



COURS PA 20

N°4

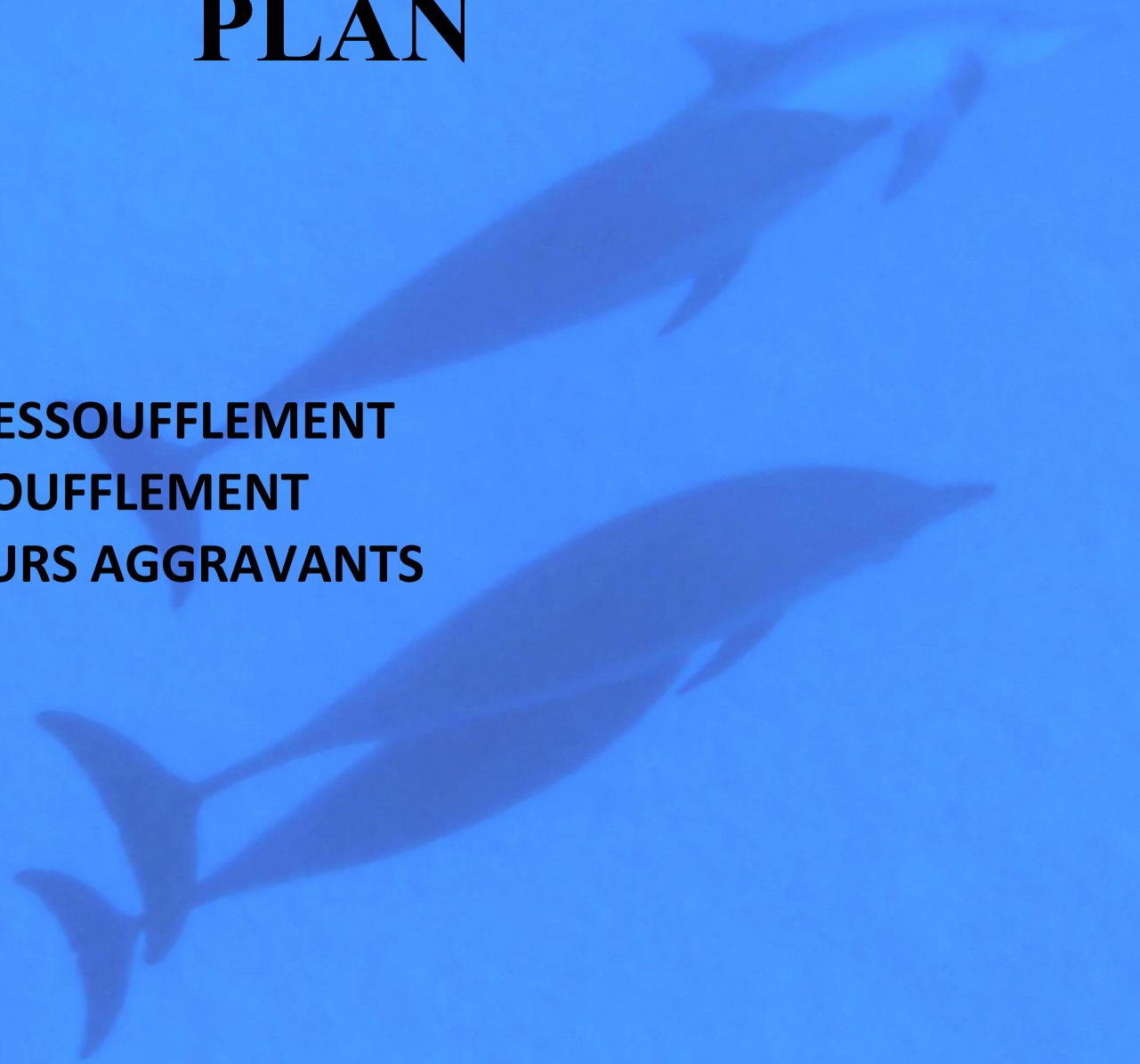
Le 8 Février 2024

Présenté par

Christophe COUILLARD BELLUSCI et Frédéric GUILLAUD

PLAN

- **1 PLAN ET RAPPELS**
- **2 SKETCH**
- **3 LA RESPIRATION**
- **4 LA MECANIQUE DE L'ESSOUFFLEMENT**
- **5 LES RISQUES DE L'ESSOUFFLEMENT**
- **6 LES CAUSES ET FACTEURS AGGRAVANTS**
- **7 LA PREVENTION**
- **8 LA CONDUITE A TENIR**
- **9 LA LUMIERE**
- **10 LE SON**
- **11 RECAPITULATION**



LA RESPIRATION

Les poumons servent à la fois de pompe à air et zone d'échange gazeux.

La pompe à air fonctionne en deux temps

-L'inspiration est un phénomène actif : contraction du diaphragme qui descend, contraction possible des muscles intercostaux

-L'expiration naturelle est passive, c'est un relâchement musculaire: aucune force ne s'oppose plus à l'élasticité des poumons, qui se contractent alors en chassant l'air qu'ils contiennent.

Avec un détendeur en bouche, il faut faire un effort pour expirer

LA RESPIRATION

Les échanges gazeux ont lieu au niveau des alvéoles

L'oxygène de l'air pénètre dans le sang, alors que celui-ci déverse du gaz carbonique (CO_2) dans les alvéoles.

L'expiration chasse un air chargé en gaz carbonique (CO_2), alors que l'inspiration apporte aux alvéoles un air riche en oxygène (O_2)

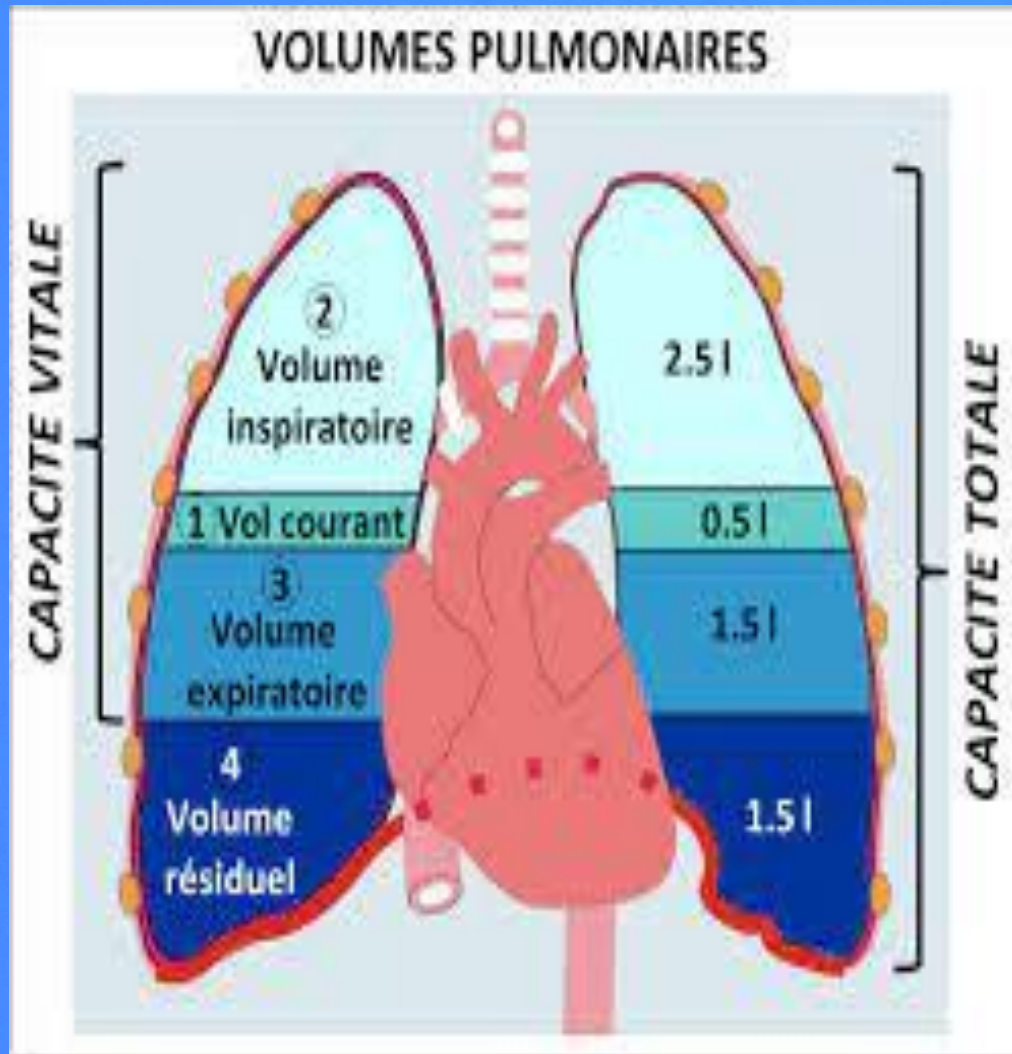
« L'**hypercapnie** » est le terme qui décrit une augmentation du taux de CO_2 dans le sang.

En cas d'hypercapnie, le centre de commande de la respiration va augmenter la fréquence ventilatoire dans le but de purger le CO_2 efficacement.

Il va provoquer le réflexe d'inspirer.

C'est cela l'**essoufflement**: le rythme respiratoire augmente avec un réflexe inspiratoire

LES VOLUMES PULMONAIRES



- La capacité pulmonaire moyenne d'un homme est de 6 litres

- Volume **courant** : 0,5l

Volume d'air respiré lors d'une activité normale

- Volume de **réserve inspiratoire** : 2,5l

Volume d'air inspiré lors d'un effort

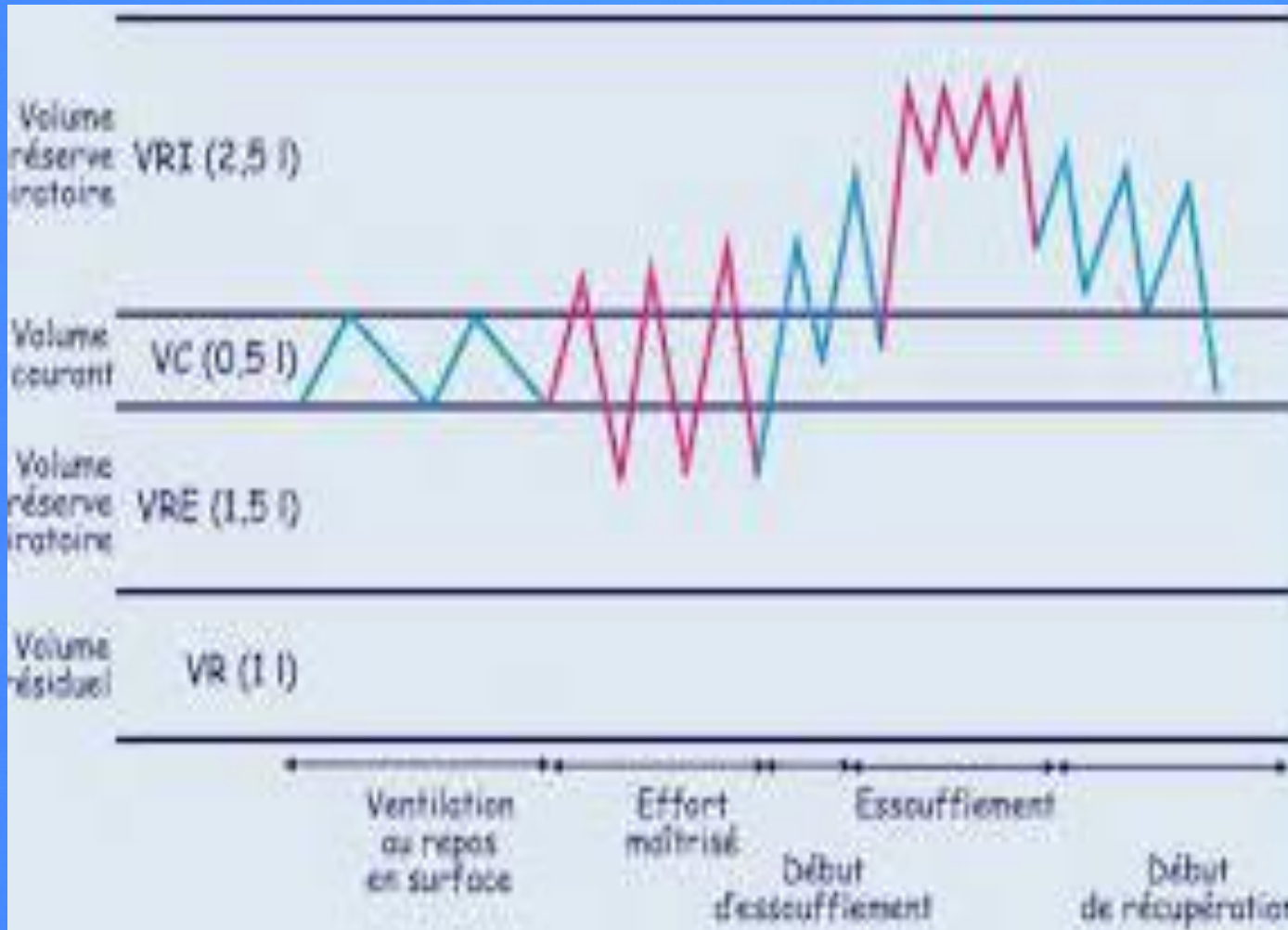
- Volume de **réserve expiratoire** : 1,5l

Volume d'air maximum expiré lors d'un effort

- Volume **résiduel** : 1,5 litre

Volume restant dans les poumons après qu'on ait l'impression de les avoir vidés

La mécanique de l'essoufflement



Respiration au repos :

volume inspiré = volume expiré,
respiration lente et peu ample

Respiration durant un effort correctement géré :

volume inspiré = volume expiré
respiration rapide et ample

Essoufflement :

volume inspiré > volume expiré

respiration qui s'accélère et qui diminue en amplitude. Pas de renouvellement de l'air dans les poumons => sensation de manque d'air

Les risques de l'essoufflement

L'essoufflement constitue un risque majeur en plongée, alors que c'est un incident anodin en surface:

- -Essoufflement =>syncope=>noyade
- -Essoufflement =>blocage respiratoire =>remontée en panique =>surpression pulmonaire
- -Essoufflement =>vidage bouteille=>panne d'air=>noyade

A une certaine profondeur (40m), il est difficile, voire impossible, de récupérer son souffle à cause de la pression que subit notre corps. Plus la pression augmente, plus c'est difficile.

Il est donc important de bien comprendre le mécanisme de l'essoufflement, ses manifestations ainsi que les facteurs favorisant pour mieux le détecter, le prévenir et réagir de manière adéquate

LA NOYADE

La noyade est due à une submersion des voies aériennes supérieures : fosses nasales, pharynx, larynx et partie supérieure de la trachée. Cela entraîne l'asphyxie avec ou sans inondation des alvéoles pulmonaires → un manque d'oxygène avec arrêt respiratoire → arrêt cardiaque → mort. L'eau qui va dans les poumons remplit les alvéoles et lessive le surfactant. Les échanges gazeux ne peuvent plus se faire normalement.

La noyade peut être consécutive à :

- un manque de savoir-faire (la victime ne sait pas suffisamment nager),
- une crampe ou épuisement musculaire.
- une panique
- une crise convulsive (allergie, malaise,...)
- une mauvaise gestion du matériel
- une perte de connaissance suite à un choc physique,
- une syncope suite à un traumatisme auriculaire, oculaire, ...
- une syncope thermo-différentielle (corps très chaud, eau très froide.. ou l'inverse).
- un accident de plongée (sambas, hypoxie)
- des troubles spécifiques (narcose, essoufflement, froid, etc...)
- une chute dans l'eau

20cl (UN VERRE) PEUVENT SUFFIRE POUR SE NOYER

LA SURCONSOMMATION

- A 18m un plongeur muni d'un 12l et 200b au départ rencontre un fort courant à la 12'
- Il s'essouffle et sa consommation triple durant 5'
- Que reste-t-il dans sa bouteille juste après son essoufflement

Air au départ: $12 \times 200 = 2400L$

A 18 m la PA est de 2,8b

Il a consommé $12 \times 20 \times 2,8 = 672l$

Il lui reste $2400 - 672 = 1728l$ (soit 144b)

Pendant son essoufflement il consomme $20 \times 3 \times 5 \times 2,8 = 840l$ (soit 70b)

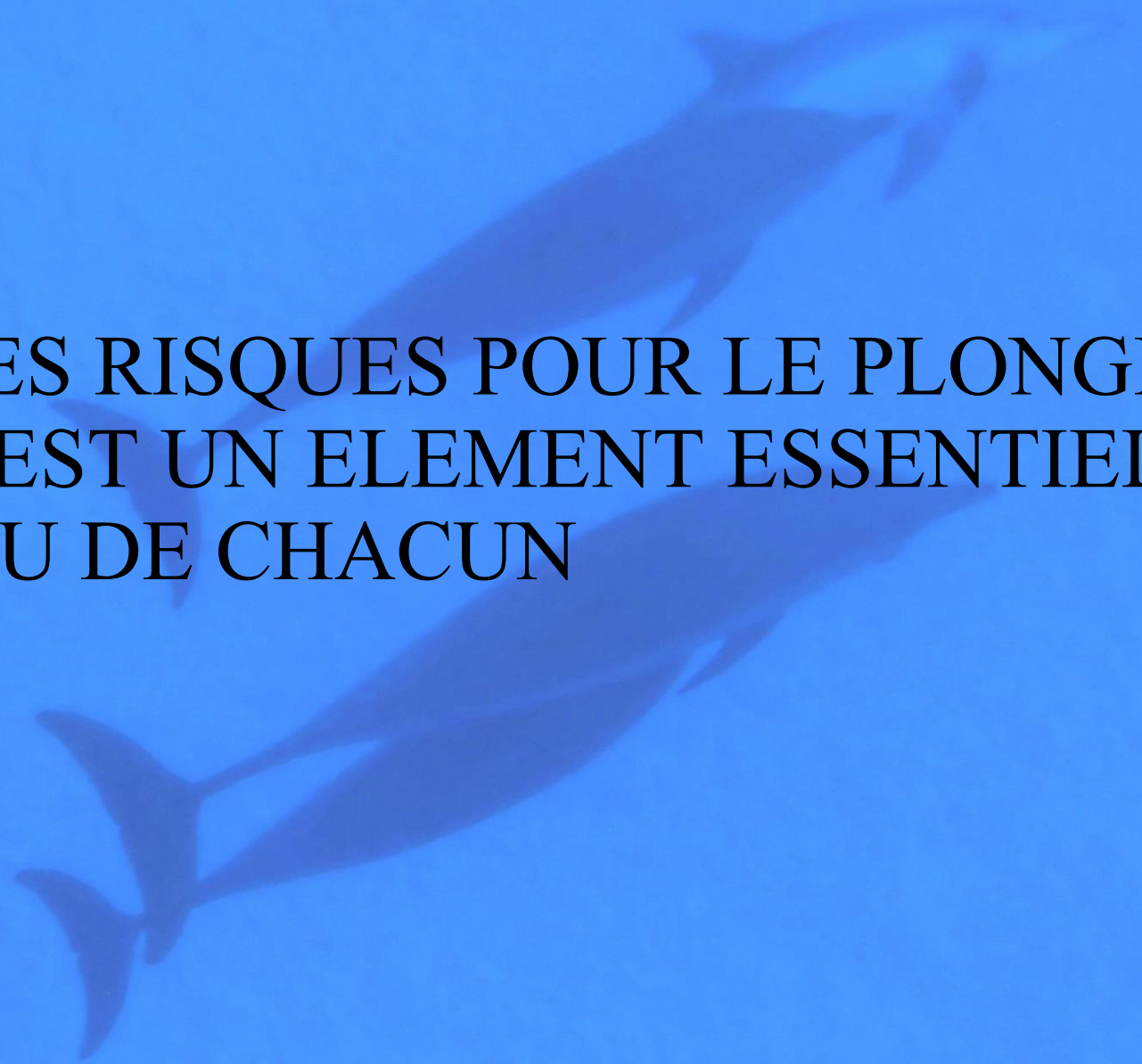
Il lui reste 74b

Les causes et facteurs aggravants :

- La principale cause, toujours présente, est une expiration insuffisante, inefficace
- Le froid provoque une augmentation du métabolisme : il faut plus de calories, alors on brûle de l'oxygène. Ce qui produit en retour du CO₂ : hypercapnie (première étape d'un essoufflement)
- Efforts musculaires (palmage contre le courant, agitation ...) vont également augmenter la consommation d'O₂, s'ils ne sont pas accompagnés et suivis d'une expiration forcée adéquate
- Un lestage trop important place le corps à l'oblique, ce qui entraîne un effort supplémentaire dans les déplacements
- La peur et le stress ont tendance à nous contracter, on retient l'air des poumons, on s'essouffle donc plus facilement.
- Un matériel défectueux (un détendeur trop dur, une bouteille mal ouverte, une combinaison trop serrée)
- La profondeur est un élément très important. A 30 ou 40 m un essoufflement survient en quelques secondes. Si on n'a pas immédiatement la présence d'esprit de vider ses poumons. Du gaz sous pression contient plus de molécules par unité de volume, sa viscosité est augmentée, il est donc plus difficile à respirer
- Une mauvaise qualité de l'air dans la bouteille (gonflage)
- La mauvaise forme physique ou mentale
- Lors d'une descente trop rapide, on expire moins d'air qu'on en inspire (Mariotte). En effet, la pression change très vite et n'est plus la même à chaque étape du cycle respiratoire. On accumule donc de l'air sans presque le renouveler.
- Toujours en plongée, le volume sanguin se concentre plus dans les poumons (70cl en plus). Ce qui réduit un peu le volume interne des poumons, donc la capacité respiratoire

La prévention

COMPTE TENU DES RISQUES POUR LE PLONGEUR
LA PREVENTION EST UN ELEMENT ESSENTIEL QUI
DOIT ETRE CONNU DE CHACUN



La prévention

- Limiter les efforts (avant la plongée et au fond), adapter la vitesse de palmage, avoir des mouvements calmes et fluides au fond
- Connaître sa capacité physique et ne pas la dépasser.
- Avoir une bonne condition physique en s'entraînant régulièrement
- Penser à s'équilibrer régulièrement avec le gilet
 - La sustentation avec les palmes est un effort important
- Avoir du matériel adapté et bien entretenu en particulier son détendeur
- Apprendre à maîtriser sa respiration: plus ample et plus lente, insister sur l'expiration qui devient active sous l'eau.
 - L'inspiration est un réflexe plus naturel que l'expiration
 - Penser à expirer avant, pendant et après un effort.

La prévention

- Ne pas être trop lesté
 - une ceinture de plomb trop lourde est un effort inutile
 - une ceinture de plomb ne sert pas à couler, mais à compenser la flottabilité de la combinaison
 - le bon lestage permet d'être équilibré à 3m gilet vide
- Respecter une progressivité dans la profondeur et le type de plongée
- Ne pas se précipiter lors de la mise à l'eau et la descente (éviter le stress)
- Faire attention au froid
 - la lutte contre le froid est un effort important pour l'organisme, effort dont le plongeur n'a pas forcément conscience
- Contrôler régulièrement sa consommation et celle des équipiers
- Faire attention aux signes extérieurs (quantité de bulles expirées par les équipiers)

La prévention

- Mettre en place une ligne de vie s'il y a du courant, sous l'eau se mettre à l'abri derrière des rochers, raser le fond ou le tombant.
- Ne pas hésiter à annuler la plongée si on juge les conditions trop difficiles pour soi
 - houle, vent, courant, ...
- Ne pas descendre si on a un début d'essoufflement en surface
 - La descente et donc l'augmentation de pression ne feront qu'augmenter l'essoufflement
- Vérifier régulièrement que l'on ne commence pas à s'essouffler
 - Tenir une apnée de 3-4 secondes. Si on a du mal à la tenir, l'essoufflement n'est pas loin
 - Ne pas répéter ce contrôle trop fréquemment, au risque de provoquer l'essoufflement

La conduite à tenir

Si vous êtes l'essoufflé(e) :

Si vous vous apercevez que vous êtes en train de faire un essoufflement (ce qui n'est pas toujours évident)
Arrêtez vous et soufflez! Il faut travailler l'expiration forcée et utiliser pour ça les abdominaux
Remontez sur un mètre ou deux
Vos partenaires sont là, près de vous car on ne plonge jamais seul :
Allez vers votre équipier le plus proche et faites le geste de l'essoufflement

Si vous êtes témoin :

On remarque un chapelet de bulles qui s'échappe à intervalles réguliers(courts) du détenteur de son binôme

Remontez le quelques mètres en maintenant éventuellement son détenteur en bouche, la baisse de pression ambiante suffit en général à désamorcer un essoufflement, surtout si l'équipier cesse tout effort. Si besoin assistez-le en le remontant
Gardez-le à l'œil jusqu'au retour bateau car on ne sait pas comment il récupère.
Vérifiez la pression dans sa bouteille
Ne pas hésiter à terminer la plongée
Ne pas redescendre aussi bas que la profondeur à laquelle est survenu l'incident.

LA LUMIERE

La lumière sous l'eau n'a pas les mêmes caractéristiques que dans l'air

Tout ce qui se trouve sous l'eau apparaît $1/3$ plus gros

Un poisson qui semble mesurer 30cm ne mesure en fait que 20cm

Mon **binôme** qui semble se trouver à 2m est en fait à 2,60m

Les couleurs s'estompent avec la profondeur:

La couleur rouge disparaît entre 0-5 m. L'orange entre 10-15 m. Le jaune entre 15 et 25 m. A 25 m tout paraît bleu/vert.

A 100m de profondeur, la lumière a quasiment disparue.

LE SON

La son sous l'eau se déplace beaucoup plus vite que dans l'air

En surface sa vitesse est de **340m/s**

Sous l'eau sa vitesse est de **1500m/s** (5 fois plus vite)

En surface, l'espacement entre nos deux oreilles suffit pour se rendre compte qu'un objet sonore se déplace et pour estimer sa direction.

Sous l'eau le son arrive en même temps aux deux oreilles, il n'est pas possible de discerner d'où il vient et encore moins sa direction

En conséquence **si on entend un bateau naviguer au-dessus de soi, il n'est pas possible d'estimer où il se trouve et encore moins sa direction.**

Seul le regard peut nous informer de ce qui navigue au-dessus!

RECAPITULATION

