

Formation N2

Physique : Dalton, Appareil ventilatoire, circulatoire échanges gazeux

- Formation Niveau 2
- Durée : 60 minutes

Pourquoi ?

- Pour comprendre ce qui se passe
- Pour savoir ce qu'il faut anticiper ou prévoir
- Pour prendre du recul par rapport au N1 "tout était trop beau"

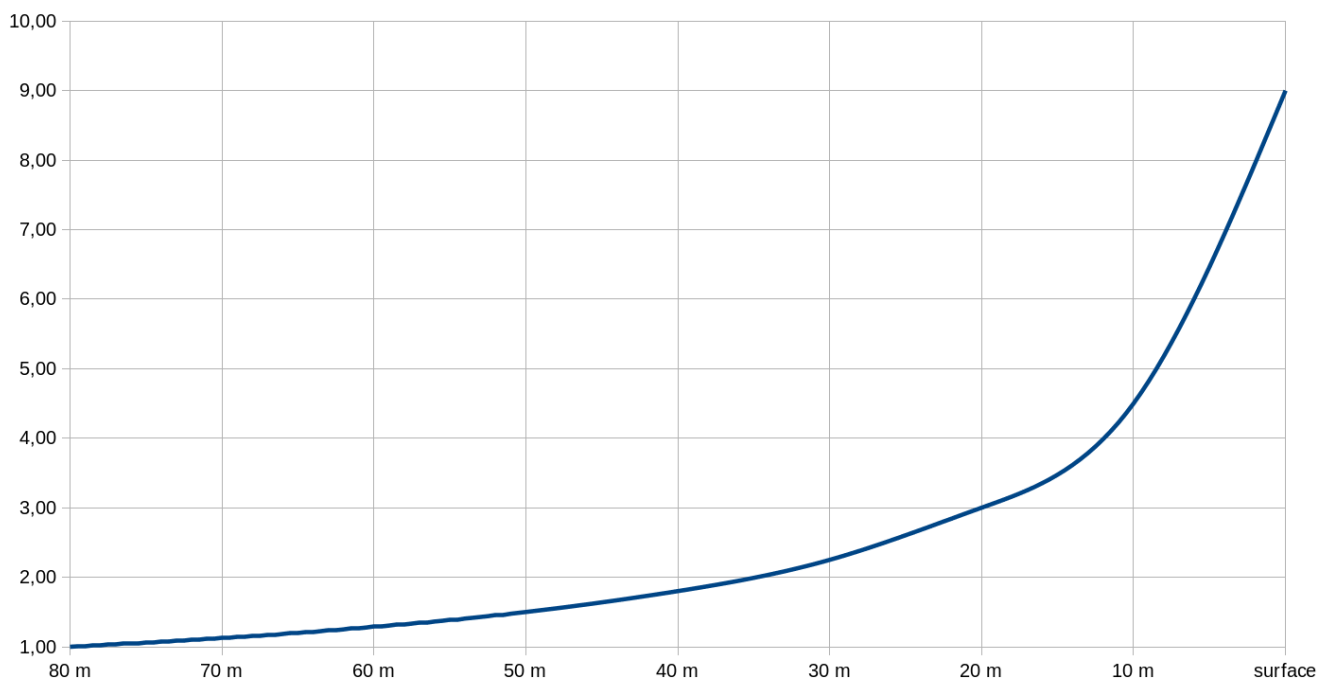


Prérequis

- Mariotte ($P_1V_1 = P_2V_2$)
- Ballon gonflé avec 1l d'air à 40m → quel volume en surface ?
- → 5l en surface (5bar à 40m, 1bar en surface)

Prérequis

Évolution du volume par rapport à la profondeur



Dalton





“La pression totale d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions partielles des gaz constituant ce mélange”

Expérience de Berthollet

- Soit deux bouteilles pleines
- de 100% d'O₂ pour l'une et 100% de N₂ pour l'autre
- La pression est de 1bar dans chaque bouteille.

Expérience de Berthollet

- On relie les deux bouteilles
- On ouvre les robinets on patiente ...
- On analyse ensuite le mélange
 - → 1 bar de pression dans chaque bouteille
 - → 50% d'O₂ et 50% de N₂ !
 - → pression partielle d'O₂ est de 0,5 bar
 - → celle de N₂ aussi
 - ouf ! $0,5 + 0,5 = 1$!

Dalton

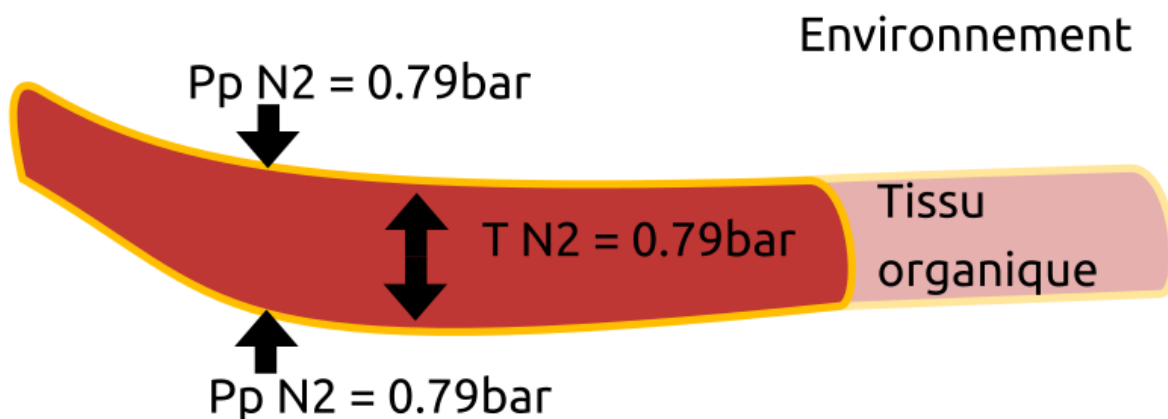
- Quelle est la composition de l'air ?
 - 80% d'azote et 20% d'oxygène
- Quelle est donc la pression partielle de l'azote dans l'air ?
 - $ppn_2 = 0.8$
- On descend à 20m, quelle est la pression absolue ?
 - $P_{abs} = 3bar$
- Quelle est la pression partielle de l'azote qu'on respire à 20m (ppn_2) ?
 - $PpN_2 = P_{abs} * (PPn_2 \text{ du mélange}) = 0.8 * 3 = 2.4bar$
- Je plonge à l'air et la ppo₂ est de 1,6 bar, à quelle profondeur je suis ?
 - $P_{abs} = 1.6 / 0.21 = 7,6bar \rightarrow$ soit 66 mètres
- 80% d'azote et 20% d'oxygène (ou 79 / 21)
- $ppn_2 = 0.8$
- $P_{abs} = 3bar$ à 20m
- $PpN_2 = P_{abs} * (PPn_2 \text{ du mélange}) = 0.8 * 3 = 2.4bar$
- $P_{abs} = 1.6 / 0.21 = 7,6bar \rightarrow$ soit 66 mètres

Henry

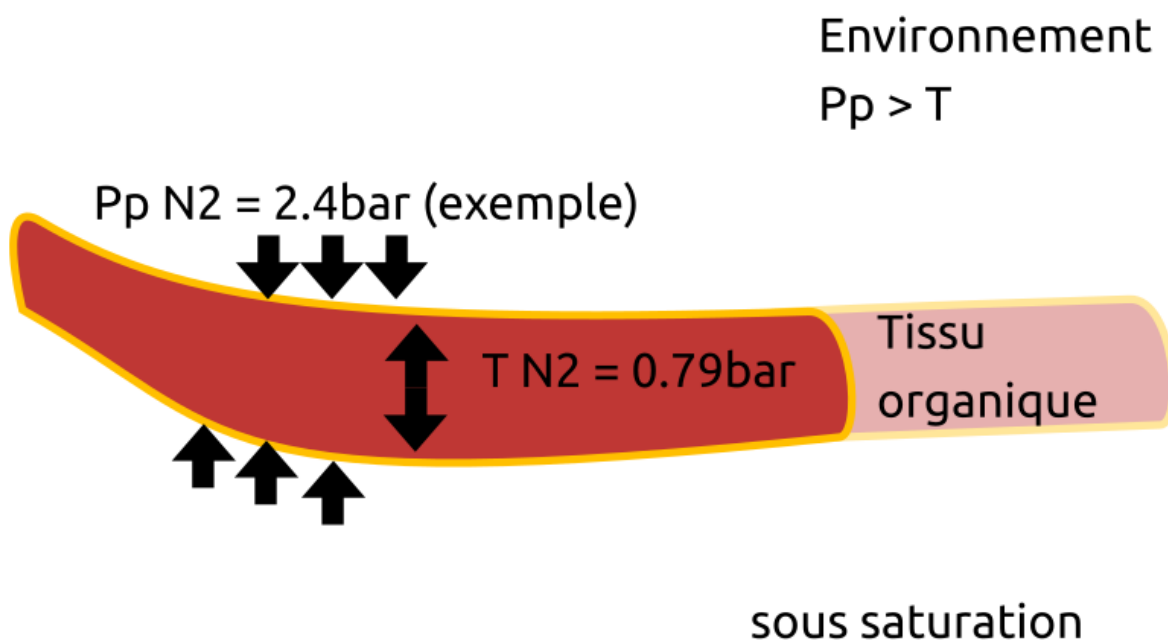


“À pression constante et à saturation, la quantité de gaz dissoute dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz sur le liquide”

Cette pression est appelée Tension

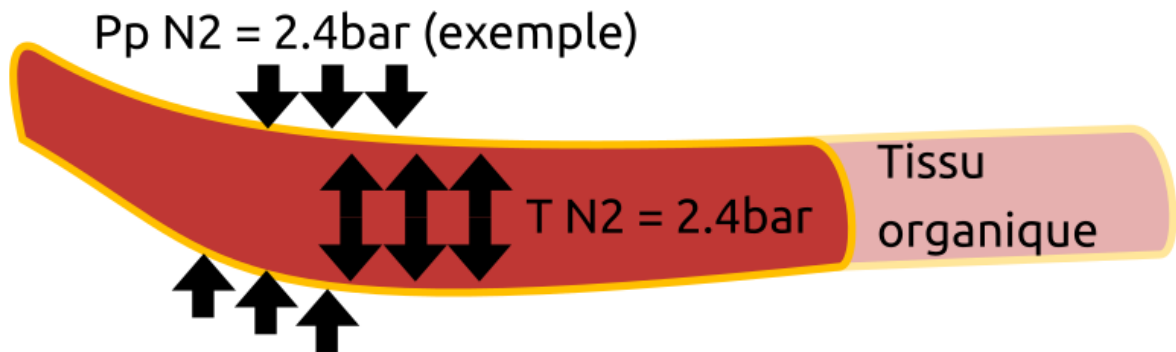


Lors de la descente



Au bout d'un certain temps à profondeur constante

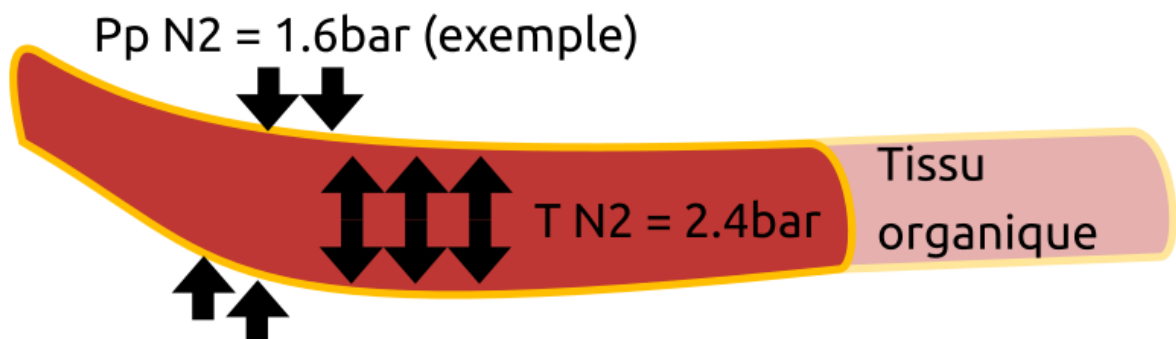
Environnement

 $P_p > T$ 

saturation

Lors de la remontée

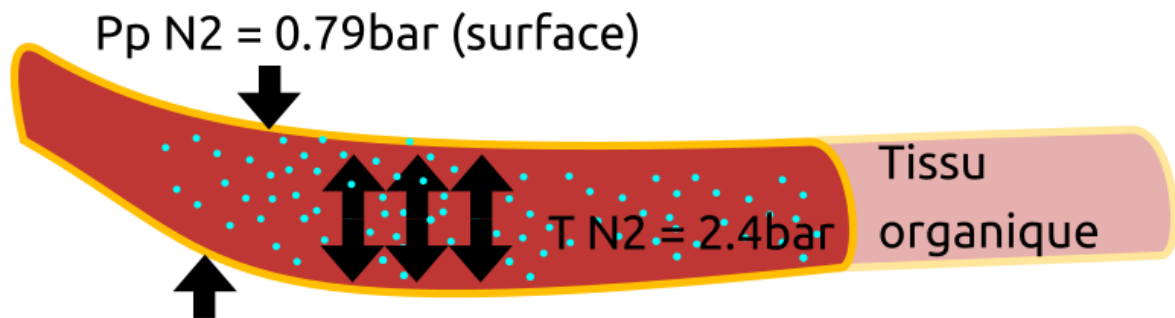
Environnement

 $P_p < T$ 

sur saturation

Lors d'une remontée trop rapide

Environnement
 $P_p \ll T$



sur saturation critique

C'est la sur-saturation critique : le gaz dissous repasse sous forme gazeuse et passe par où il peut !

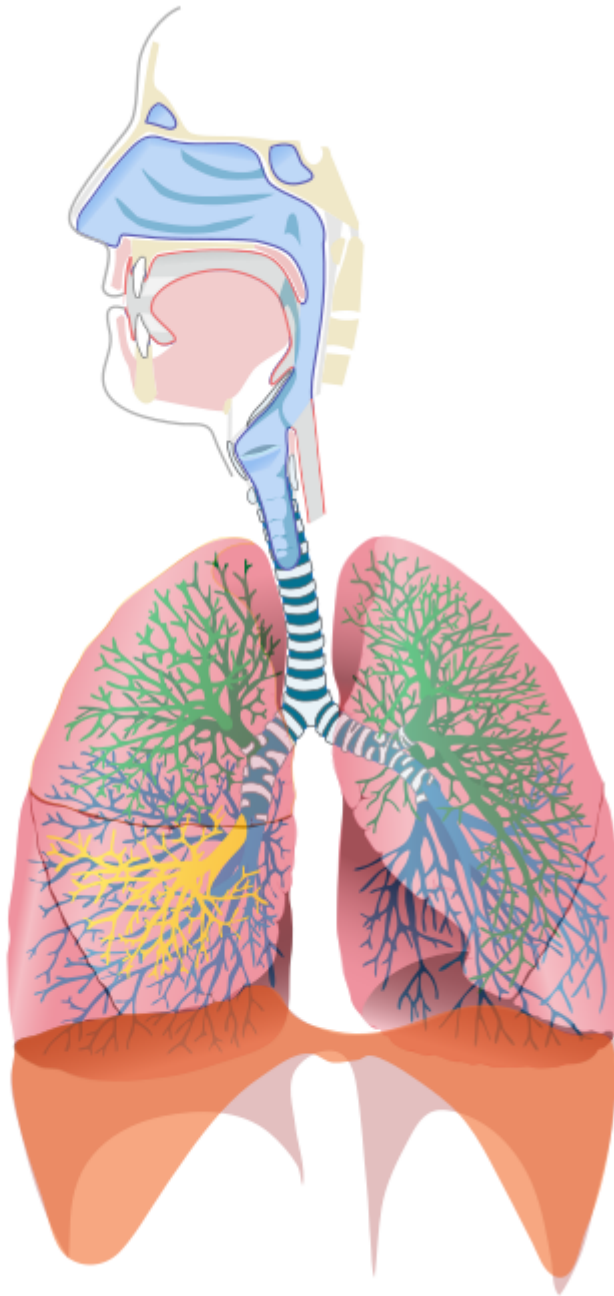
Résumé

- état stable : saturation
- sous-saturation : lors de la descente
- sur-saturation : quand on monte
- le délais de saturation dépend de différents facteurs
 - nature du gaz (azote)
 - nature du liquide/tissu (corps)
 - température
 - pression / tension (profondeur)
 - surface de contact (vascularisation)
 - agitation (effort)

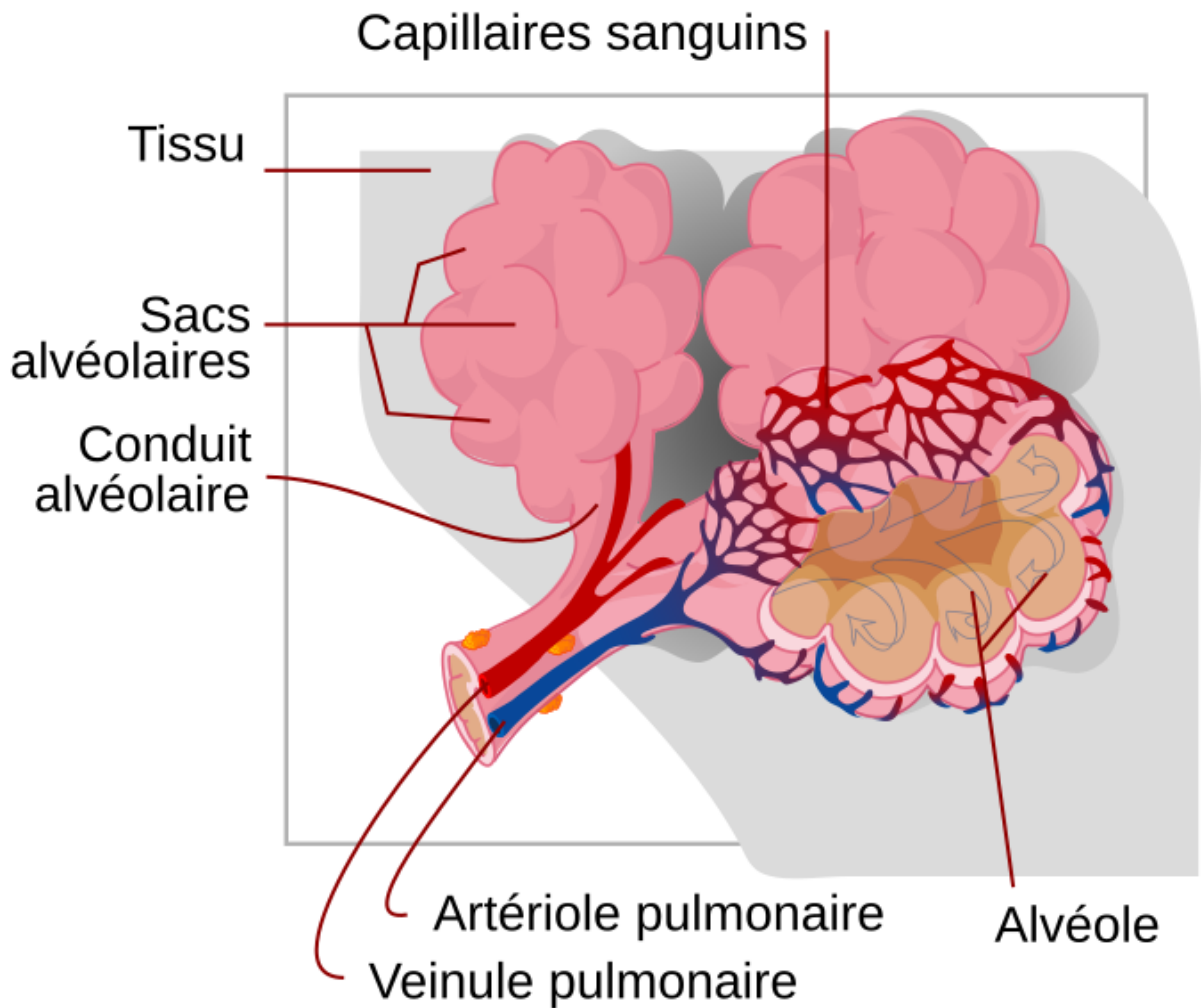
Appareil ventilatoire

- Permet d'aller capturer l'oxygène de l'air (O₂)
- Et de relâcher les déchets (CO₂)
- C'est là que se réalisent les échanges gazeux (sauf add)
- D'un côté du gaz (l'air) et de l'autre un liquide (sang)
- C'est le seul endroit où un gaz peut se dissoudre dans le sang pour entrer dans notre corps

Vue Globale



Détail des alvéoles pulmonaires



Appareil circulatoire

- La source de vie (oxygène)
- Un liquide comme support de transport (le sang)
- Un réseau pour le diffuser "des tuyaux" (artères, veines)
- Une pompe (le cœur)
- Des capteurs (en particulier de CO₂ au niveau de la carotide)

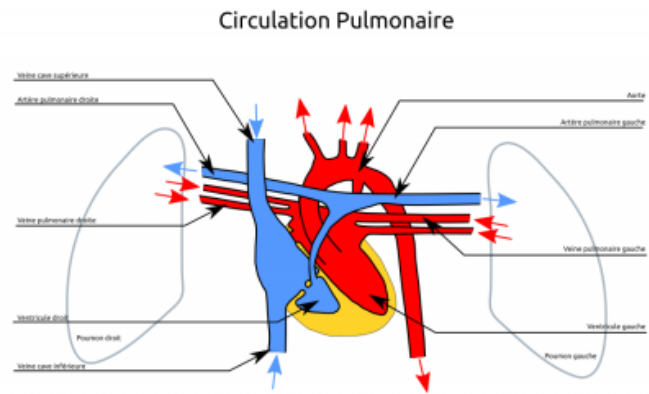
La grande circulation

- C'est le grand réseau
- Le sang s'enrichit en oxygène au niveau des poumons
- Il est ensuite envoyé dans tout le corps via les artères
- Les cellules captent l'O₂ et rejettent du CO₂
- Le sang pauvre en O₂ est ramené au cœur via les veines

La petite circulation

- C'est uniquement la partie Cœur ↔ Poumons

- Amène par l'artère pulmonaire le sang veineux (pauvre en O₂)
- Au contact des alvéoles pulmonaires il se réoxygène totalement
- Puis il retourne au cœur par les veines pulmonaires
- Et il est ensuite "distribué" au reste du corps (grande circulation)
- Aide mémoire:
 - Artères: du cœur vers autre organe
 - Veines: vers le cœur



Narcose

- Lié à l'azote
- Communément admis à partir de 30m
- Moins pour certaines personnes / certaines situations
- Ralentissement de l'influx nerveux
- Baisse des capacités mentales & cognitives

Facteurs favorisant la narcose

- Profondeur
- Froid, visibilité
- Vitesse de descente
- Position durant la descente
- Fatigue
- Condition physique
- Habitude
- Médicaments
- Efforts

Narcose : quel ressenti

- Manque d'attention / de concentration
- Raisonnement altéré
- La mémoire immédiate (vérification du mano toutes les 20 secondes)
- Effet tunnel, trouble de la vision
- Amplification des sensations (euphorie, angoisse)

Narcose : conduite à tenir

- Assistance
- Remonter, quelques mètres suffisent

Toxicité des gaz

- $0.17 < PPO_2 < 1.6$ bar (66 m)
- $PPN_2 < 5.4$ bar (à 60m)

- CO2 : danger dès que le taux augmente trop

Hyperoxie

- Par effet Lorrain Smith : l'oxygène entre 0,5b et 1b pendant longtemps
- Par effet Paul Bert: trop d'oxygène
- Oxygène pur toxique en dessous de 6m (ppO2 > 1.6 bar)
- Ou 65m de profondeur pour une plongée à l'air
- Symptômes:
 - Lorrain Smith: gêne respiratoire, face rose, brûlures alvéoles
 - Paul Bert: tremblements musculaires, convulsions, nausées, vertiges, troubles sensoriels
- Conduite à Tenir: remonter
- Prévention: :)

Hypercapnie

- Trop de CO2 (soit au cours d'un essoufflement, soit air de la bouteille)
- Seuil toxique à partir d'une pression partielle de 0,02bar !
 - 0,02b accélération du rythme respiratoire
 - à 0,04b maux de tête, anxiété
 - 0,06b difficultés respiratoires, agitation
 - 0,07b vertiges, vomissements, panique, syncope
 - > 0,07b ... décès
- Conduite à tenir : être à l'écoute de soi
- Prévention : exercices d'expiration, condition physique

Hypoxie

- Manque d'oxygène
- Premier touché: le système nerveux (fonctions vitales)
- Puis nécrose des tissus
- Le seuil toxique est de 0,16b
- Symptômes : nausées, vertiges, sensation d'étouffement, arrêt cardio-respiratoire.
- Souvent il n'y a pas de signes précurseurs → syncope → noyade
- Conduite à tenir : réanimation, oxygène, évacuation

Monoxyde de carbone

- Mécanisme : il se dissout dans le sang et se fixe sur l'hémoglobine de manière quasi irréversible, l'empêchant ainsi de transporter l'O2
- La cause est souvent liée à une mauvaise filtration (ou combustion incomplète proche de l'entrée d'air, ex cigarette) lors du gonflage des blocs
- Seuil toxique : 0,0003bar !
- Symptômes : nausées, mal de tête, syncope, décès
- Conduite à tenir : mettre sous oxygène et évacuation
- Prévention : Compresseur, filtre, entrée d'air propre, pas de bbq à côté !

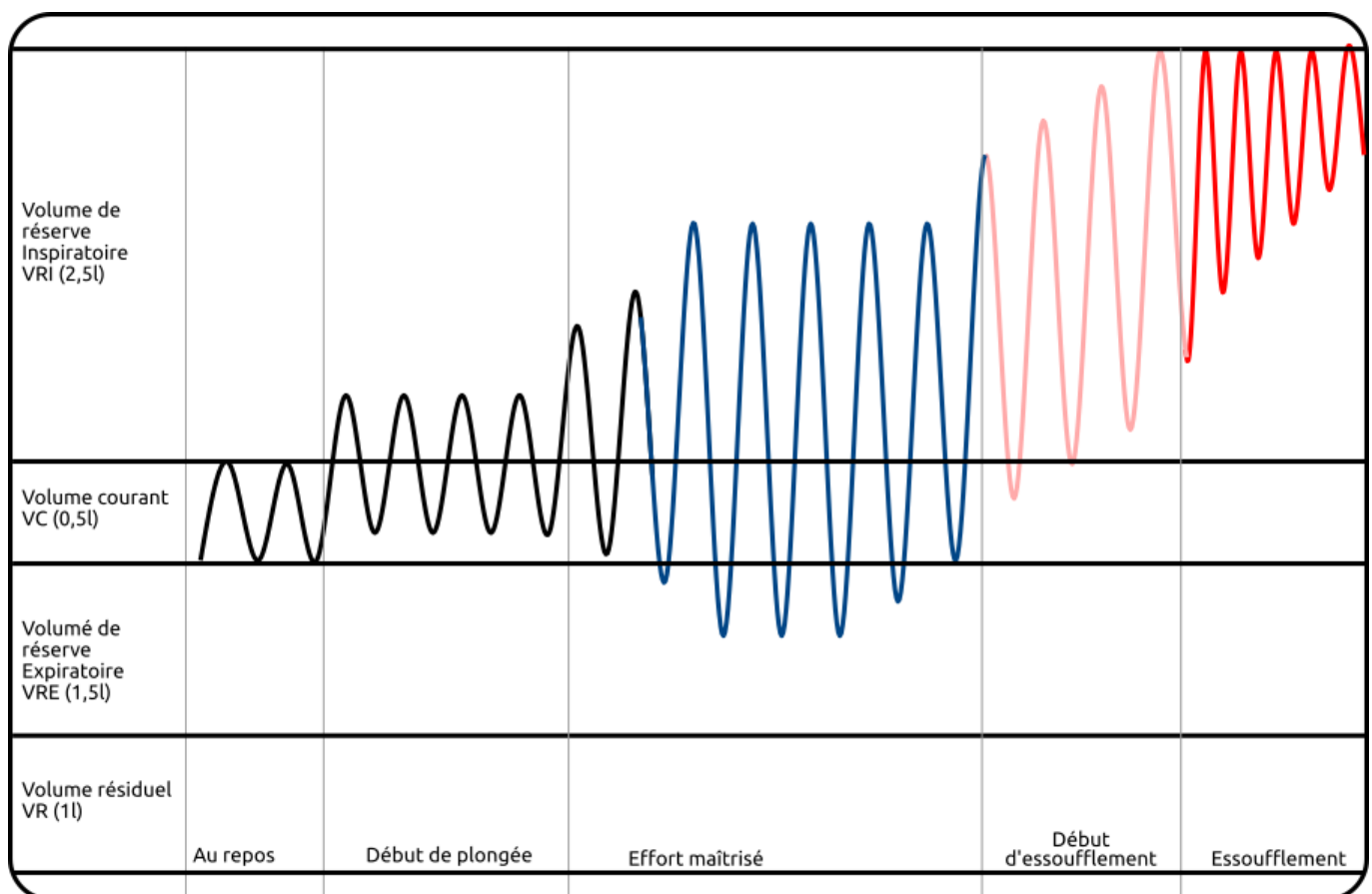
Essoufflement

- Lié à une mauvaise évacuation du CO₂
- Effort
- Aisance technique
- Stress
- Froid
- Matériel

Mécanisme de l'essoufflement

- Réflexe inspiratoire
- Alors qu'il faut au contraire expirer le plus possible
- Augmentation de la fréquence d'inspiration
- Augmentation du taux
- Boucle infernale

Mécanisme de l'essoufflement



Essoufflement - Prévention

- Ne pas s'immerger si on est déjà en manque d'air
- Pas d'effort en profondeur
- Bon équilibrage, bon lestage
- Suivre sa consommation
- Forme physique

Essoufflement - Conduite à tenir

- Cesser tout effort
- Informer ses coéquipiers → Quel est le signe ?
- Pour "aider" un coéquipier essoufflé : regarde moi, respire à mon rythme + signes
- Remonter, vérifier son mano
- Augmenter les paliers s'il y en avait
- Attention au risque de panique
- Risque de panne d'air

Apnées

- Risques barotromatiques
- Risques liés au milieu (accidents de chasse, filets etc.)
- Ne jamais faire d'apnée seul
- Pas d'apnée après la plongée bouteille
- Risque de perte de connaissance vers les 6-7m
- L'hyperventilation permet de retarder la demande d'O₂ par le cerveau mais le risque à la remontée d'être en manque d'O₂ est réel (grosse inspiration → noyade, ne rien faire → syncope)
- Attention au lestage

Résumé

- Dalton
- Henry
- Appareil ventilatoire
- Appareil circulatoire
- Narcose
- Toxicité des gaz
- Essoufflement
- Apnées

Source:

<https://formation.ppo2.fr/> - Espace formation ppo2

Lien direct:

<https://formation.ppo2.fr/niveau2/physique>

Dernière mise à jour: **2019/01/21 15:02**

