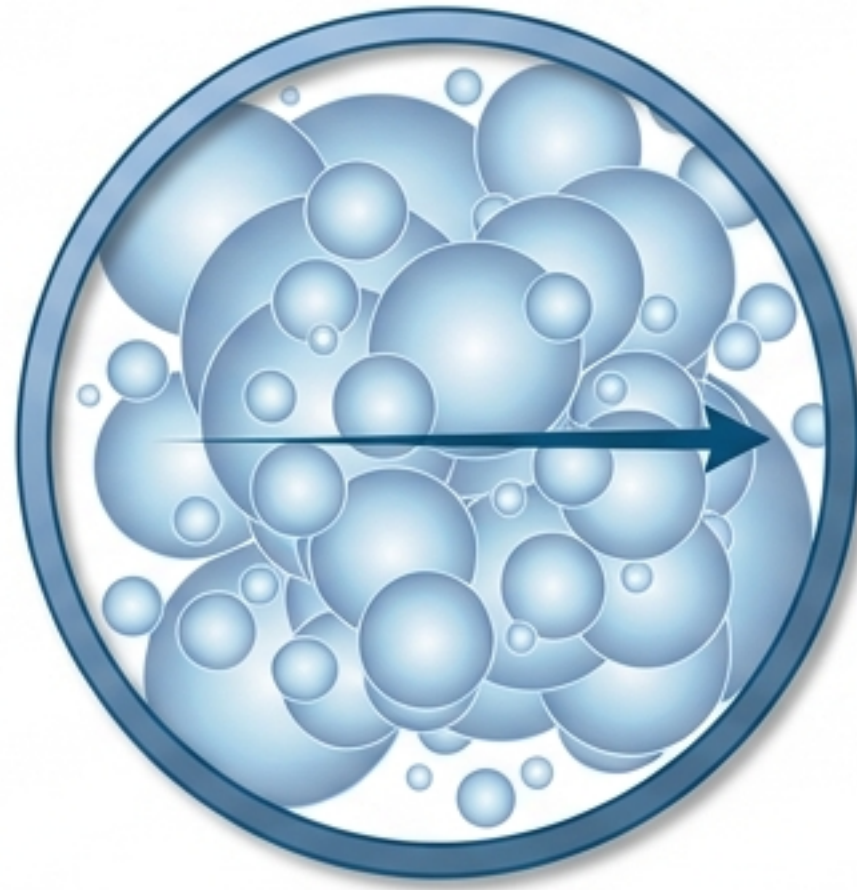


Conséquence directe : L'autonomie en air

Surface (1 bar)



Profondeur 20m (3 bars)

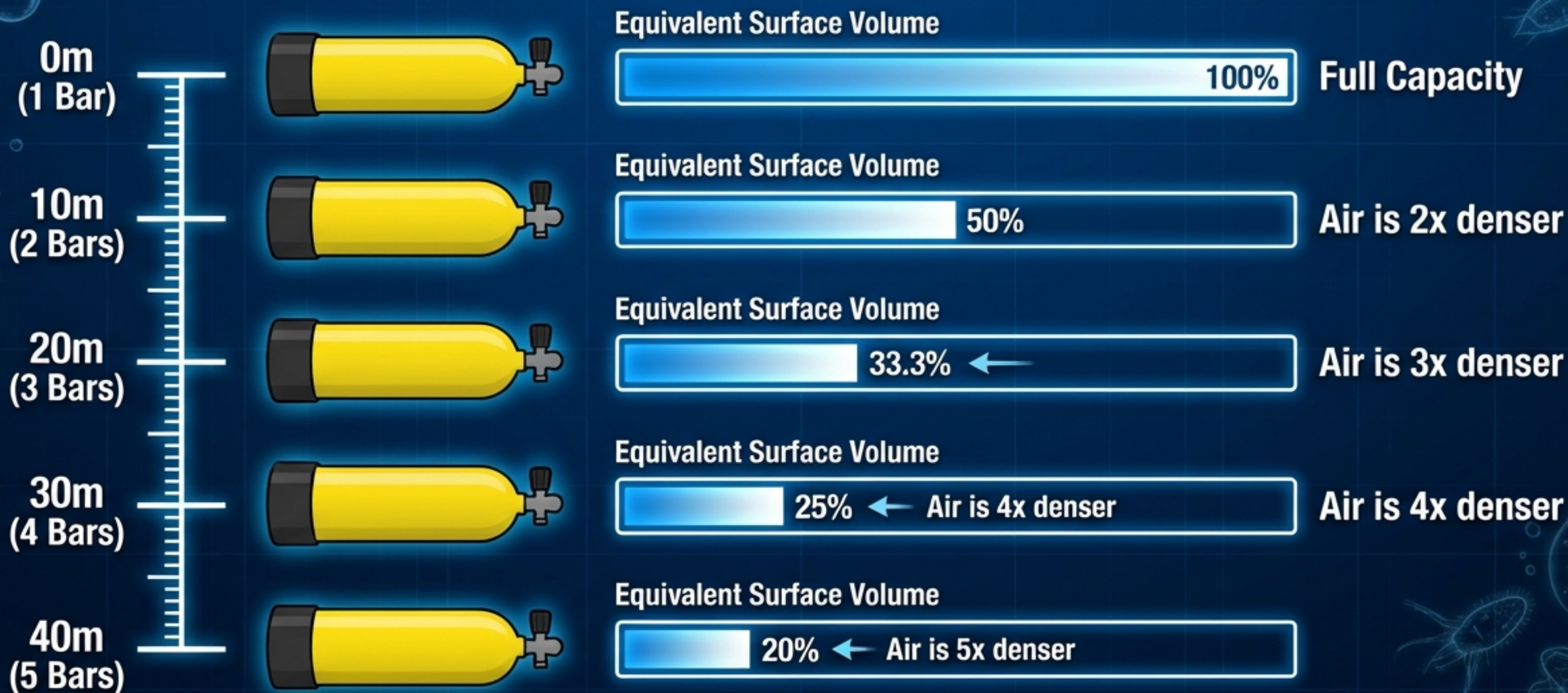


Pourquoi votre autonomie diminue-t-elle au fond ?

- Le détendeur délivre de l'air à la pression ambiante.
- À 20m (3 bars), vous respirez une quantité d'air 3 fois plus importante qu'en surface pour remplir le même volume pulmonaire.

Résultat : Votre bouteille se vide 3 fois plus vite.

Pourquoi l'air disparaît-il plus vite en profondeur ?



À 40 mètres, chaque respiration consomme 5 fois plus d'air qu'en surface.

Calculer son temps de plongée

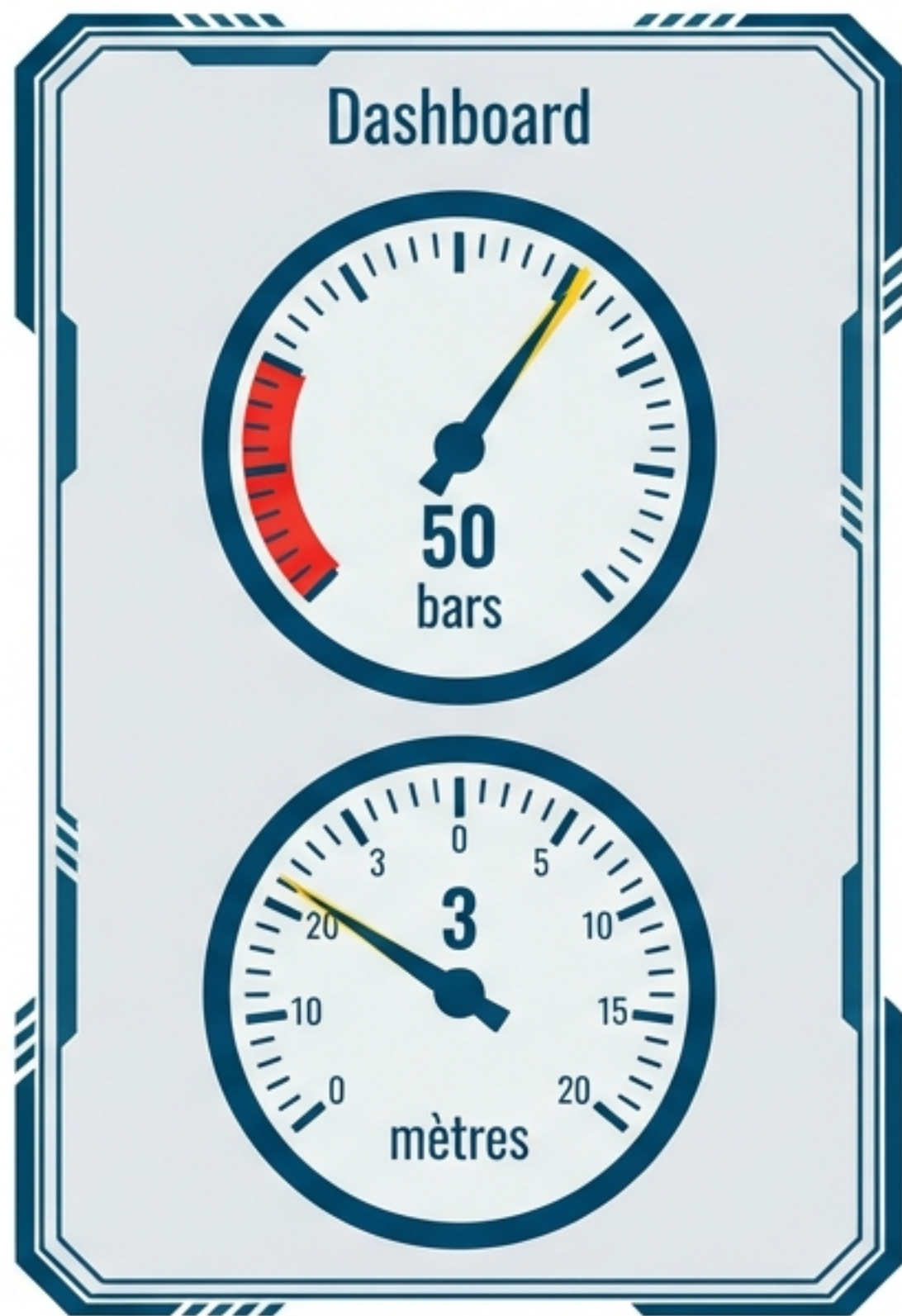
Pour planifier une plongée en sécurité, il faut estimer sa consommation.

$$\text{Temps} = \frac{(\text{Pression Bloc} \times \text{Volume Bloc})}{(\text{Pression Absolue} \times \text{Conso Surface})}$$

Légende des variables

- **Pression Bloc** : Ce qu'il reste sur le manomètre (bars).
- **Volume Bloc** : La taille de la bouteille (ex: 12L, 15L).
- **Pression Absolue** : La profondeur (ex: 20m = 3 bars).
- **Conso Surface** : Votre rythme respiratoire (ex: 20L/min).

Étude de cas : Avez-vous assez d'air ?



Situation :

- Bloc de 12 Litres
- Manomètre : 50 bars
- Profondeur : 3 mètres (P. Absolue $\approx 1,3$ bars)
- Consommation : 20 Litres/minute

Calcul : $(50 \times 12) / (1,3 \times 20)$

Temps restant = 23 minutes

En autonomie, savoir calculer ceci permet de ne jamais tomber en panne d'air.

LES ENNEMIS DE L'AUTONOMIE

Votre consommation n'est pas fixe. Elle augmente drastiquement selon ces facteurs :



1. Le Froid

Augmente la ventilation pour réchauffer le corps.



2. L'Effort

Palmage contre le courant, mauvaise stabilisation.



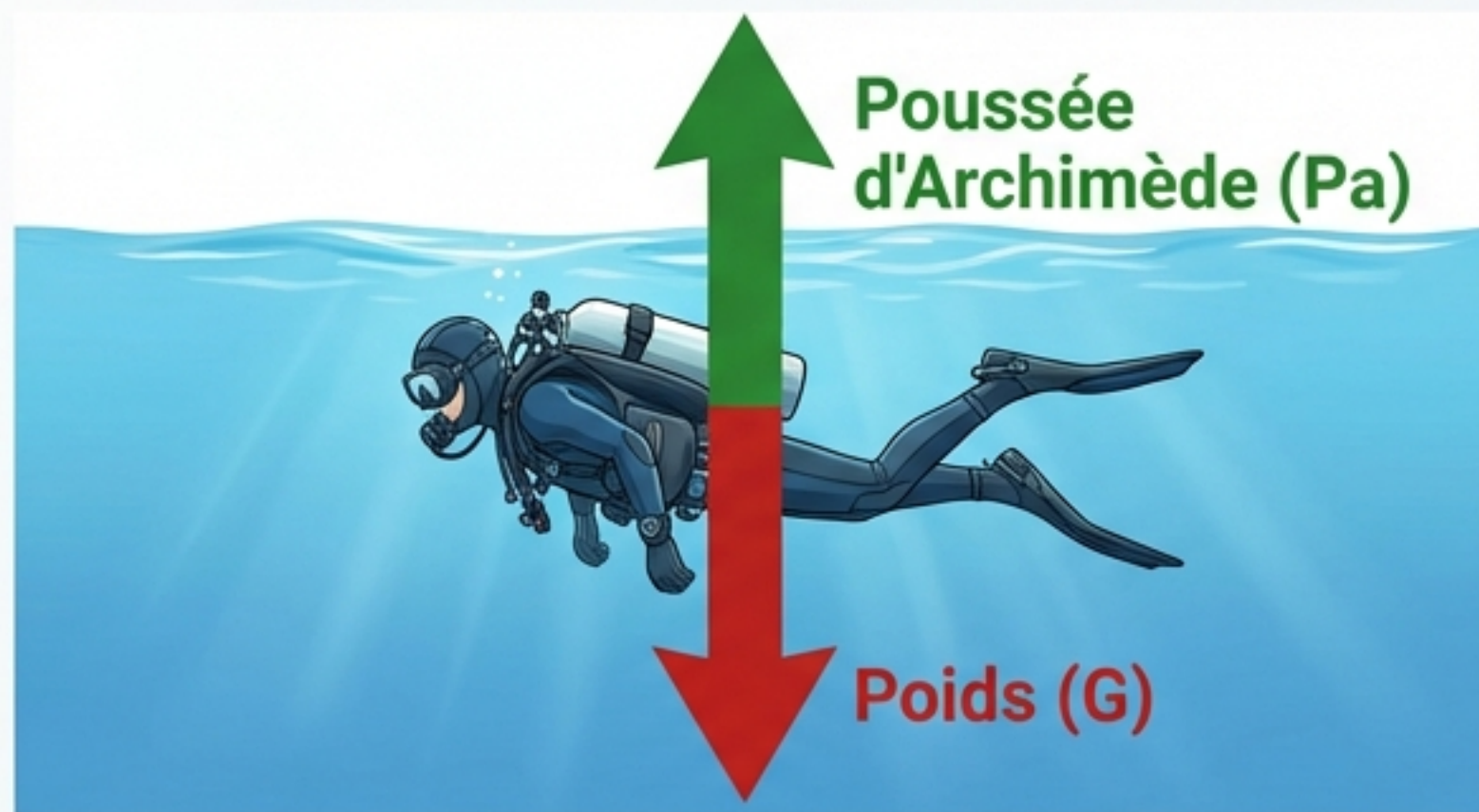
3. Le Stress

Une respiration rapide et superficielle vide le bloc.

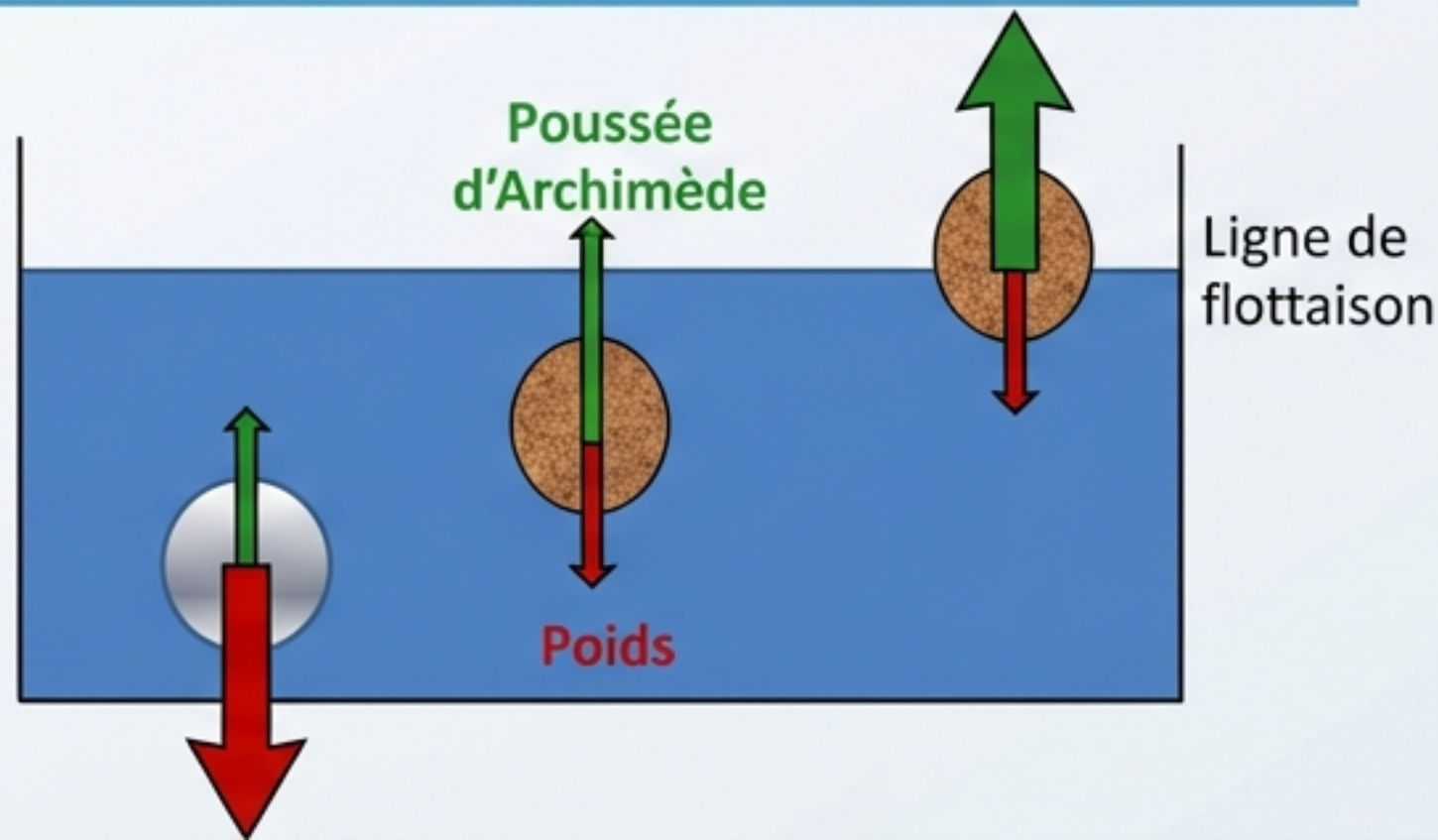
Conseil de sécurité : Pour augmenter votre durée de plongée, travaillez votre calme, votre protection thermique et votre stabilisation.

Maîtriser l'apesanteur : Le Principe d'Archimède

Tout corps plongé dans un liquide subit une poussée verticale, dirigée de bas en haut, égale au poids du volume de liquide déplacé.

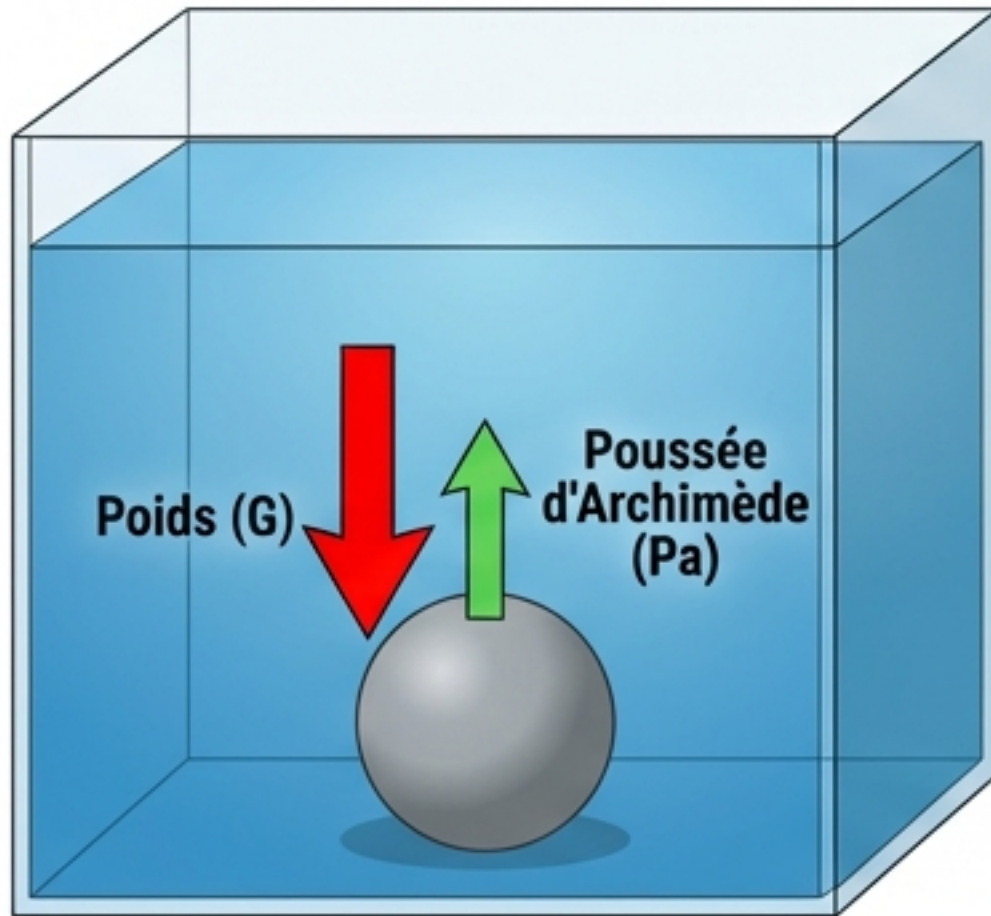


- **Poids (G)** : La gravité vous tire vers le bas (Lié à votre lestage).
- **Poussée d'Archimède (Pa)** : L'eau vous pousse vers le haut (Lié au volume de votre équipement/gilet).



LES 3 ÉTATS DE FLOTTABILITÉ

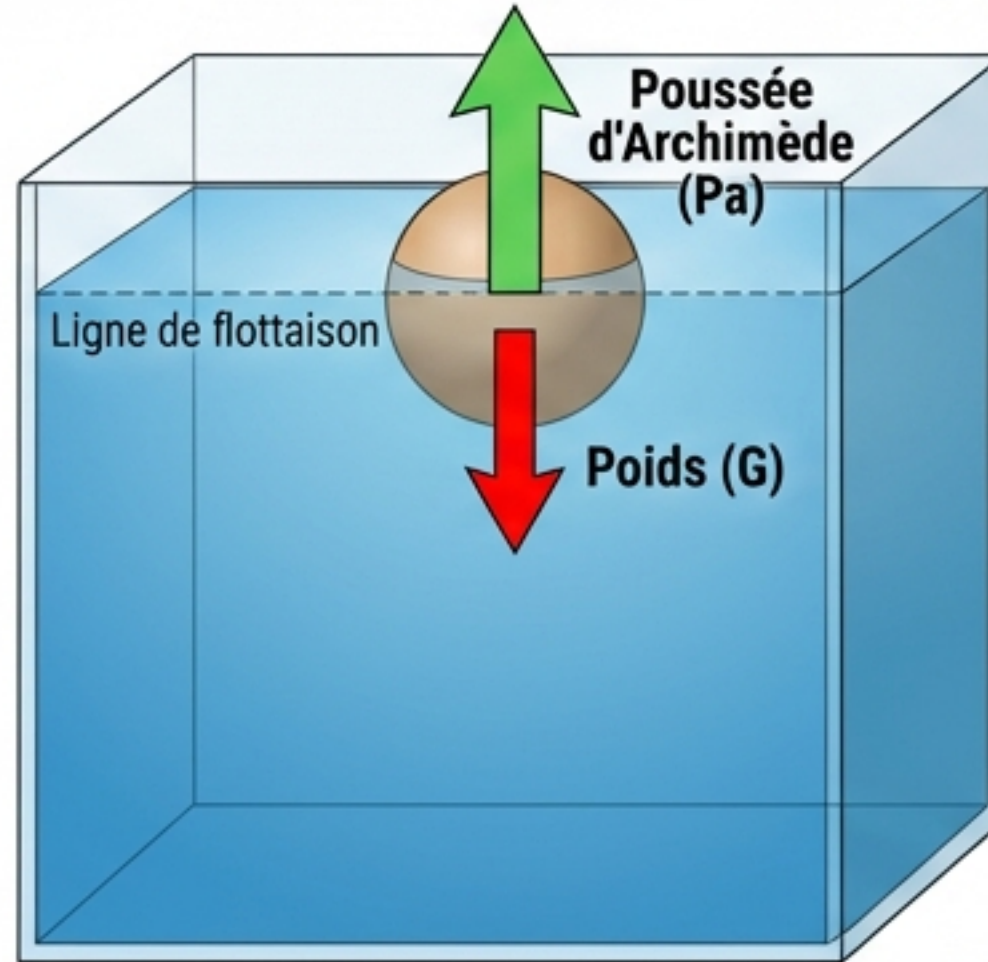
1. On Coule (Poids > Poussée)



1. On Coule (Poids > Poussée)

Nécessaire pour l'immersion initiale.

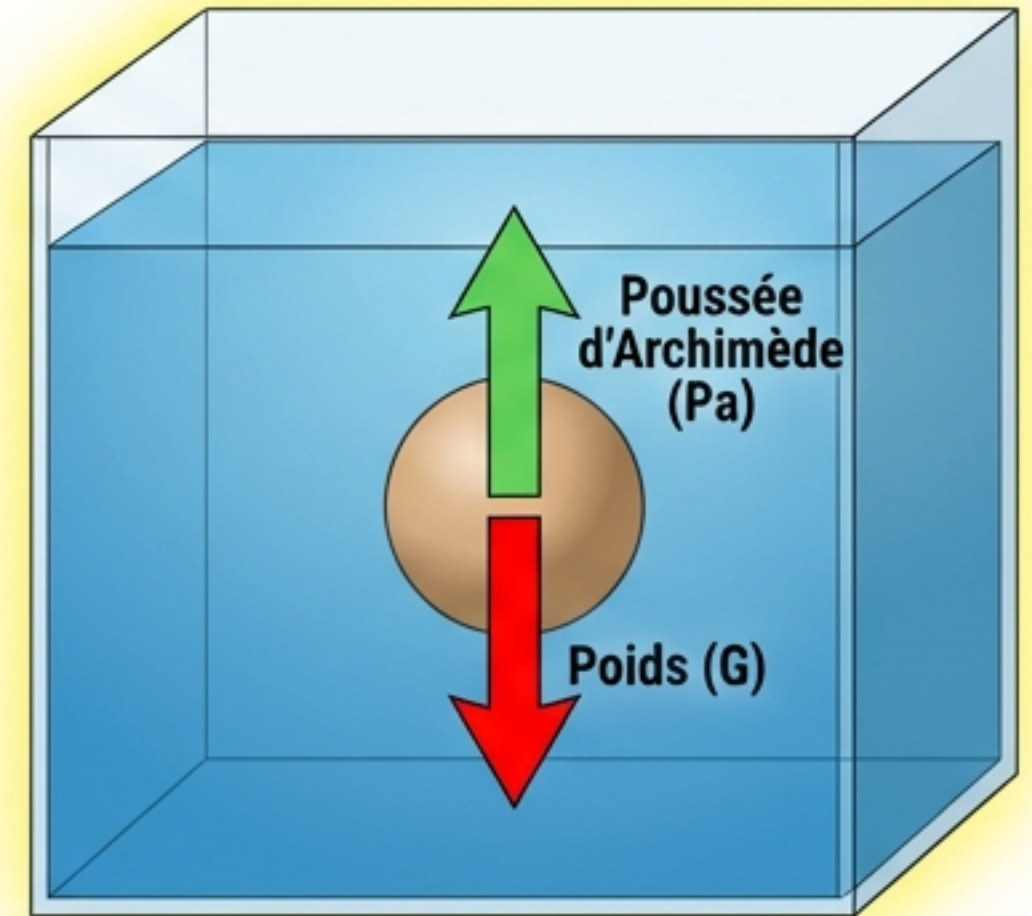
2. On Flotte (Poids < Poussée)



2. On Flotte (Poids < Poussée)

Sécurité en surface.

3. On est Équilibré (Poids = Poussée)



3. On est Équilibré (Poids = Poussée)

L'objectif du N2. C'est l'état de "flottabilité nulle" où le plongeur se stabilise à n'importe quelle profondeur sans palmer.

Applications Pratiques en Plongée



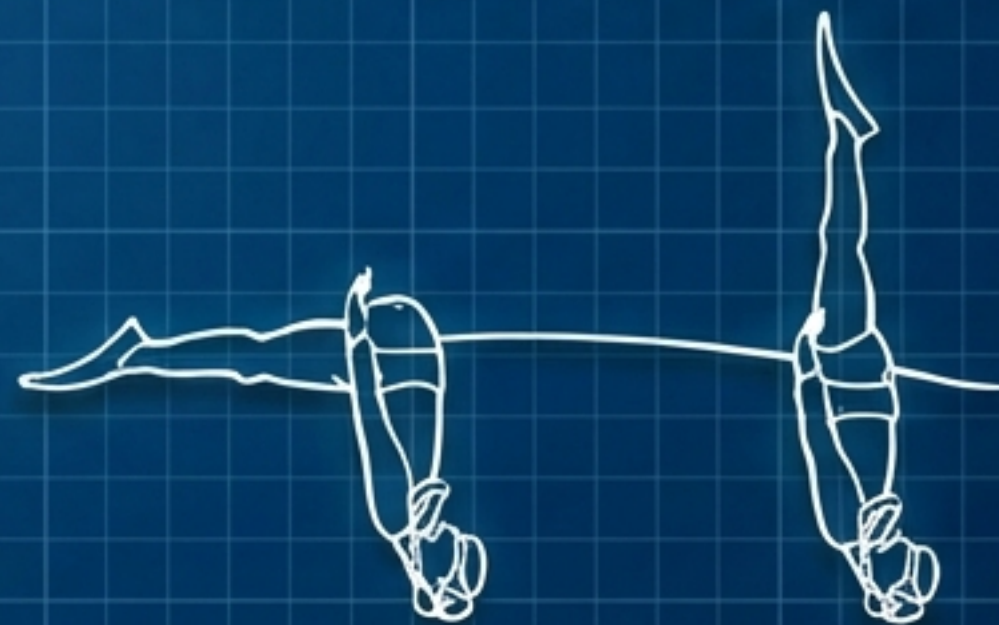
Poumon-Ballast : Ajuster sa profondeur avec la respiration.



Lestage : Adapter le poids selon la combinaison et la salinité.



Gilet : Pour l'assistance et la surface.



Immersion : Technique du canard.

LES DANGERS D'UNE MAUVAISE GESTION D'ARCHIMÈDE



Sur-lestage (Trop lourd)



- Oblige à gonfler le gilet excessivement.
- Position verticale ('hippocampe') qui augmente la résistance.
- **Risque : Essoufflement et surconsommation.**



Sous-lestage (Trop léger)

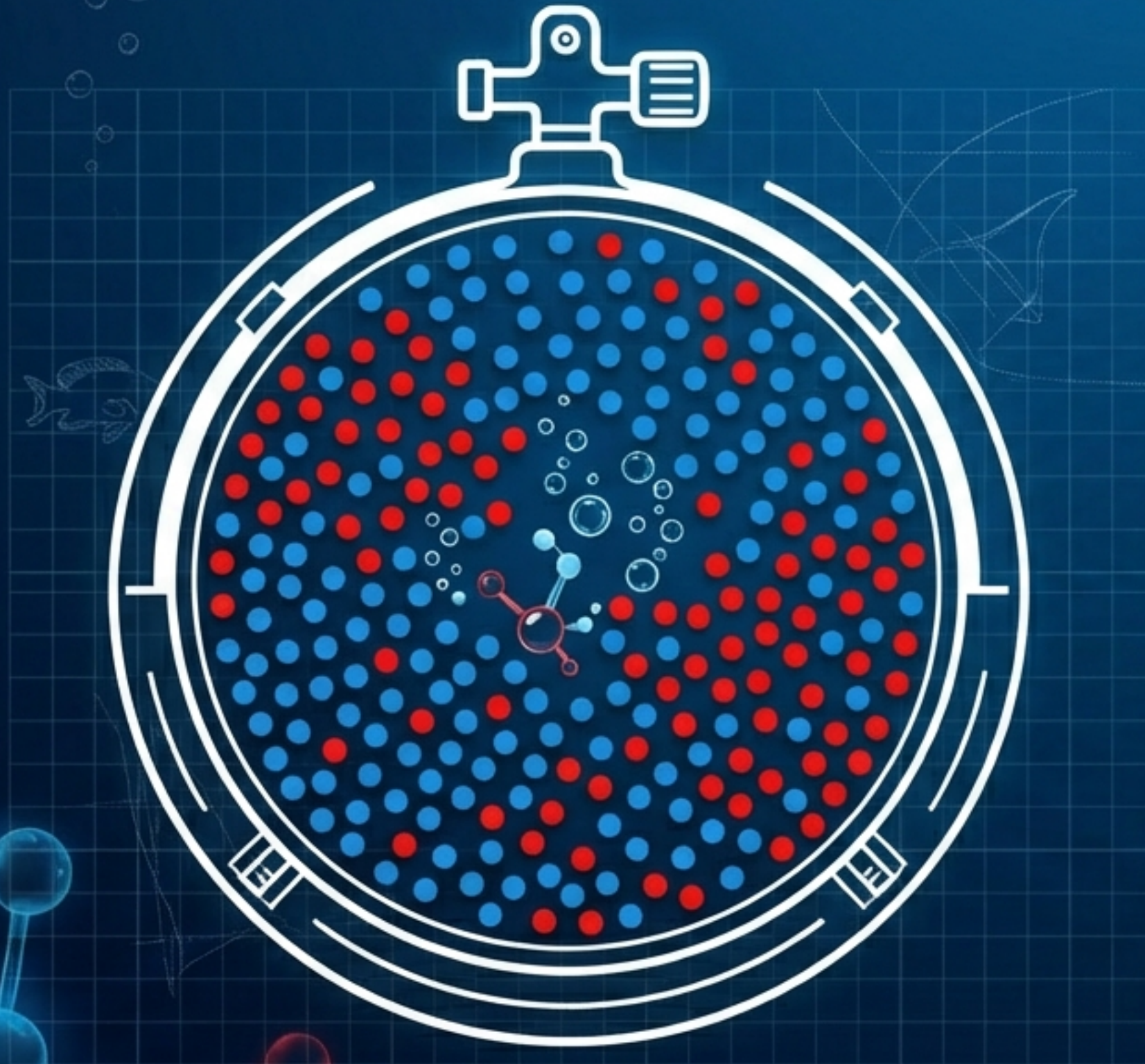


- Impossibilité de tenir le palier en fin de plongée (bouteille vide = plus légère).
- **Risque : Remontée incontrôlée et accident de décompression.**

Le Secret : Modifier son lestage selon sa combinaison, son bloc (acier/alu) et la salinité de l'eau.

La Loi de Dalton : Les Mélanges Gazeux

$$P_{\text{totale}} = P_{p1} + P_{p2} + \dots$$



Azote (N_2) : 79% (0.79 Bar en surface)
Oxygène (O_2) : 21% (0.21 Bar en surface)

Profondeur

La pression partielle augmente avec la profondeur.

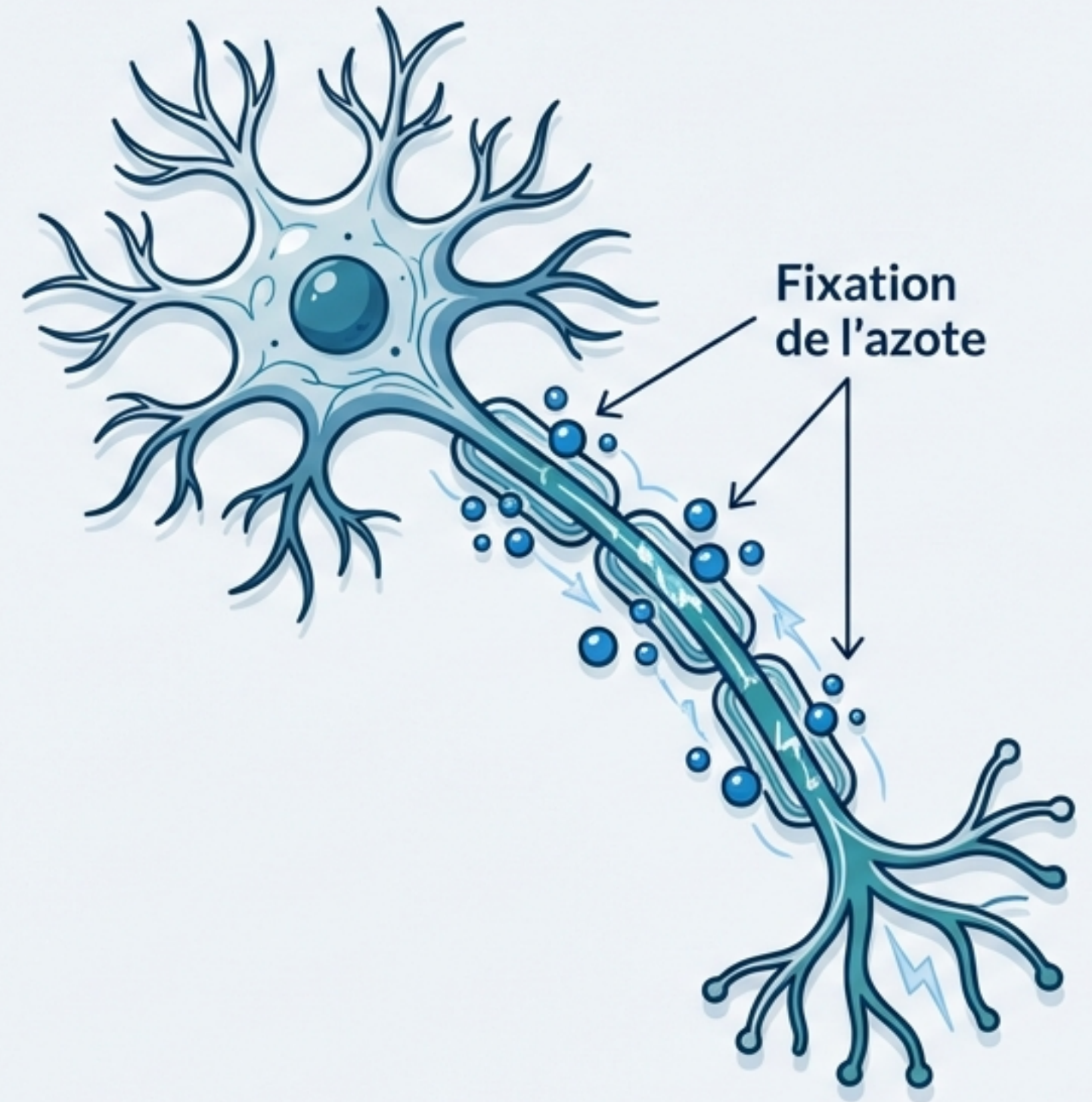
Comprendre les pressions partielles est essentiel pour la plongée.

Plus la pression partielle augmente plus les gaz deviennent toxiques.

TOXICITÉ DE L'AZOTE : LA NARCOSE

(L'ivresse des profondeurs)

- A partir de 30 mètres
- Modification psycho sensorielle
- L'azote agit sur les neurones.
- Perturbe le cheminement de l'information.



L'azote modifie les échanges chimiques
entre les neurones

FACTEURS AGGRAVANTS ET SIGNES D'ALERTE



La profondeur

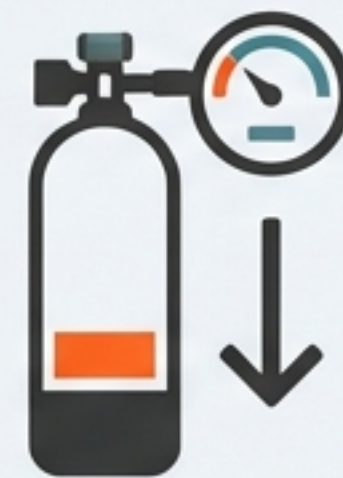


Le froid



MISE EN DANGER

- Comportement : Euphorie ou anxiété
- Attention : Perte de concentration



La consommation



Le stress

CONDUITE À TENIR & PRÉVENTION

RÉACTION IMMÉDIATE



1. Prévenir son guide / binôme
2. Stopper tous efforts
3. Remonter pour dissiper les effets

STRATÉGIE DE PRÉVENTION



Descente lente



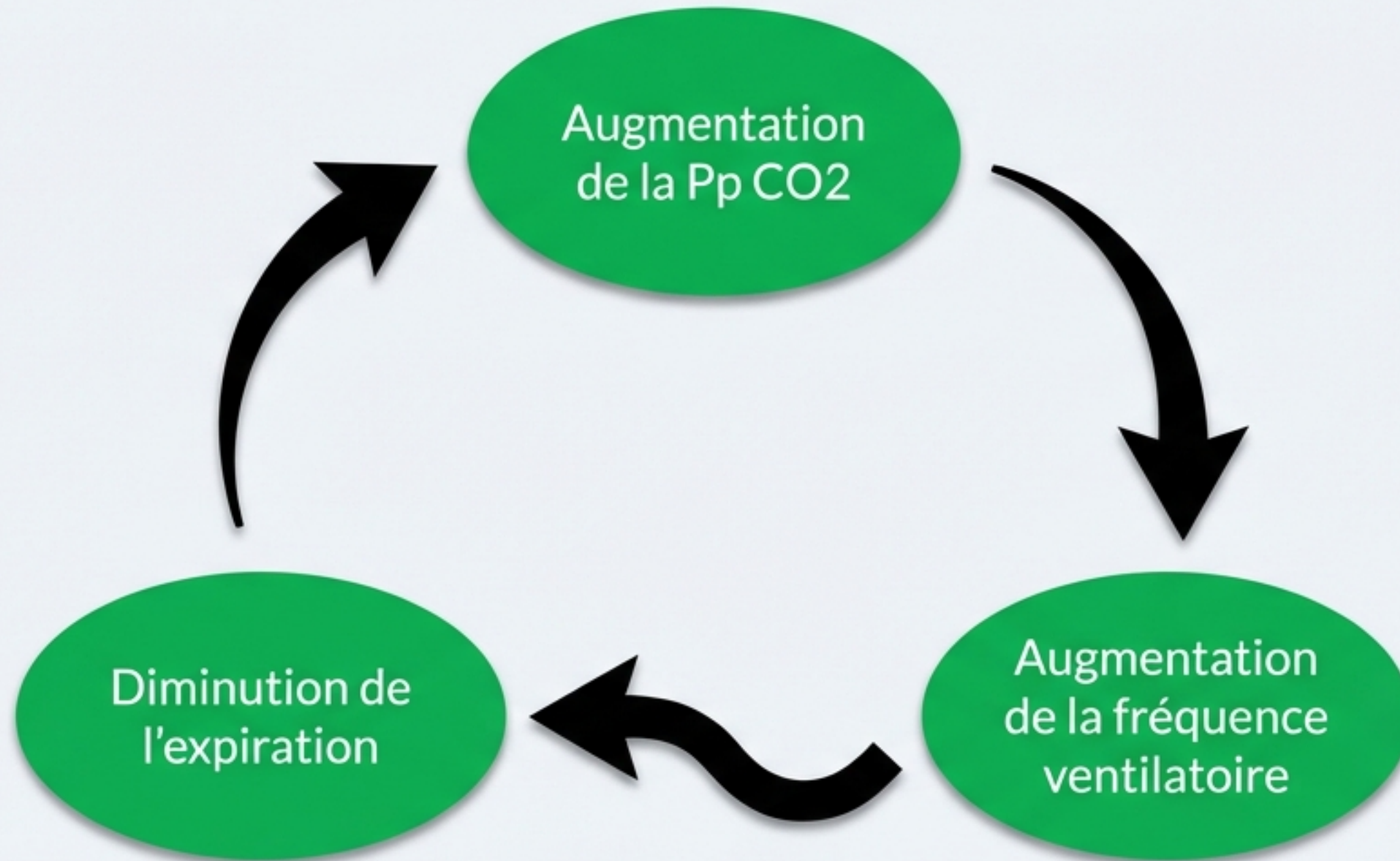
Adaptation et entraînement à la profondeur



Planifier sa plongée
(ex: descente au mouillage)

TOXICITÉ DU DIOXYDE DE CARBONE : L'ESSOUFFLEMENT

Cercle vicieux du à une mauvaise ventilation



LES FACTEURS DÉCLENCHANTS DE L'ESSOUFFLEMENT

Facteurs Physiques / Matériel

- La profondeur (densité de l'air)
- La consommation / Le froid
- Détendeur mal réglé ou manque de révision 
- Une mauvaise stabilisation

Facteurs Humains

- Effort trop important
- Panique / Stress

Conséquences Graves

- Panne d'air
- Remontée incontrôlée
- Surpression pulmonaire

RÉAGIR FACE À L'ESSOUFFLEMENT

ACTION

- ✓ Prévenir son guide / binôme
- ✓ Stopper tous efforts
- ✓ Remonter / se faire assister



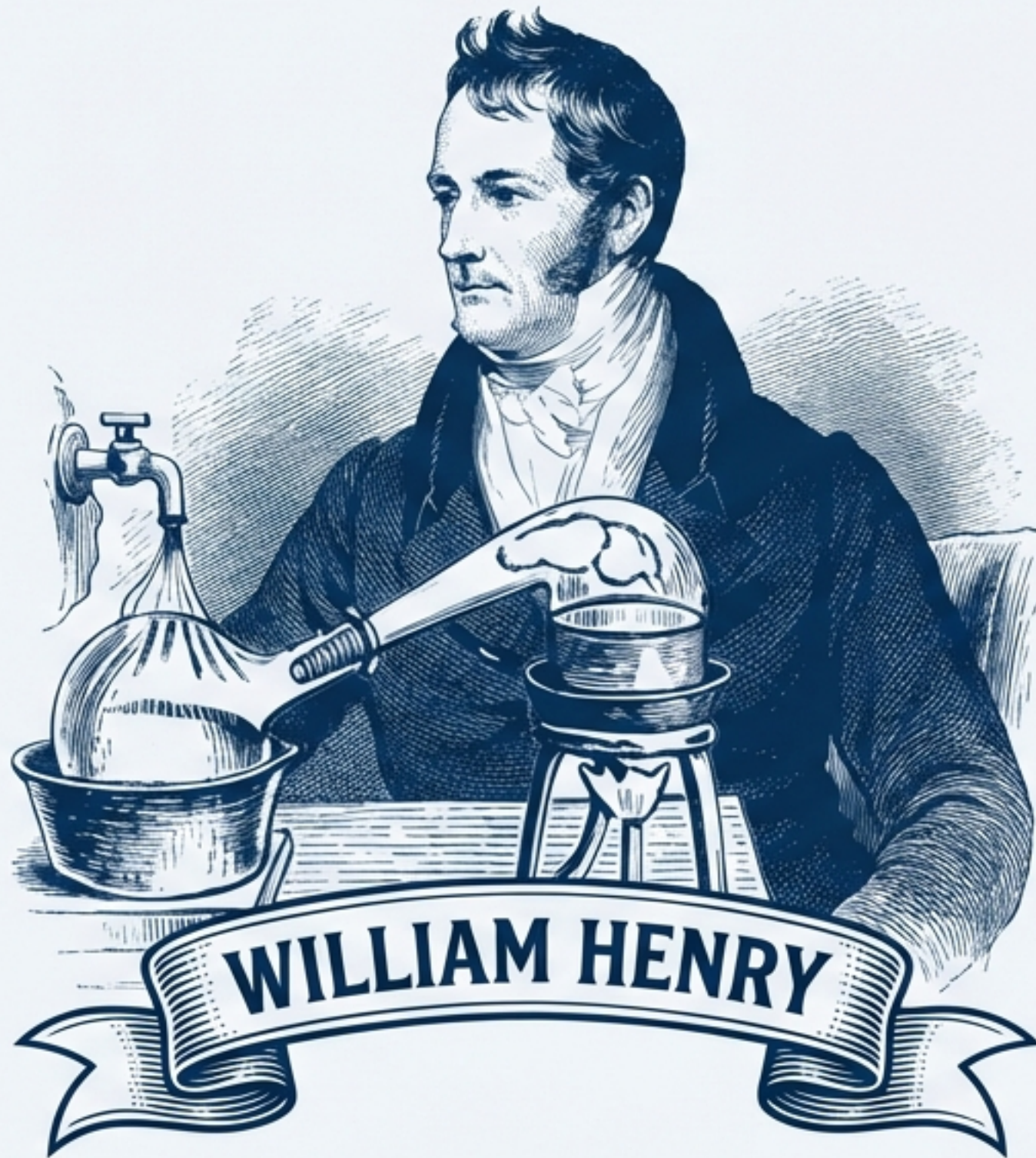
JE SUIS ESSOUFFLÉ

TECHNIQUE

-  Privilégier le travail expiratoire
-  Apnée expiratoire possible pour vider les poumons

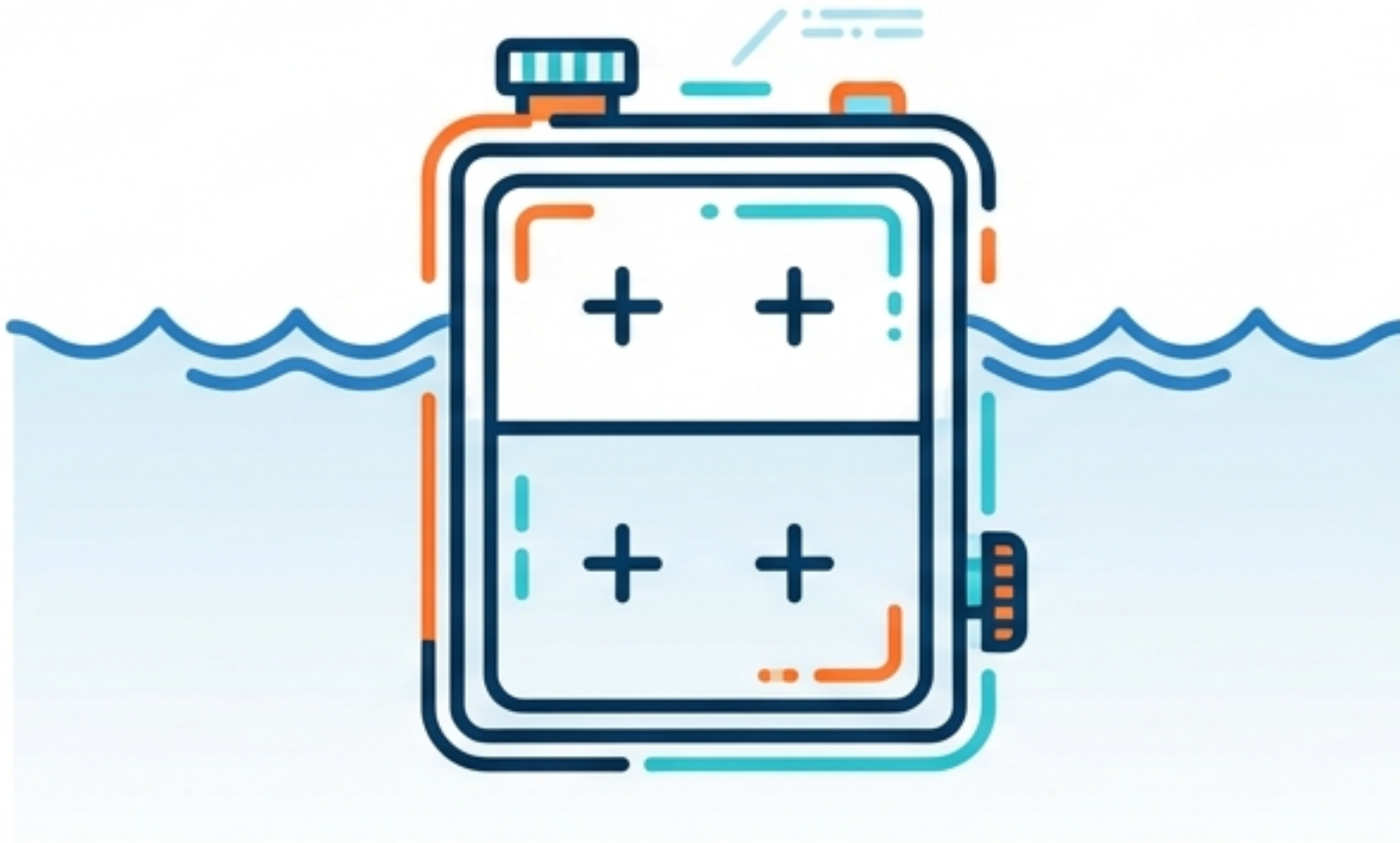
LA LOI DE HENRY : LE PRINCIPE DE SATURATION

La quantité d'un gaz dissout dans un liquide est proportionnelle à la pression que subit ce liquide.



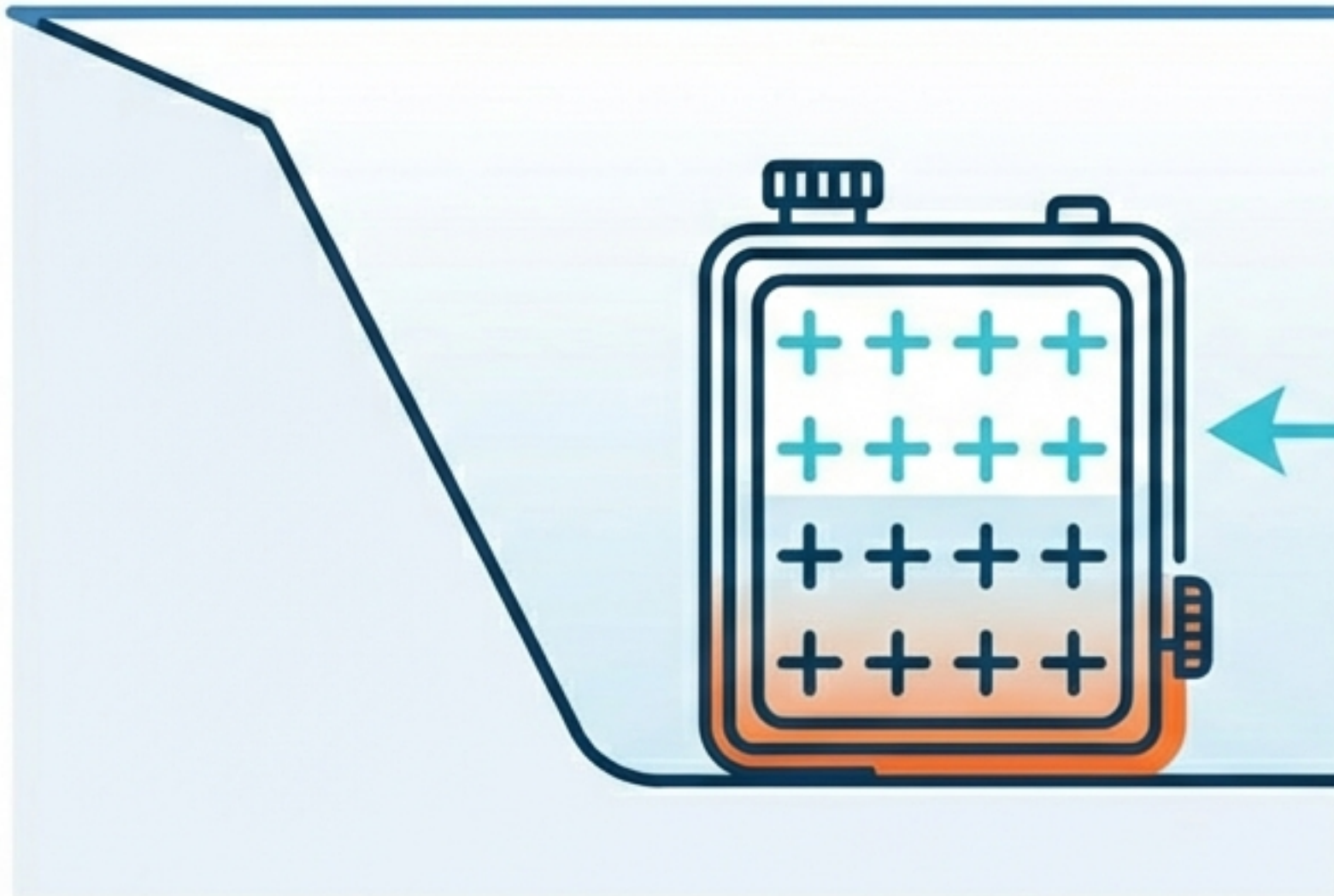
KEY CONCEPT: Lorsque qu'un gaz est complètement dissout dans un liquide on parle de SATURATION.

Le Point de Départ : L'Équilibre en Surface



En surface, nous respirons de l'air à 1 Bar (Pression Atmosphérique). L'organisme est naturellement saturé à cette pression.

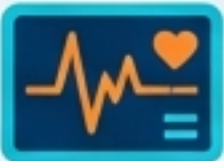
La Descente : L'Accumulation



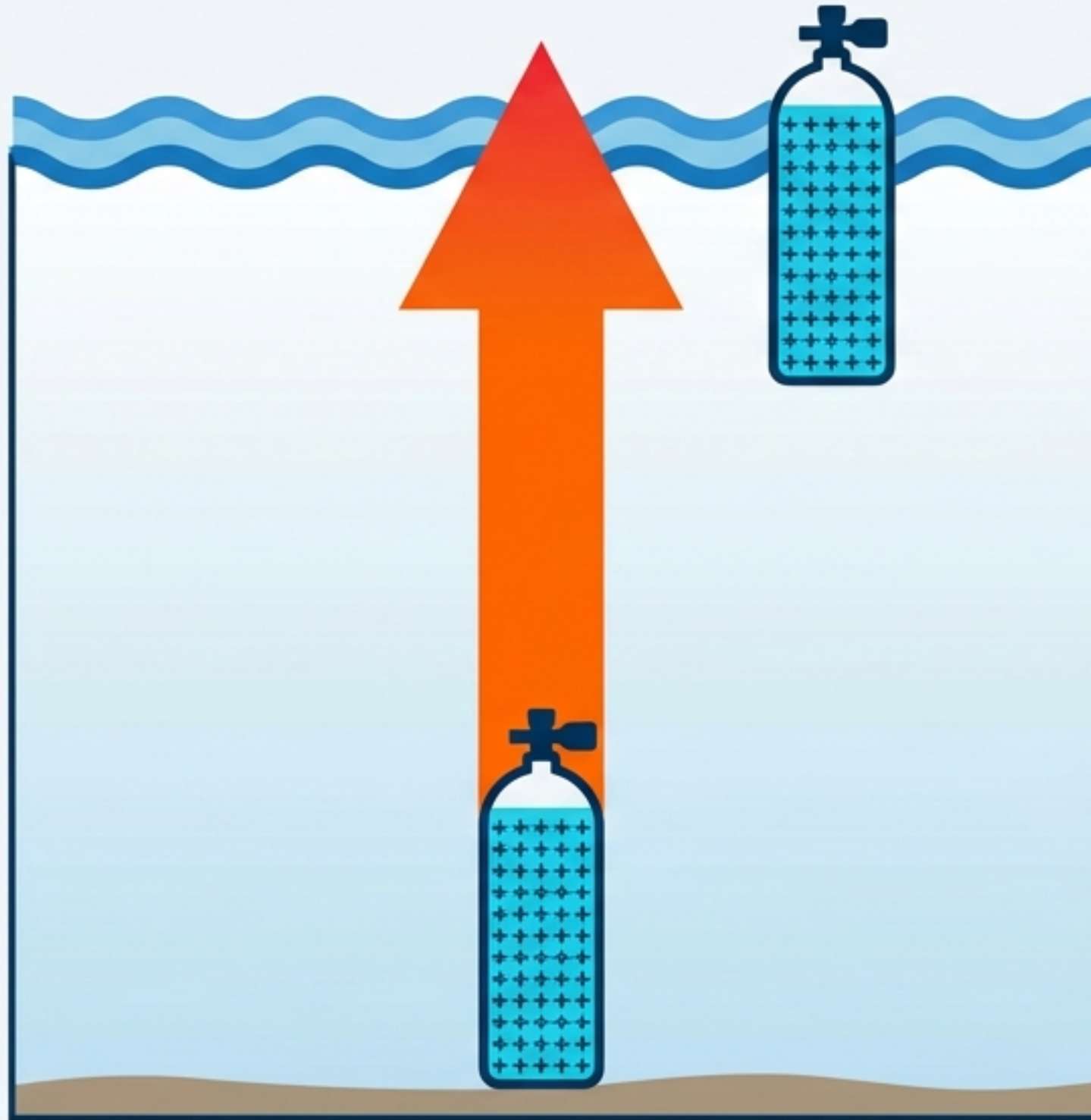
La pression augmente avec la profondeur. Le corps agit comme une éponge et absorbe l'azote pour équilibrer les pressions.

L'état de saturation dépend du temps passé au fond.

Les Facteurs de Saturation (Le Chargement)

Facteur		Impact sur la Saturation
	Profondeur	Augmente la saturation en plongée profonde.
	Temps	La saturation augmente avec la durée d'immersion.
	Température	Saturation moindre en eaux froides (vasoconstriction).
	Agitation	Favorisée par l'effort et l'augmentation du rythme cardiaque.
	Surface d'échange	Accrue en cas d'essoufflement.
	Nature du liquide	L'azote se fixe préférentiellement sur les graisses (tissus adipeux).

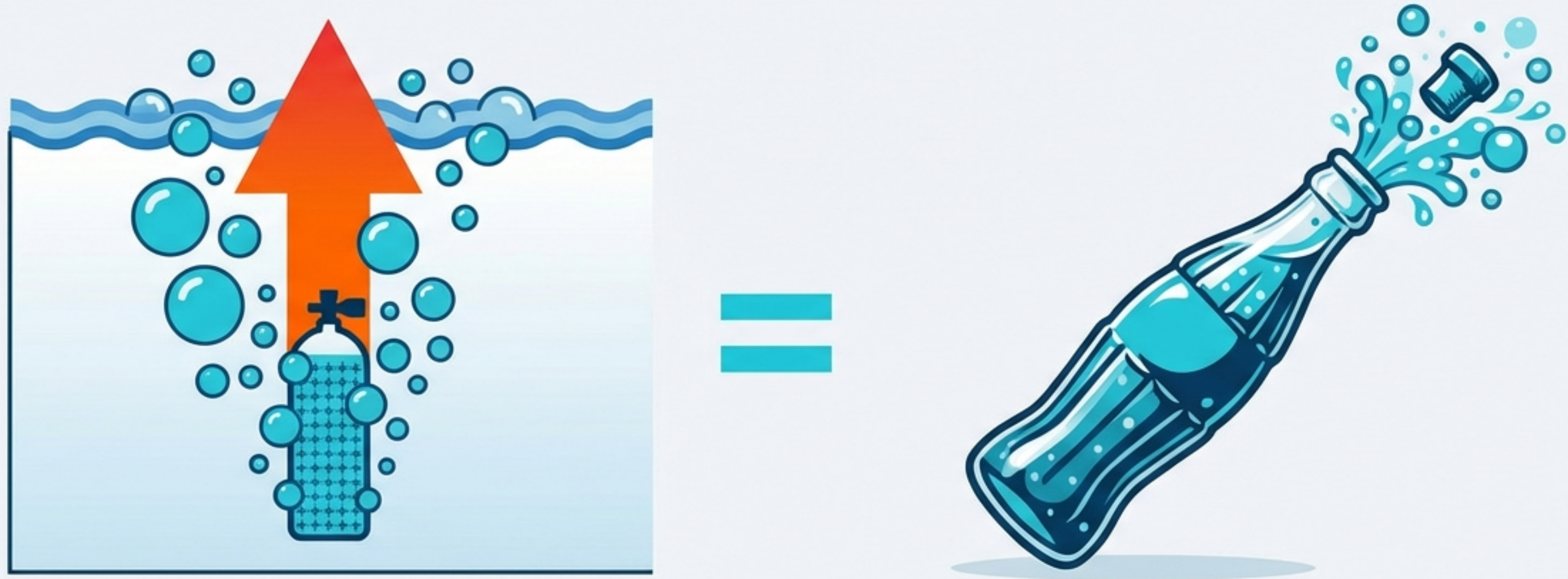
La Remontée : Le Moment Critique



La pression diminue. L'azote dissous cherche à reprendre sa forme gazeuse pour sortir.

Si la remontée est trop rapide, l'azote ne peut pas être évacué par les poumons et forme des bulles.

L'Effet "Bouteille de Soda"



C'est l'accident : la sursaturation critique.

Formation massive de bulles dans l'organisme
= Embolie gazeuse et Accident de Décompression.

La Solution : Le Palier de Décompression



Le Palier : Une pause pour permettre d'évacuer l'excès d'azote et revenir à un état de saturation acceptable avant de rejoindre la surface.

Les Freins à la Désaturation (Le Danger)

Facteurs qui ralentissent l'élimination ou favorisent les bulles.



Temps

Temps de plongée excessif.



Température

Froid (ralentit la circulation).



Agitation

Effort physique (dégazage anarchique).



Ventilation

Mauvaise ventilation (apnée, stress).



Hydratation

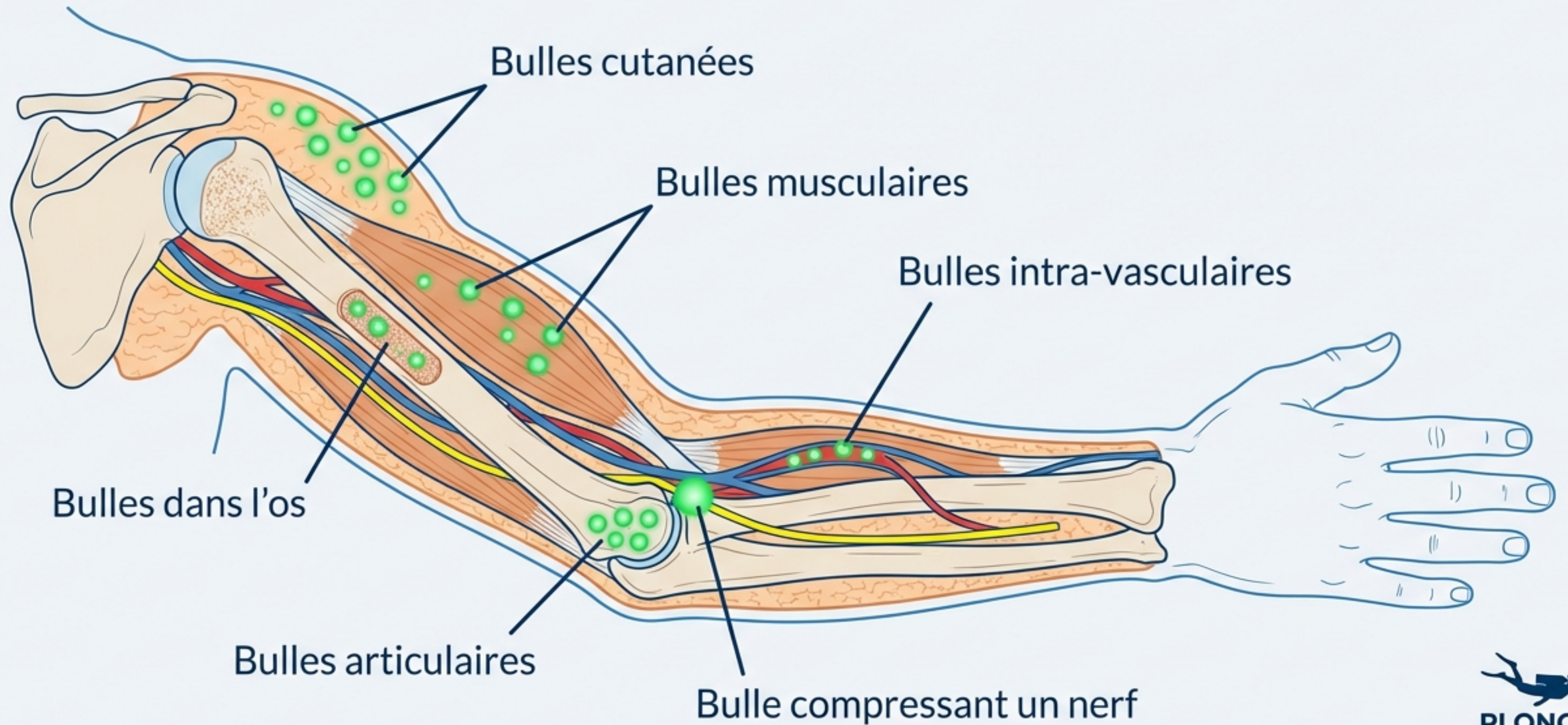
Déshydratation (sang plus épais).

L'Accident de Décompression (ADD)



Un ADD est causé par une bulle de gaz inerte (azote) qui se coince dans l'organisme et perturbe la circulation sanguine ou les tissus biologiques.

Anatomie d'un Accident



Identifier les Symptômes



Cutané : Rougeurs (“Puces”) et démangeaisons.



Articulaire : Douleurs localisées (‘Bends’).



Neurologique : Paralysie, fourmillements, troubles de la parole ou vision.



Oreille Interne : Vertiges, nausées, perte d'audition.



Urinaire : Incapacité d'uriner.

La Réalité en Chiffres

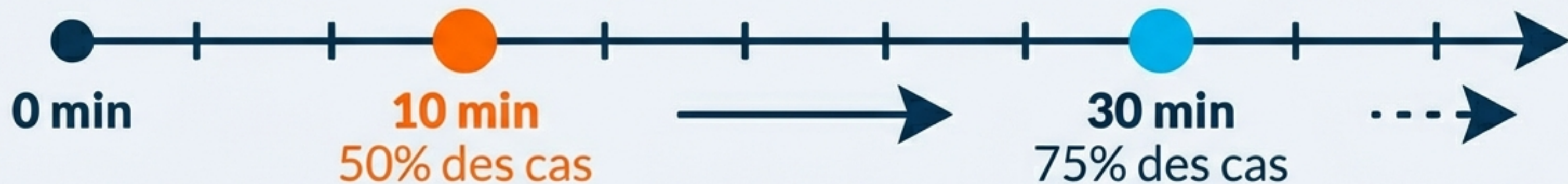
1 / 1000

Moins d'un incident pour
1000 plongées.

400

ADD traités par an
en France.

Délai d'apparition après la sortie



Moins de 5% des cas sont dus à un Foramen Ovale Perméable (FOP).

Protocoles de Surface



La désaturation continue en surface pendant au moins 12 heures.



Pas d'effort violent



Pas d'apnée



Pas d'avion (24h)



Pas d'altitude

Conduite à Tenir en Cas d'Accident



ALERTER
(Palanquée,
Directeur de
Plongée,
CROSS).



OXYGÉNER
(100% O₂ -
Priorité
absolue).



ÉVACUER
(Vers un
caisson de
recompression).

Le meilleur traitement reste la PRÉVENTION.

Synthèse : L'Esprit Niveau II

La sécurité ne se délègue plus au guide. Elle est entre vos mains.



Devenir PA (Plongeur Autonome), c'est combiner ces connaissances pour assurer sa sécurité et celle des autres.

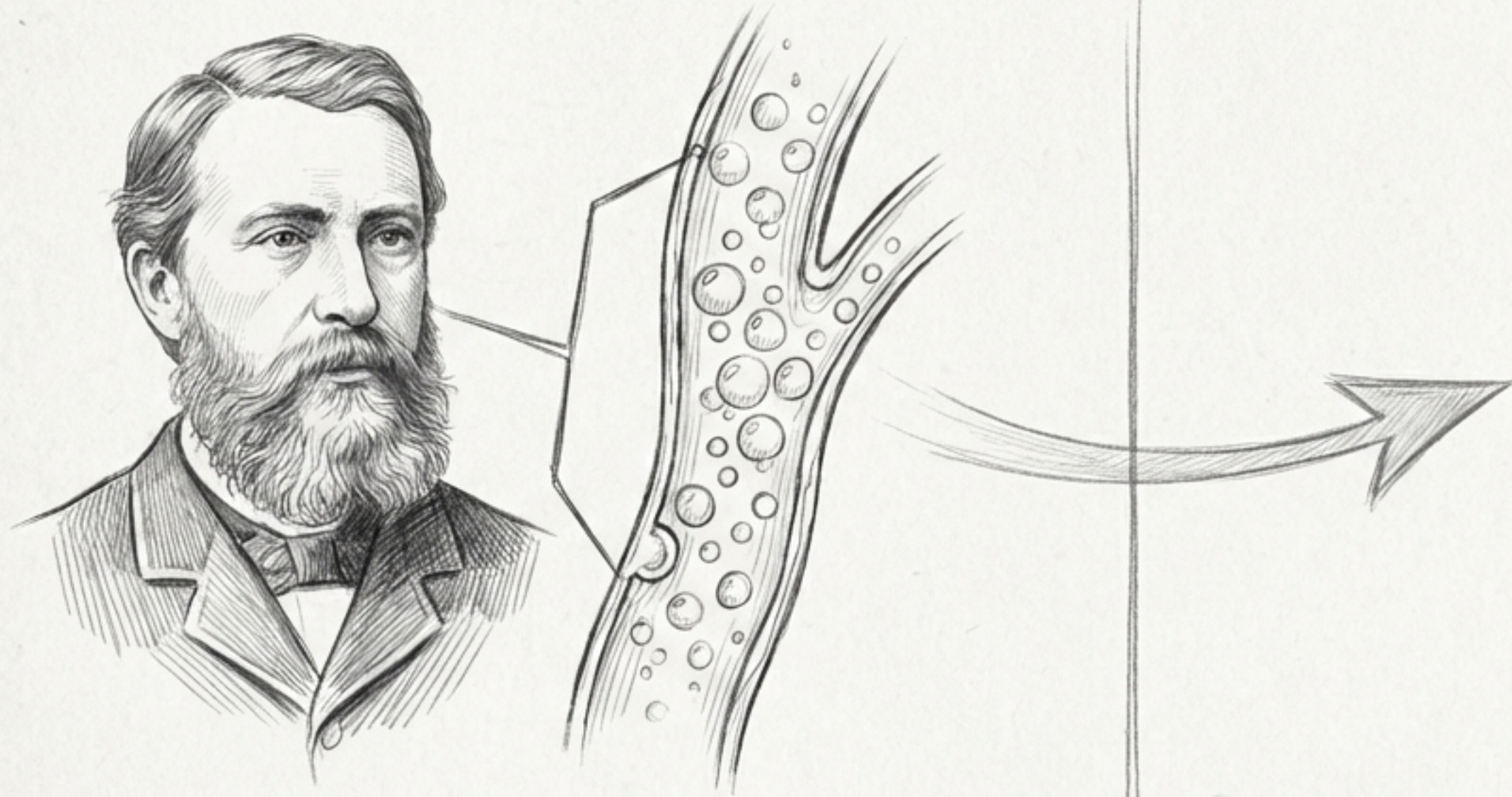


LES MOYENS DE DÉCOMPRESSION

MAÎTRISER LA REMONTÉE

Planifier et organiser sa remontée pour éviter les ADD (Accidents de Désaturation).

L'HISTOIRE DE LA DÉSATURATION



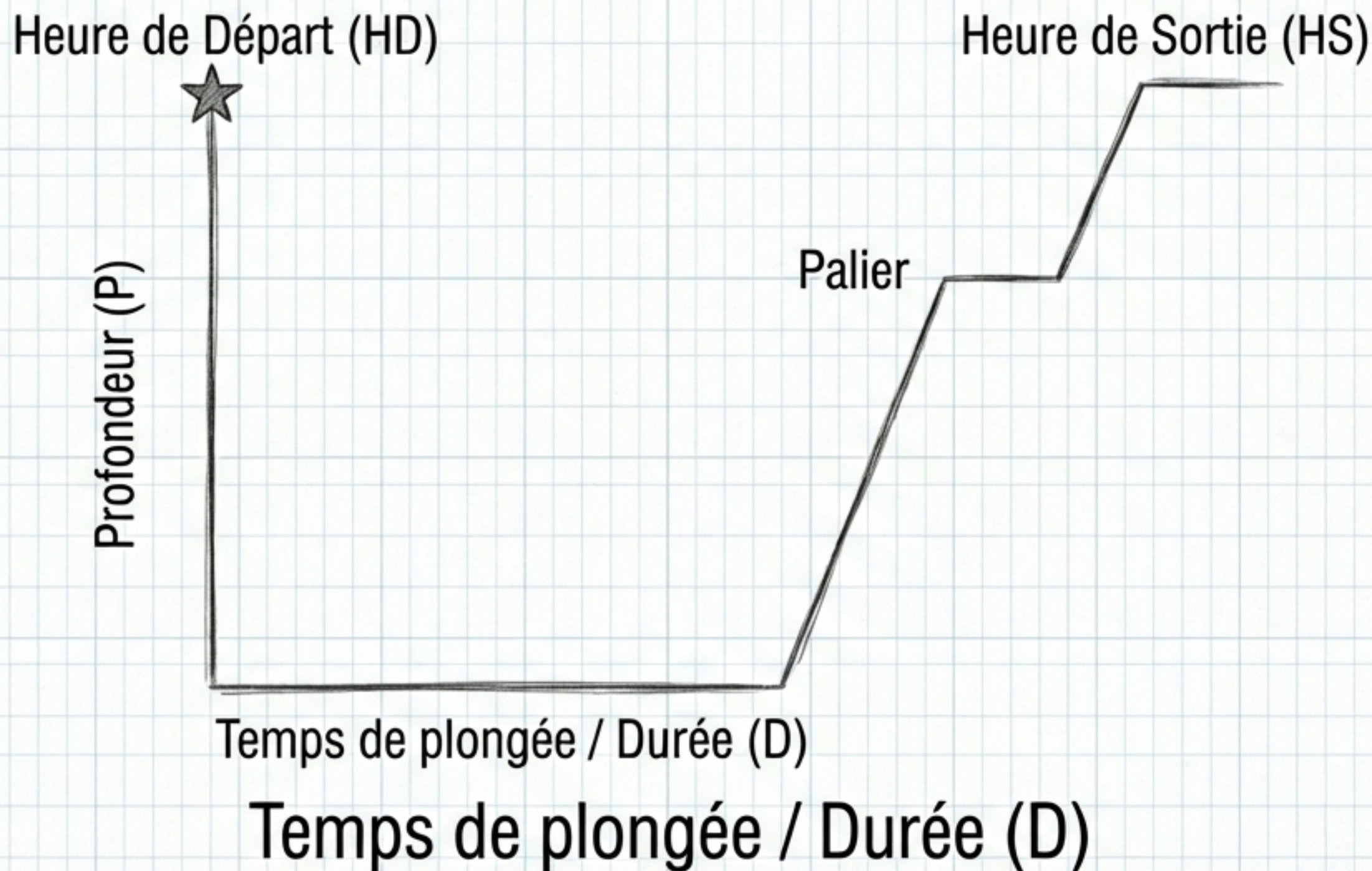
Le Problème : Paul BERT démontre la relation entre la bulle de gaz et un ADD.



La Solution : John Scott HALDANE élabore les premières tables de décompression.

LES TABLES DE PLONGÉE : LA FONDATION

Un ancêtre encore utile



DÉCRYPTER LA TABLE MN90

Entrée : Profondeur
maximale atteinte

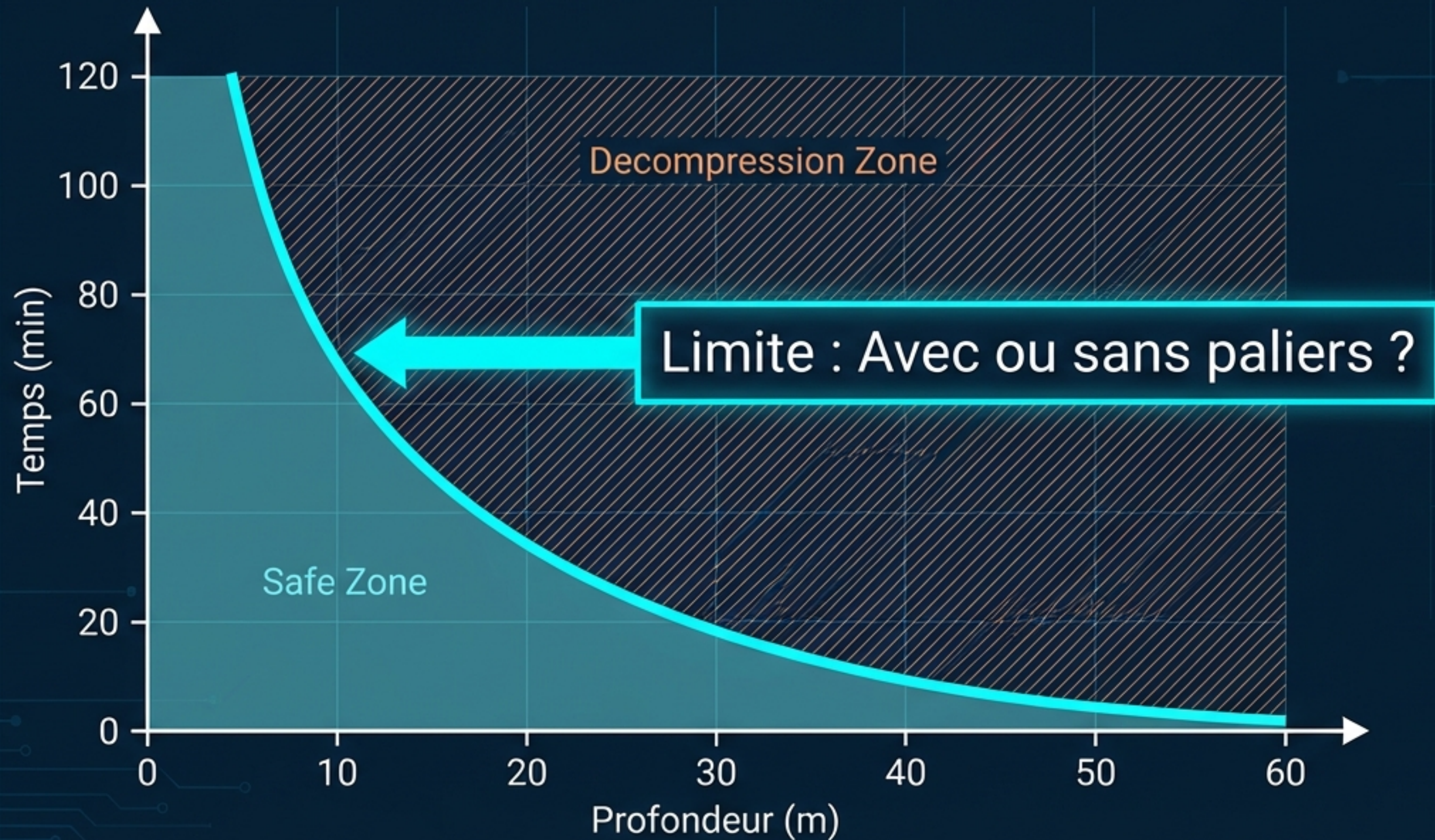
Prof	T	S / 3 m	G
12	10		A
15	25	1	B
18	30	2	G
20	40	2	J
22	50	3	J
25	60	1	K
28	70	2	J

Sortie :
Groupe de
plongée
successive

Entrée : Durée
de la plongée (min)

Sortie : Temps
de palier (min)

LA COURBE DE SÉCURITÉ



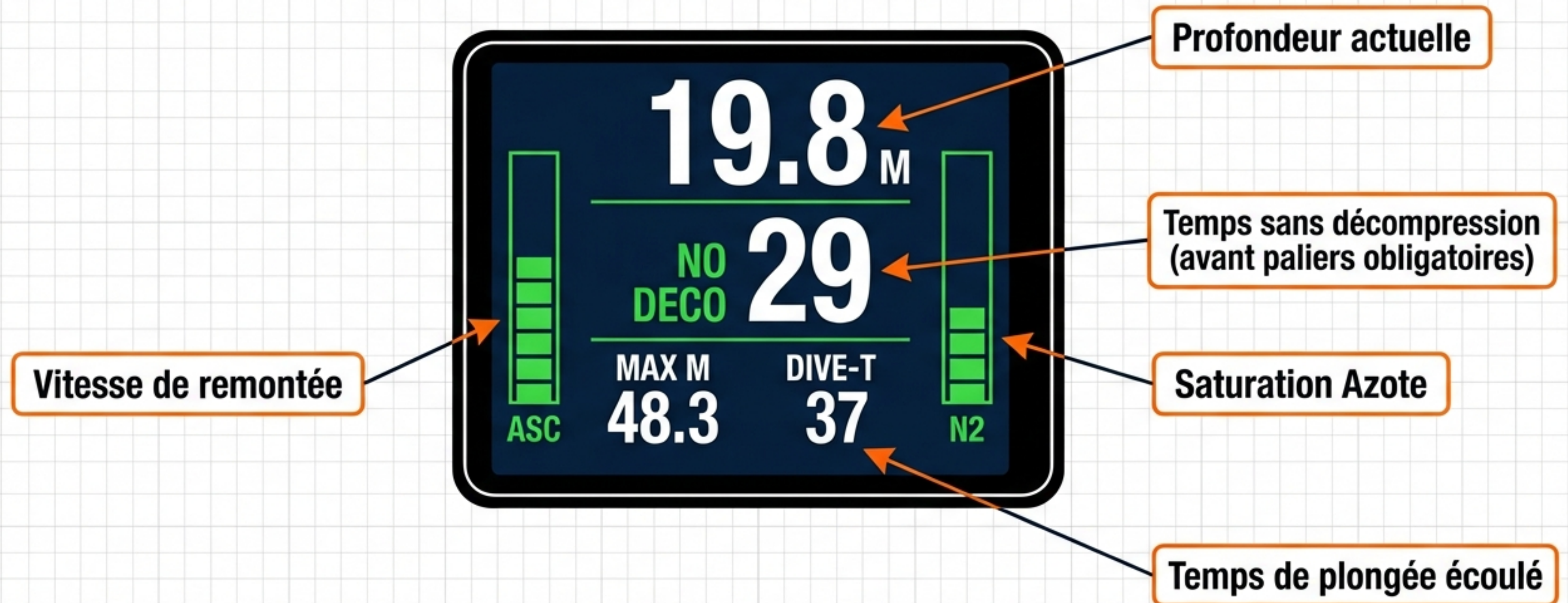
LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE : L'ORDINATEUR

La technologie indispensable



L'ordinateur calcule la saturation en temps réel à la profondeur exacte, contrairement au profil carré des tables.

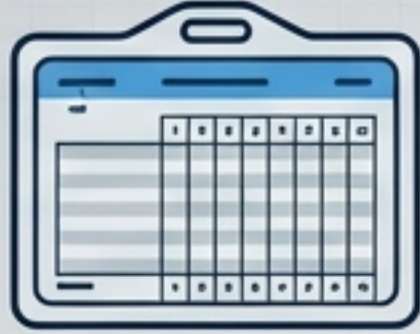
L'INTERFACE DE DÉCISION



L'AFFICHAGE : MODE 'PALIER DÉCO'



TABLES vs ORDINATEURS : LE MATCH



LES TABLES (L'ANCIENNE ÉCOLE)

Fiable dans le temps (pas de piles)

Sécurisant (temps de décompression plus long)

Identique pour toute la palanquée



LES ORDINATEURS (LE STANDARD MODERNE)

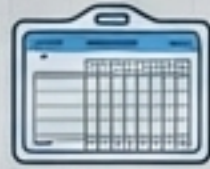
Toutes les infos sur un seul écran

Calcul en temps réel
(optimisation du temps)

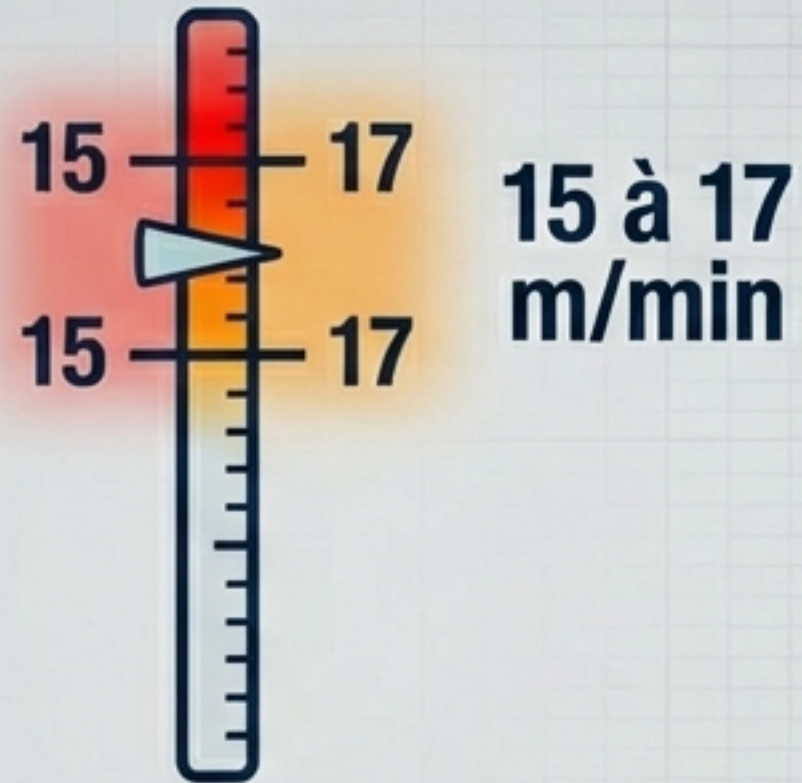
Accepte les erreurs de procédure

Rétroéclairage et visibilité

GESTION DE LA VITESSE DE REMONTÉE



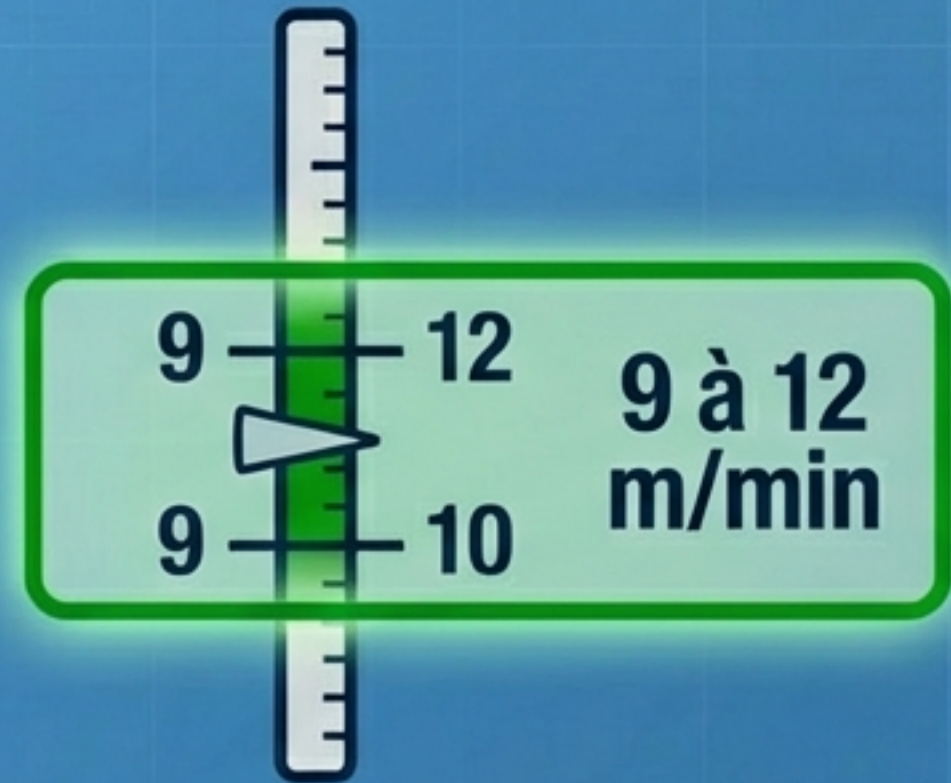
TABLES



ANCIENNE ÉCOLE



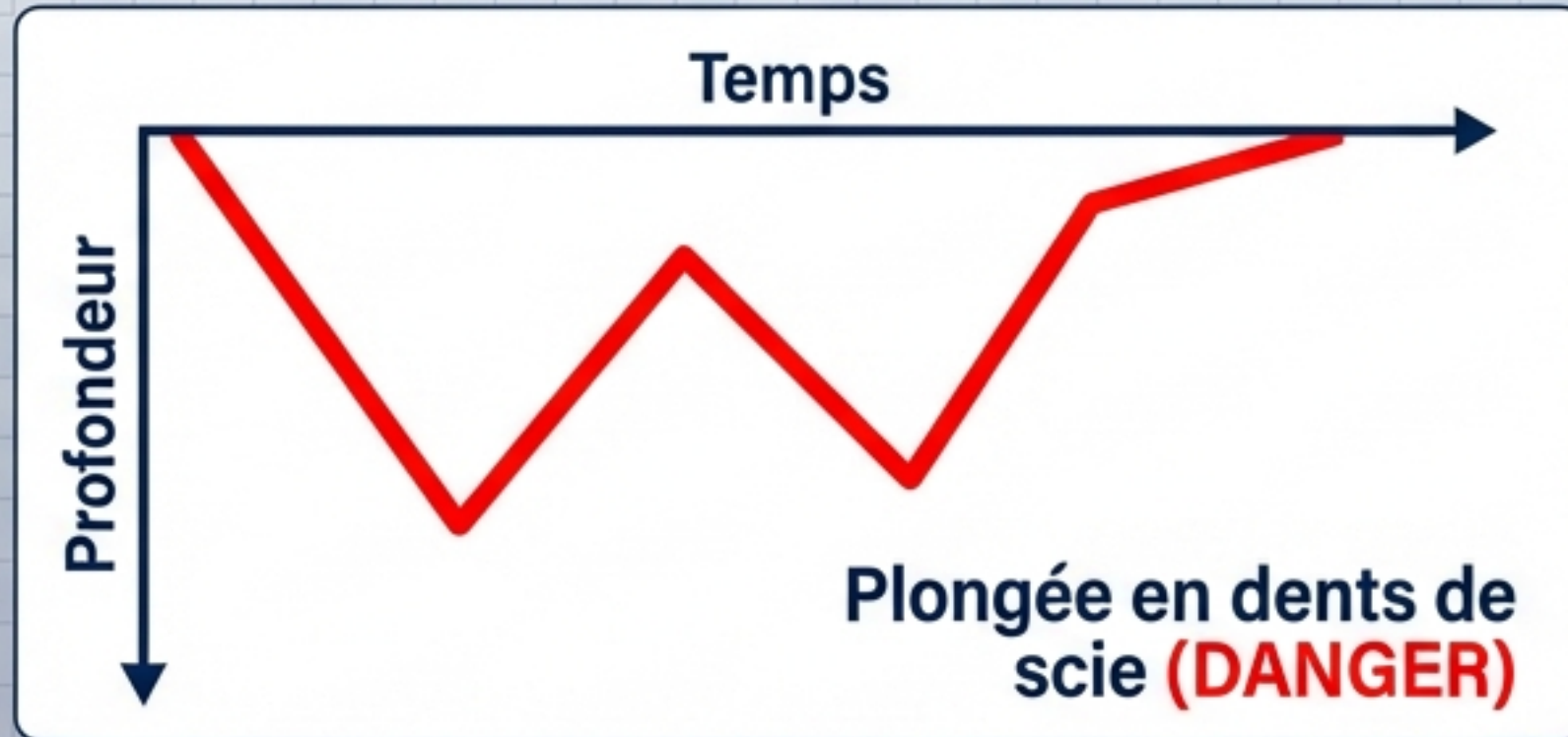
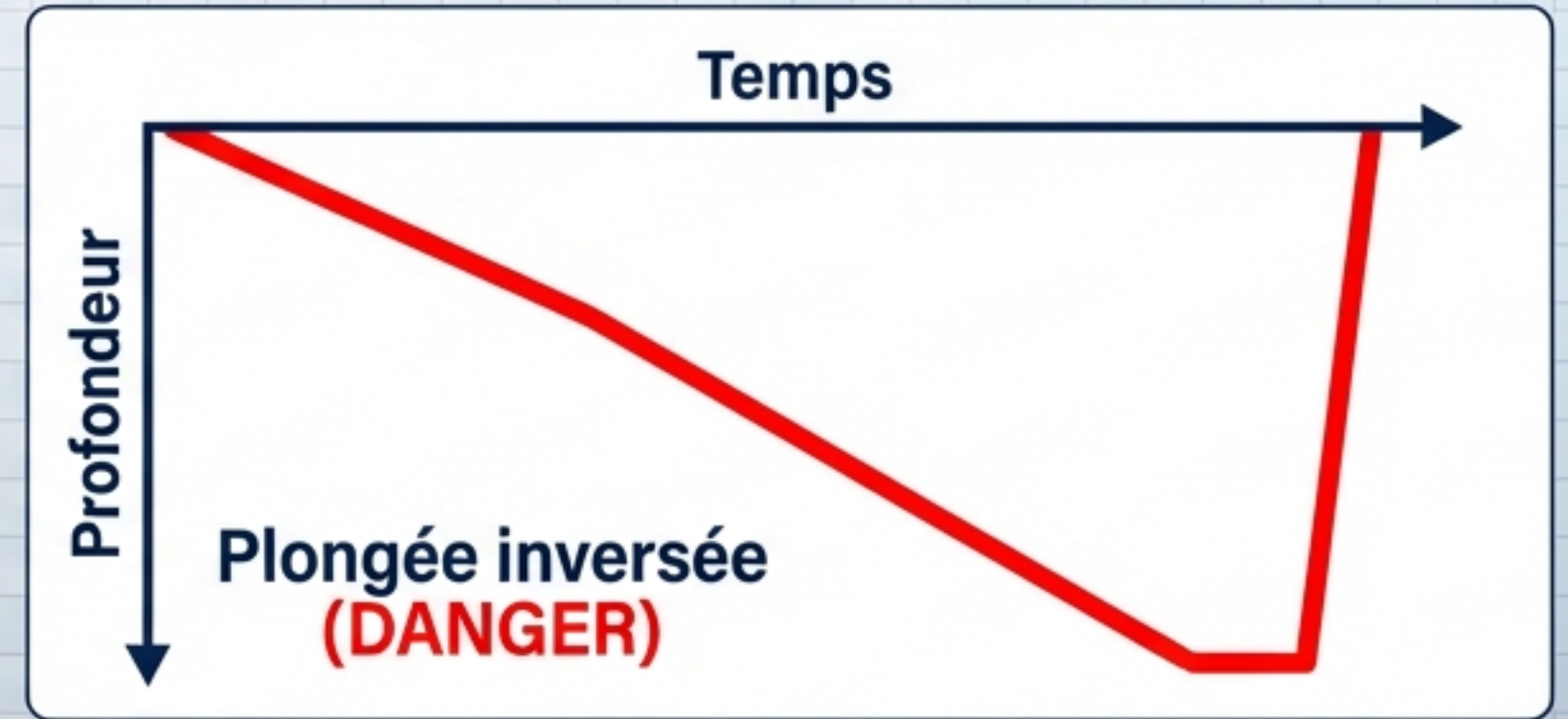
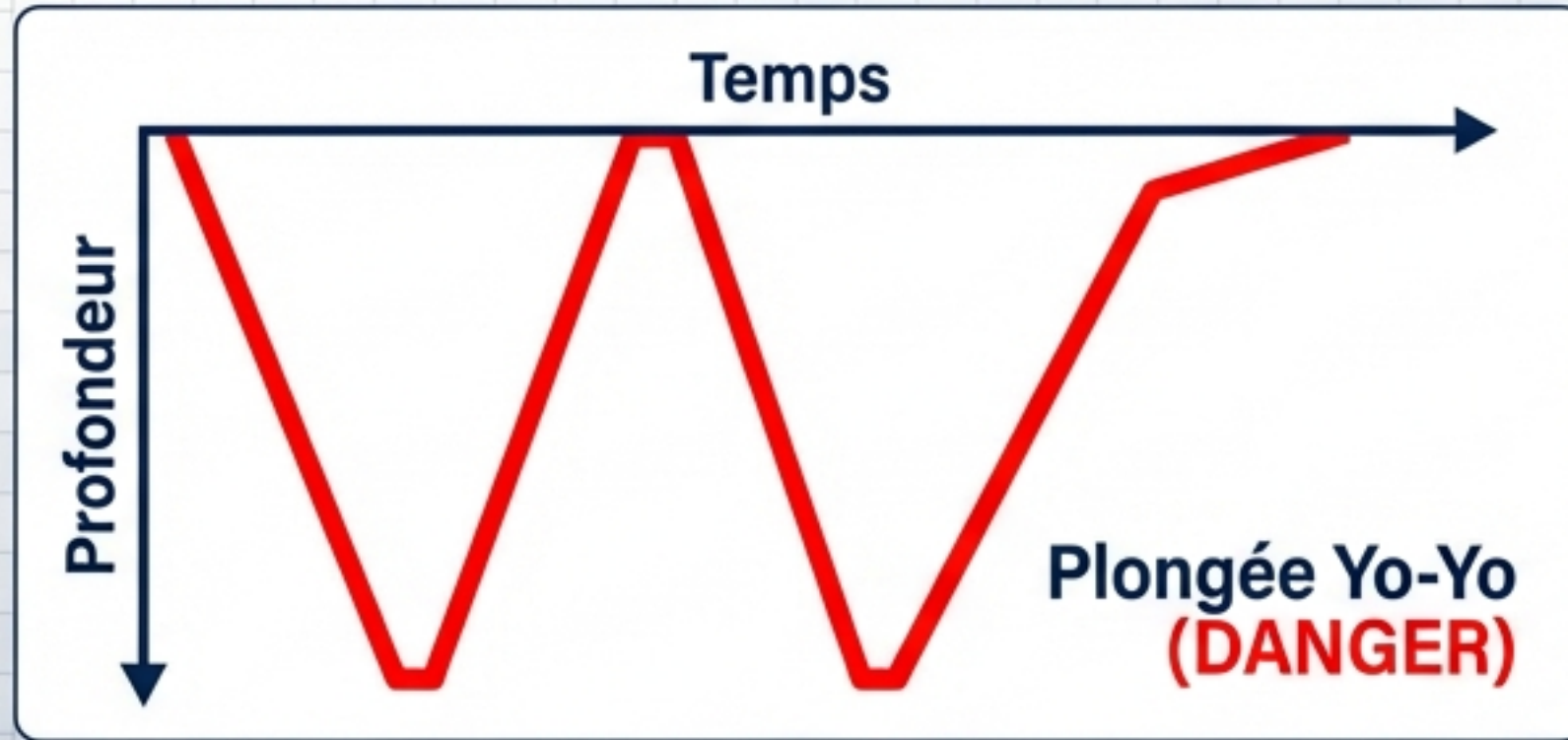
ORDINATEURS



**STANDARD MODERNE
DE SÉCURITÉ**

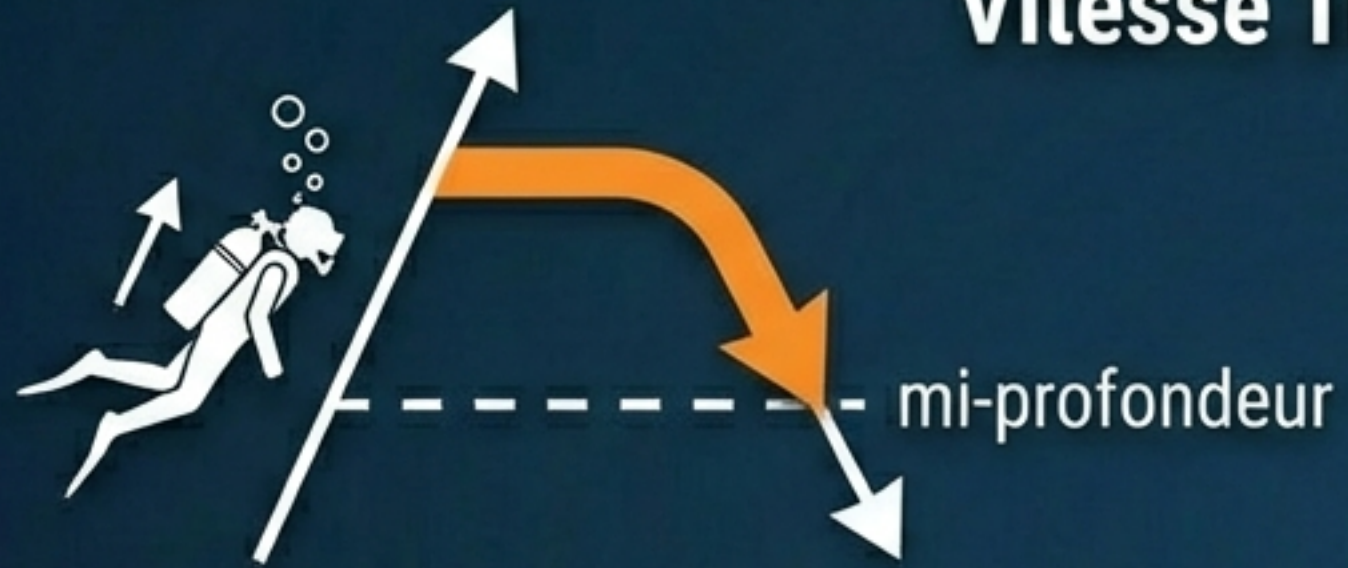
**Le Palier de Sécurité : Toujours recommandé
(3 minutes à 3 mètres), même sans obligation affichée.**

PROFILS DE PLONGÉE : LES BONNES PRATIQUES



PROCÉDURES D'URGENCE

Vitesse Trop Rapide



- Redescendre à mi-profondeur en < 3 min.
- Palier de 5 min obligatoire. à cette profondeur

Interruption de Palier



Recommencer le palier interrompu.

CONCLUSION : LA PHILOSOPHIE DE SÉCURITÉ



1. Respecter scrupuleusement les indications de l'instrument.
2. Écouter son corps : augmenter les paliers en cas de fatigue.
3. Privilégier toujours la sécurité sur la performance.

Bonne plongée !

LES 7 COMMANDEMENTS DU PLONGEUR RESPONSABLE



1 Limiter la profondeur et la durée.



2 Bien ventiler au palier.



3 Bien ventiler au palier.



4 Rester calme et économe dans ses mouvements.



3 Se protéger du froid (combinaison adaptée).



6 Surveiller son hydratation et son alimentation.



5 Utiliser du Nitrox si possible (moins d'azote).



7 Maintenir une bonne condition physique.



Plonger avec Passion et Raison



“Le monde sous-marin est accessible à ceux qui respectent ses lois.”

