


## Formation N2

# Physique : Dalton, Appareil ventilatoire, circulatoire échanges gazeux

- Formation Niveau 2
- Durée : 60 minutes

## Pourquoi ?

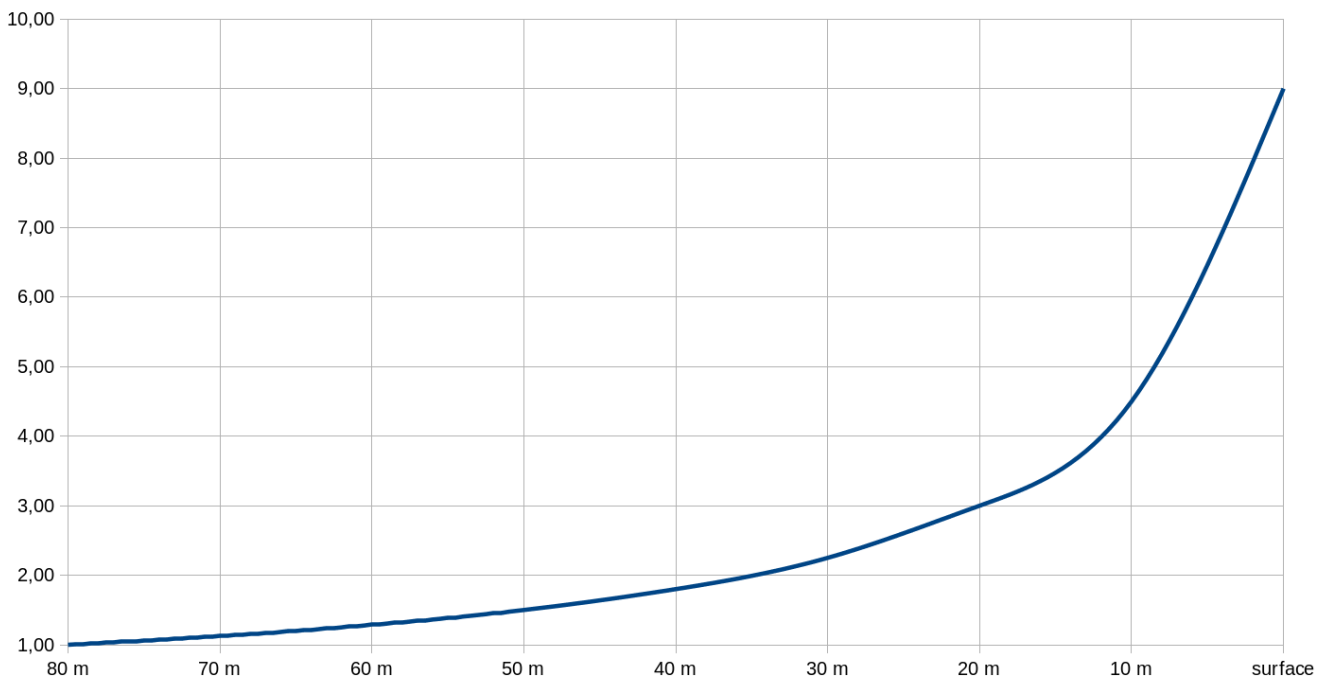
- Pour comprendre ce qui se passe
- Pour savoir ce qu'il faut anticiper ou prévoir
- Pour prendre du recul par rapport au N1 "tout était trop beau" 

## 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'O<sub>2</sub> pour l'une et 100% de N<sub>2</sub> 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'O<sub>2</sub> et 50% de N<sub>2</sub> !
  - → pression partielle d'O<sub>2</sub> est de 0,5 bar
  - → celle de N<sub>2</sub> aussi
  - ouf !  $0,5+0,5 = 1$  !

## Dalton

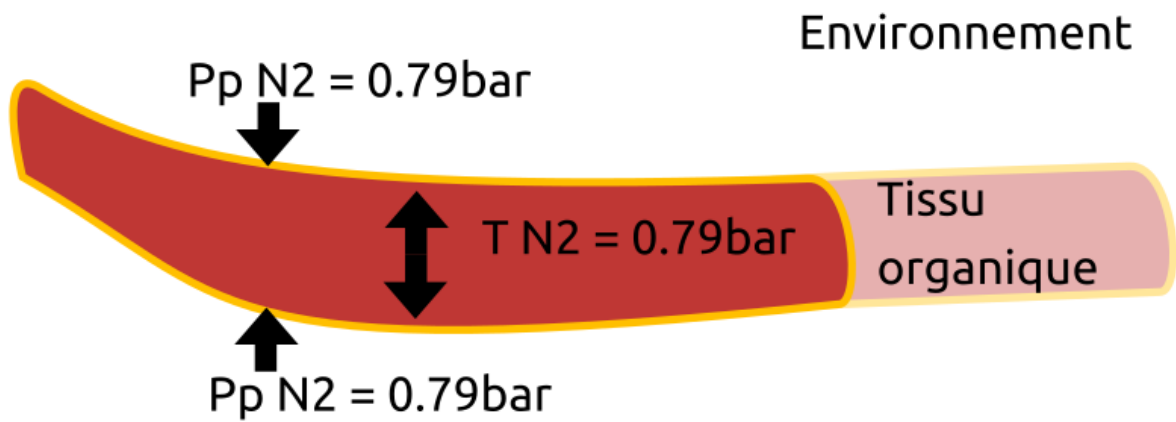
- Quelle est la composition de l'air ?
  - 80% d'azote et 20% d'oxygène
- Quelle est donc la pression partielle de l'azote dans l'air ?
  - $p_{N_2} = 0.8$
- On descend à 20m, quelle est la pression absolue ?
  - $P_{abs} = 3bar$
- Quelle est la pression partielle de l'azote qu'on respire à 20m ( $p_{N_2}$ ) ?
  - $P_{pN_2} = P_{abs} * (P_{N_2} \text{ du mélange}) = 0.8*3 = 2.4bar$
- Je plonge à l'air et la ppo<sub>2</sub> 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)
- $p_{N_2} = 0.8$
- $P_{abs} = 3bar$  à 20m
- $P_{pN_2} = P_{abs} * (P_{N_2} \text{ du mélange}) = 0.8*3 = 2.4bar$
- $P_{abs} = 1.6 / 0.21 = 7,6bar \rightarrow$  soit 66 mètres

## Henry

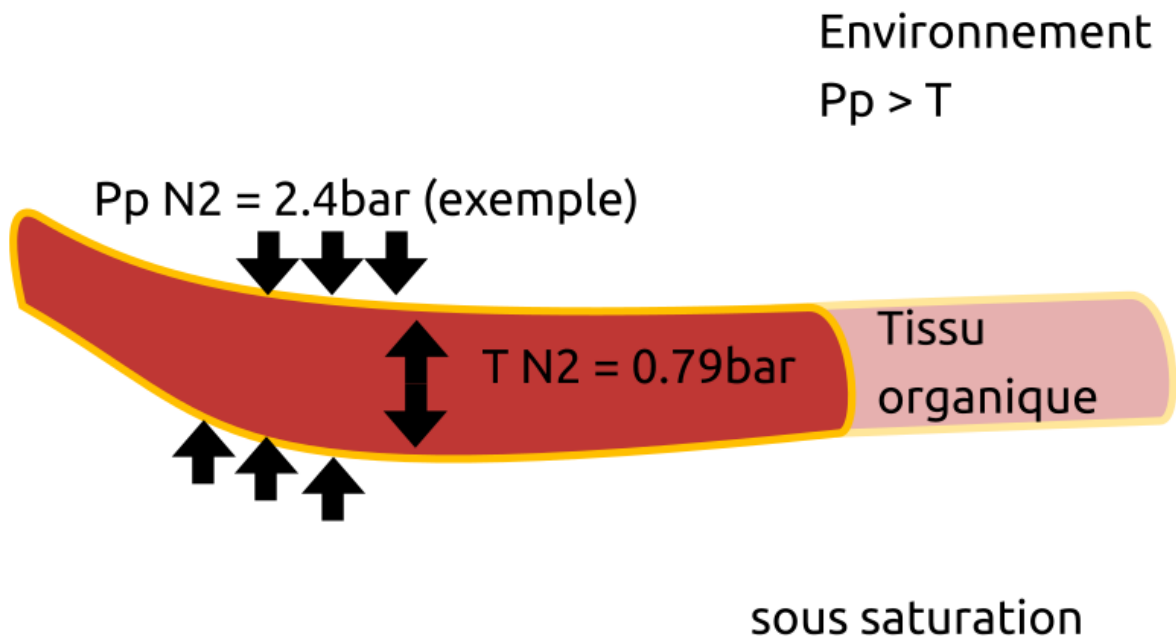


“À pression constante et à saturation, la quantité de gaz dissoute dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz sur le liquide”

Cette pression est appelée Tension

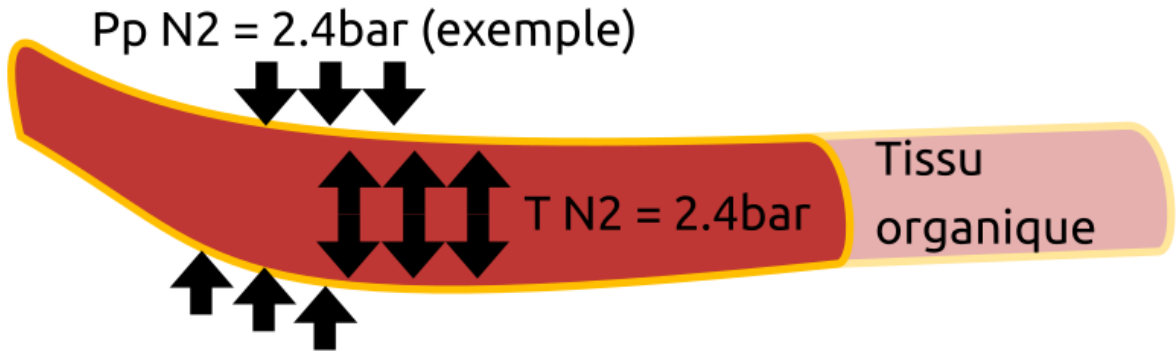


Lors de la descente



Au bout d'un certain temps à profondeur constante

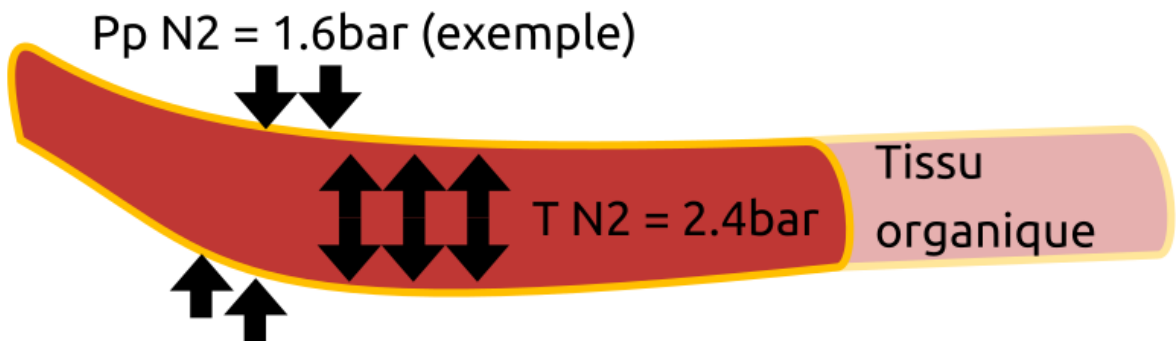
Environnement  
 $P_p > T$



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 ou il peut !

## Résumé

- état stable : saturation
- sous-saturation : lors de la descente
- sur-saturation : quand on monte
- le délais de saturation dépends 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 ( $\text{O}_2$ )
- Et de relâcher les déchets ( $\text{CO}_2$ )
- 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 ou 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 coeur)
- Des capteurs (en particulier de CO<sub>2</sub> au niveau de la carotide)

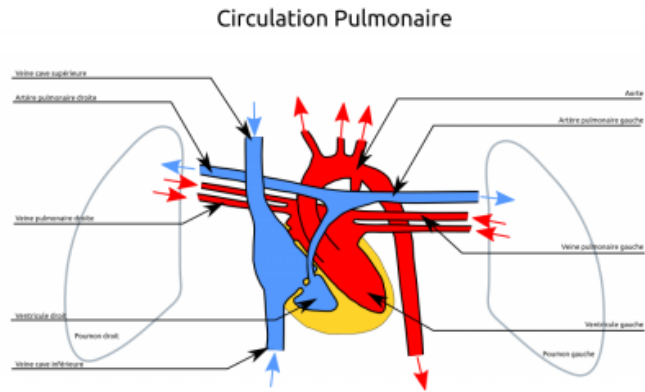
### La grande circulation

- 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'O<sub>2</sub> et rejettent du CO<sub>2</sub>
- Le sang pauvre en O<sub>2</sub> (et riche en CO<sub>2</sub>) est ramené aux poumons via les veines

### La petite circulation

- C'est uniquement la partie Coeur ↔  
Poumons

- Amène par l'artère pulmonaire le sang veineux (pauvre en O<sub>2</sub>)
- 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,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 !

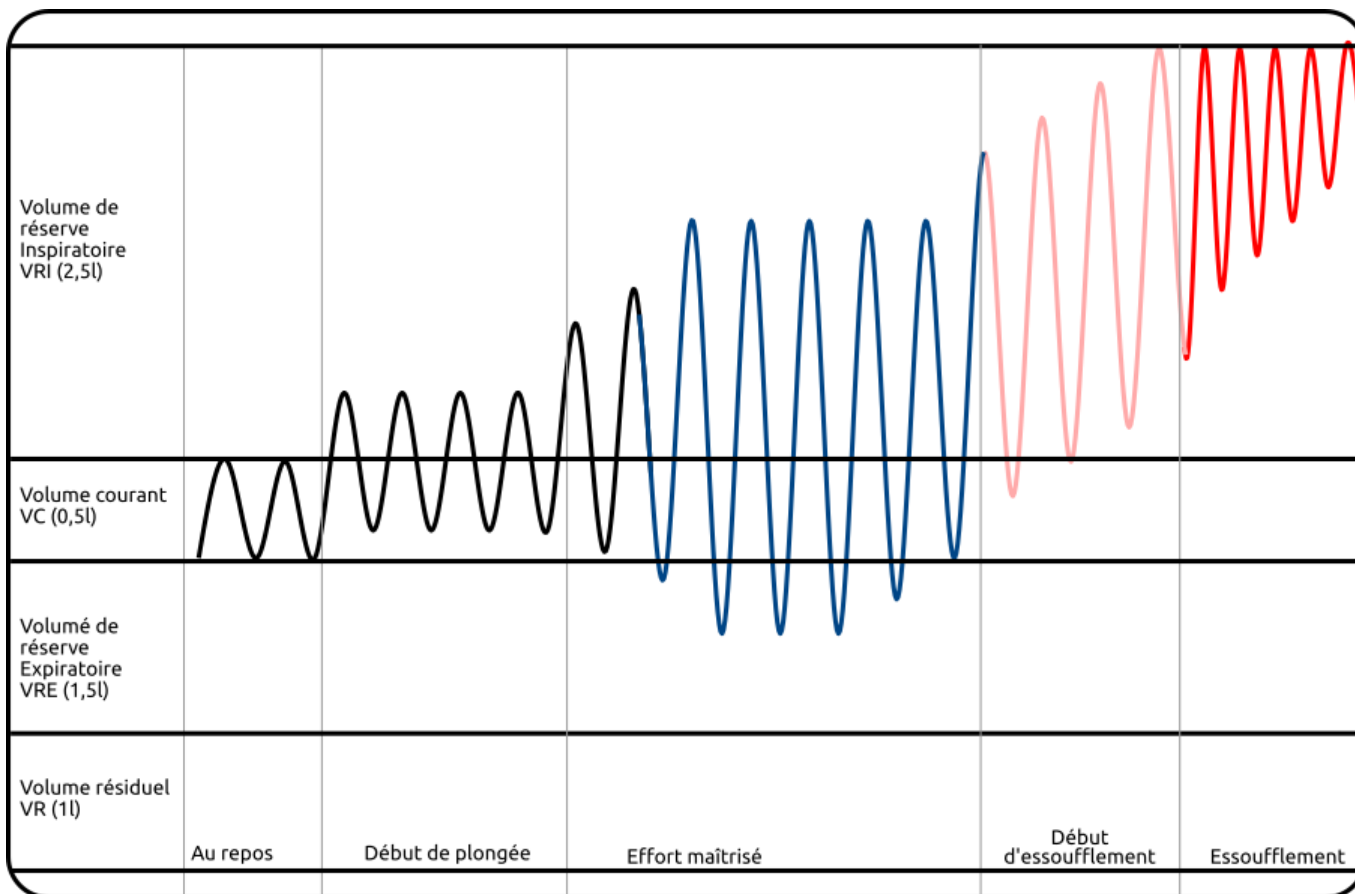
# Essoufflement

- 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 a 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?rev=1548076439>

Dernière mise à jour: **2019/01/21 14:13**

