

SYSTÈME RESPIRATOIRE ET PLONGÉE

FORMATION N4 – GUIDE DE PALANQUÉE

CLUB ODYSSEE PLONGÉE 2018/2019



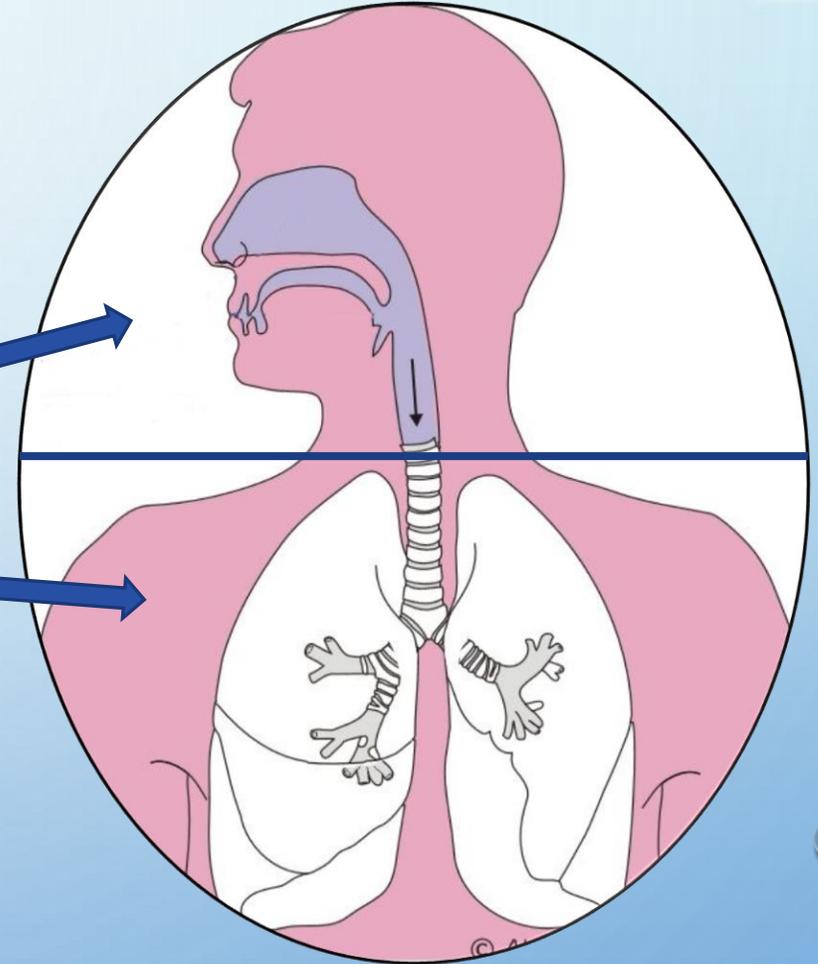
SOMMAIRE DE LA FORMATION – N4 GP

- RÉGLEMENTATION
- PHYSIQUE APPLIQUÉE À LA PLONGÉE
- SYSTÈME NERVEUX ET PLONGÉE
- LES ACCIDENTS TOXIQUES EN PLONGÉE
- SYSTÈME CIRCULATOIRE ET PLONGÉE
- **SYSTÈME RESPIRATOIRE ET PLONGÉE**
- SPHÈRE ORL ET PLONGÉE
- LA DÉSATURATION
- UTILISATION DES TABLES ET ORDINATEURS
- PROCÉDURES PARTICULIÈRES DE DÉCOMPRESSION

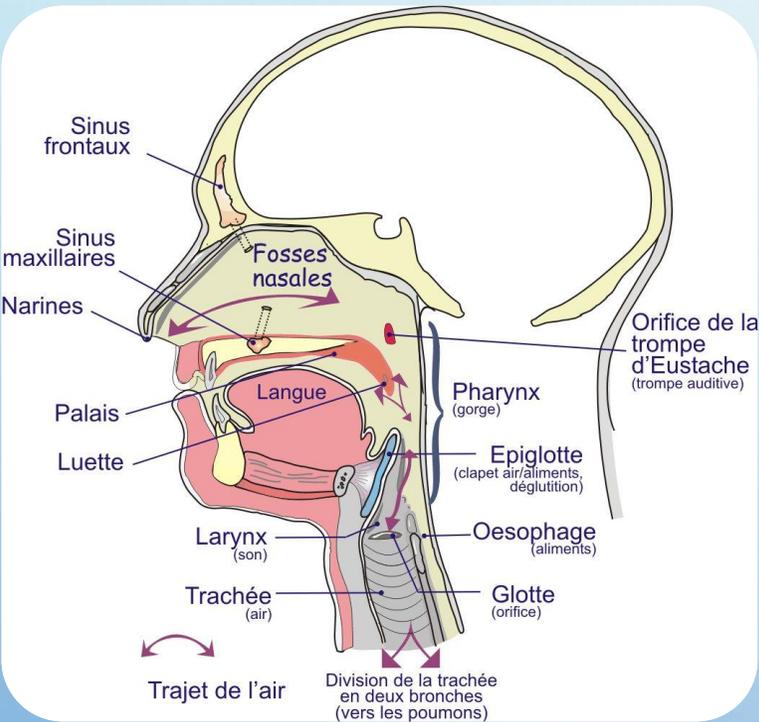


SYSTÈME RESPIRATOIRE ET PLONGÉE

- IL EST COMPOSÉ DES POUMONS ET DES CONDUITS AÉRIENS
- IL PERMET DE FOURNIR DE L'OXYGÈNE À NOTRE ORGANISME, ET D'EN ÉVACUER LE GAZ CARBONIQUE
- IL EST DIVISÉ EN DEUX PARTIES:
 - LES VOIES AÉRIENNES SUPÉRIEURES
 - LES VOIES AÉRIENNES INFÉRIEURES.



LES VOIES AÉRIENNES SUPÉRIEURES



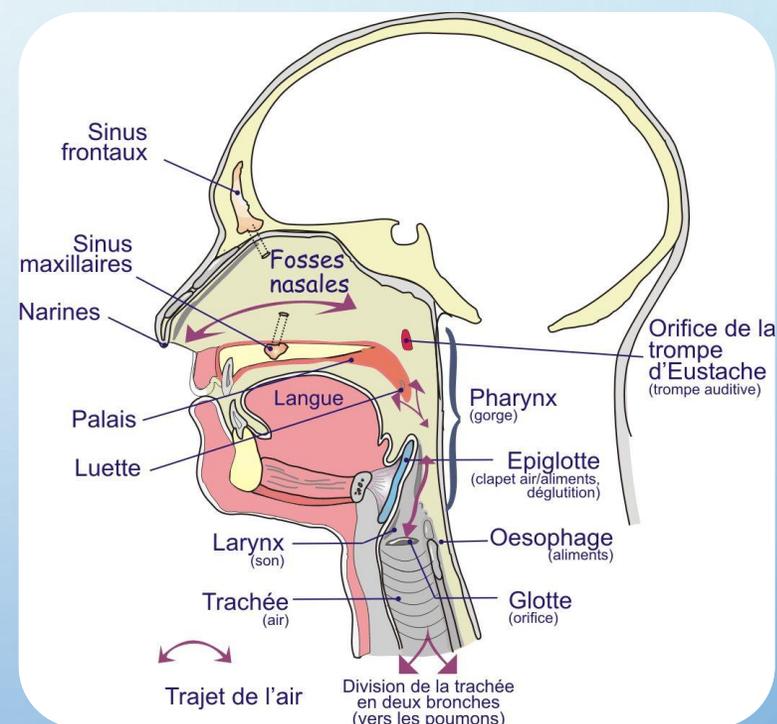
- ELLES SE COMPOSENT :
 - DES FOSSES NASALES
 - DU PHARYNX (GORGES)
 - DU LARYNX (SON)
 - DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DE LA TRACHÉE (AIR)
- ELLES ASSURENT L'ENTRÉE ET LA SORTIE DE L'AIR EXTÉRIEUR VERS ET DEPUIS NOS POUMONS.



LES VOIES AÉRIENNES SUPÉRIEURES

LES FOSSES NASALES

- OUVERTES VERS L'EXTÉRIEUR PAR LES NARINES
- CAVITÉS OSSEUSES TAPISSÉES D'UNE MUQUEUSE
 - PIÈGE LES IMPURETÉS
 - HUMIDIFIE L'AIR INSPIRÉ
 - RÉCHAUFFE L'AIR INSPIRÉ

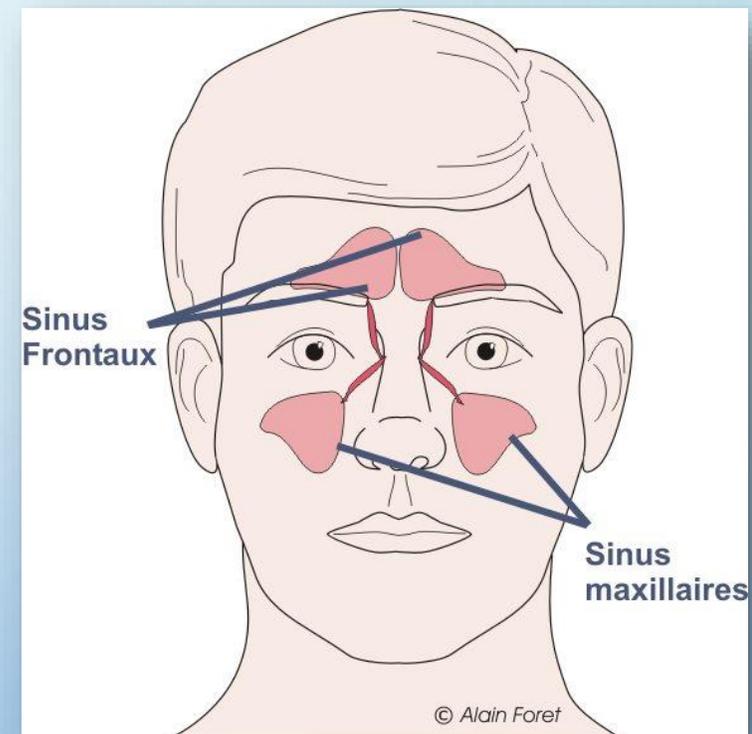


LES VOIES AÉRIENNES SUPÉRIEURES

LES SINUS

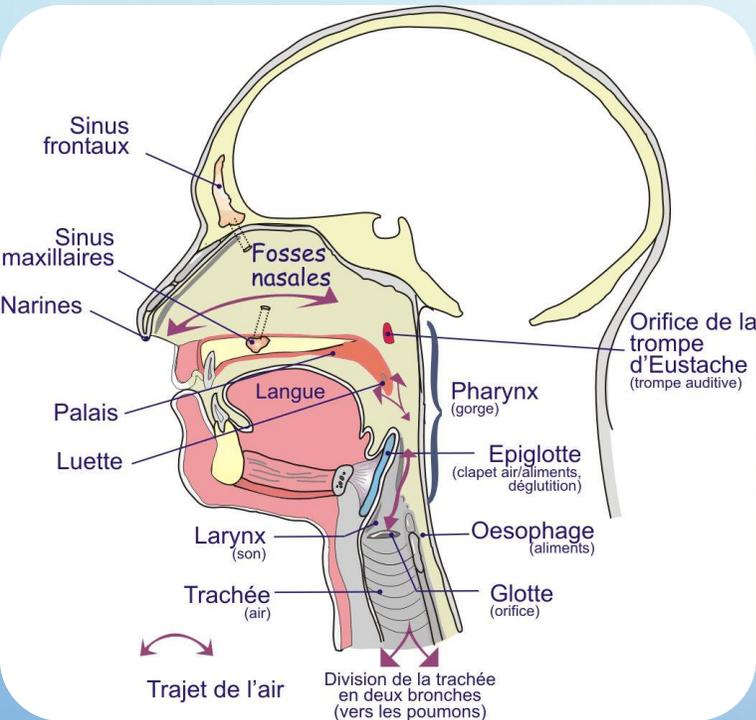
- CAVITÉS D'AIR SUJETS AUX BAROTRAUMATISMES À CAUSE DES CANAUX FINS LES RELIANT AUX FOSSES NASALES
- IL EST FORTEMENT DÉCONSEILLÉ DE PLONGER AVEC UNE SINUSITE
- NE PAS INSISTER EN CAS DE DOULEUR
- A ÉVITER : LES DÉCONGESTIFS LOCAUX
- CONSULTER UN ORL EN CAS DE DOULEUR

- LES SINUS REMPLISSENT PROBABLEMENT PLUSIEURS FONCTIONS :
 - DIMINUTION RELATIVE DU POIDS DE LA PARTIE ANTÉRIEURE DU CRÂNE, EN PARTICULIER DES OS DE LA FACE
 - AMÉLIORATION DU RÉCHAUFFEMENT ET DE L'HUMIDIFICATION DE L'AIR INHALÉ AVANT QU'IL N'ATTEIGNE LES POUMONS
 - AUGMENTATION DE LA RÉSONANCE DE LA VOIX.



LES VOIES AÉRIENNES SUPÉRIEURES

PHARYNX, L'ÉPIGLOTTE, LA TRACHÉE...

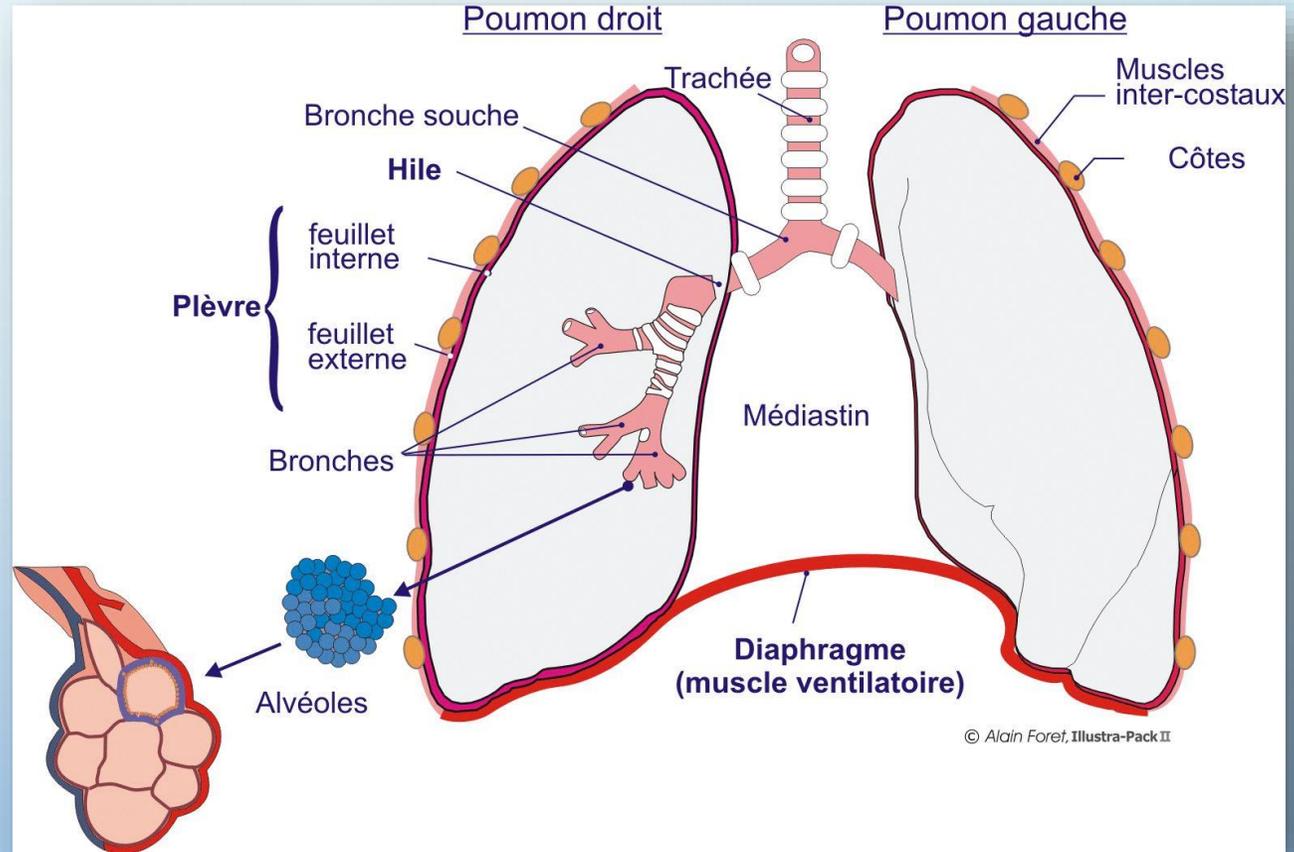


- LA GORGE OU PHARYNX EST UNE PARTIE DE L'ORGANISME ENTRE LA TROMPE D'EUSTACHE ET LE CARREFOUR AÉRO-DIGESTIF (LARYNX & ŒSOPHAGE).
- PAR PANIQUE OU ENTRÉE D'EAU (FOSSE NASALE), UN SPASME REFLEXE PEUT FERMER LA GLOTTE POUVANT ENTRAINER UNE SP À LA REMONTÉ
- LORS DE LA DÉGLUTITION, L'ÉPIGLOTTE SE REFERME EMPÊCHANT LE PASSAGE DES ALIMENTS
- LA TRACHÉE EST UN CONDUIT AÉRIEN PERMETTANT DE RELIER LES BRONCHES AU PHARYNX
- EN PLONGÉE, L'AIR N'EST NI FILTRÉ, NI RÉCHAUFFÉ PAR LES MUQUEUSE NASALE.



LES VOIES AÉRIENNES INFÉRIEURES (INTRATHORACIQUES)

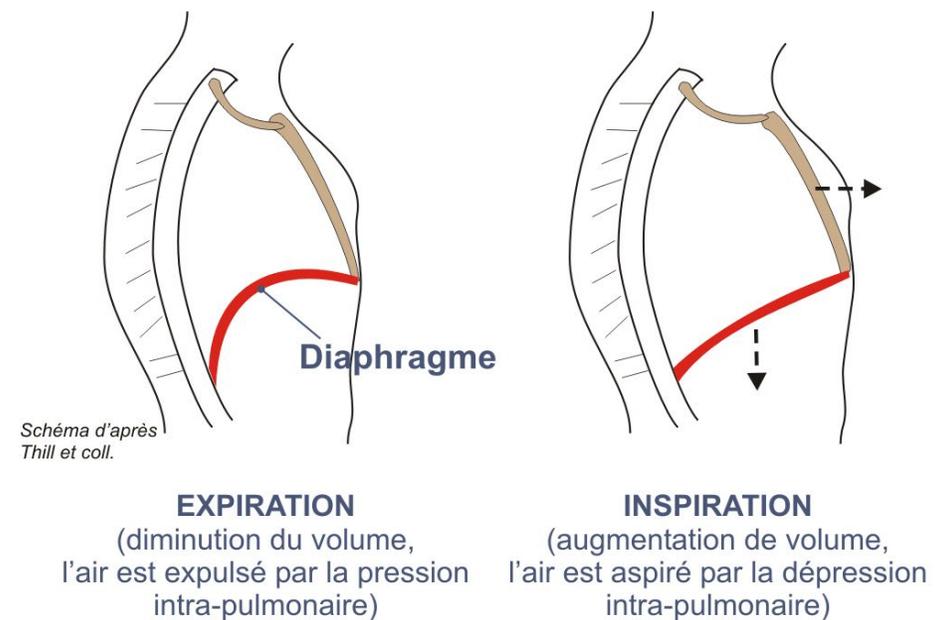
- LE HILE EST UN POINT DE FAIBLESSE AUGMENTANT LES RISQUES DE RUPTURE LORS DE SP
- LES BRONCHES SE RAMIFIE EN BRONCHIOLE



LES VOIES AÉRIENNES INFÉRIEURES

MÉCANIQUE VENTILATOIRE

- EN PLONGÉE, LE TRAVAIL INSPIRATOIRE AUGMENTE ET LES DÉBITS EXPIRATOIRES EST DIMINUÉS
- L'INSPIRATION EST UNE PHASE ACTIVE
- L'EXPIRATION EST:
 - PASSIVE AU REPOS
 - ACTIVE EN CONTRACTANT LES ABDOMINAUX ET LES MUSCLES INTERCOSTAUX INTERNES (PAR EXEMPLE, EN PLONGÉE POUR LUTTER CONTRE LES RÉSISTANCES DU DÉTENDEUR).



© Alain Foret, Illustra-Pac

LA MÉCANIQUE VENTILATOIRE

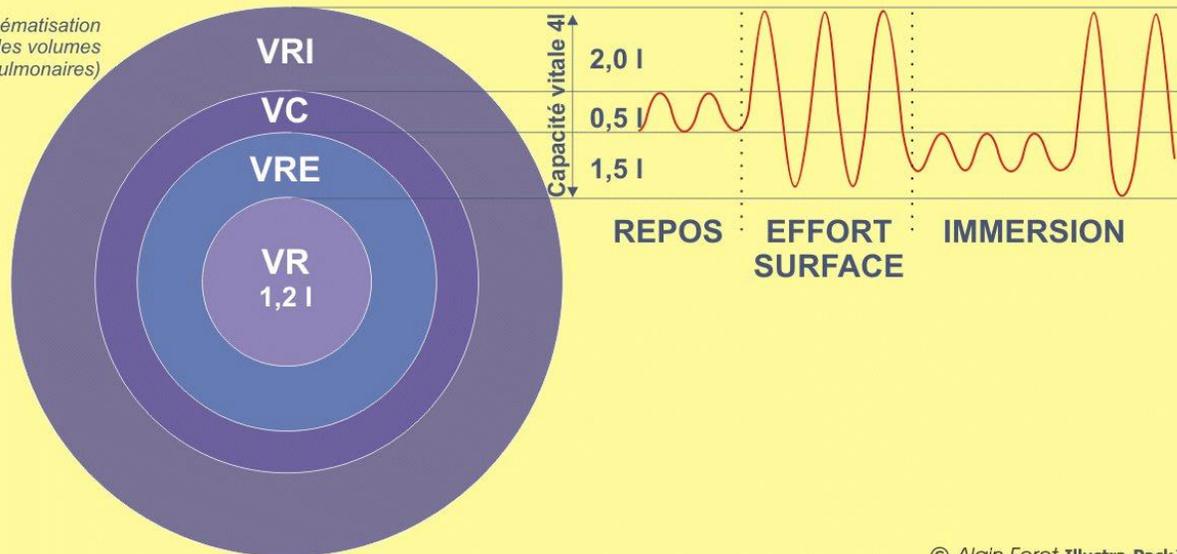
VOLUMES PULMONAIRES

SPIROGRAMME

Enregistrement des mouvements de la cage thoracique

(valeurs indicatives, variables d'un individu à l'autre)

(schématisation
des volumes
pulmonaires)



© Alain Foret, Illustra-Pack II

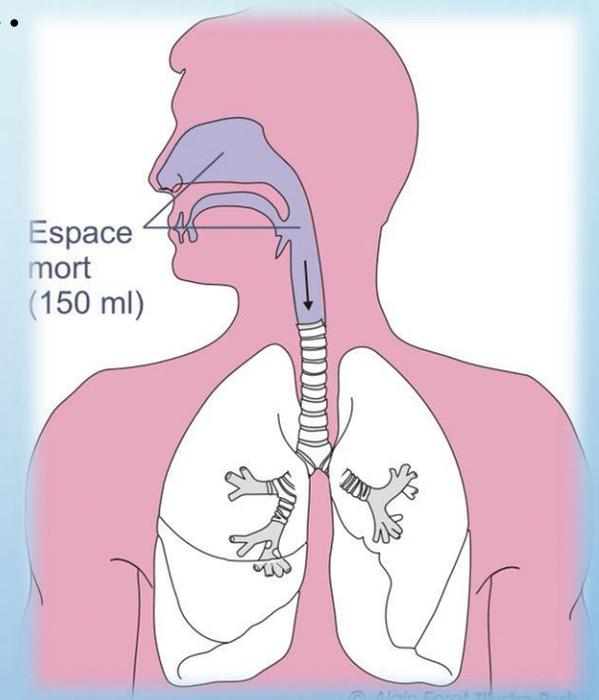
© Alain Foret, Illustra-Pack II

- LA FRÉQUENCE EST DE 15 À 20 CYCLE VENTILATOIRE PAR MINUTE → 7,5 À 10L/MIN
- EN EFFORT, LE DÉBIT PEUT ATTEINDRE 100 À 120L/MIN ET 250 L/MIN POUR DES ATHLÈTES
- VRI : VOLUME DE RÉSERVE INSPIRATOIRE
- VC : VOLUME COURANT
- VRE : VOLUME DE RÉSERVE EXPIRATOIRE
- VR : VOLUME RÉSIDUEL
- CV : CAPACITÉ VITALE (VRI + VC + VRE)
- CT : CAPACITÉ TOTALE (CV + VR)
- VRI & VRE PERMETTENT LE POUMON BALLAST.

LA MÉCANIQUE VENTILATOIRE

VOLUMES PULMONAIRES

- LE VOLUME DE L'ESPACE MORT ANATOMIQUE : NEZ, BOUCHE, PHARYNX, TRACHÉE ...
- EN PLONGÉE NOUS AVONS PU CONSTATER:
 - UNE DIMINUTION DES VOLUMES PULMONAIRES (REDISTRIBUTION SANGUINE VERS LE THORAX)
 - AUGMENTATION DU TRAVAIL DES MUSCLES VENTILATOIRES (ACCENTUÉ PAR LA COMBINAISON)
 - RESISTANCE VENTILATOIRE À CAUSE DU DÉTENDEUR
 - DIMINUTION DE DÉBIT MAXIMAL : LA VISCOSITÉ DE L'AIR FORME DES TURBULENCES
- TOUS CES FACTEURS FAVORISENT L'ESSOUFFLEMENT.

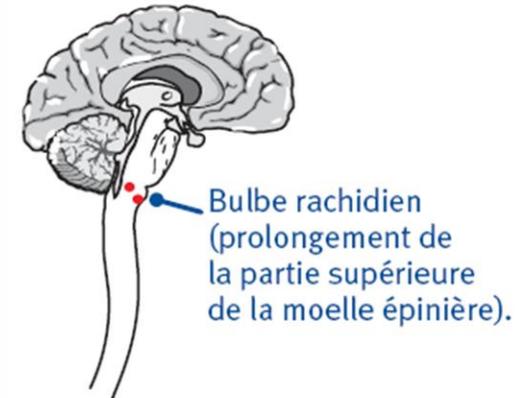


LA MÉCANIQUE VENTILATOIRE

LES CHÉMORÉCEPTEURS

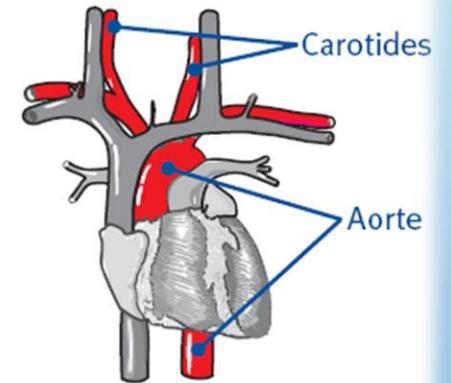
- CHÉMORÉCEPTEUR : RÉCEPTEURS SENSIBLES AUX SUBSTANCES CHIMIQUES
- L'AUGMENTATION DU TAUX DE CO₂ DANS LE SANG ARTÉRIEL ENTRAÎNE UNE RÉGULATION :
 - AUGMENTATION DE LA FRÉQUENCE ET DE L'AMPLITUDE VENTILATOIRE.

TRONC CÉRÉBRAL



Centres inspiratoire et expiratoire. Localisation des chémorécepteurs centraux.

CŒUR



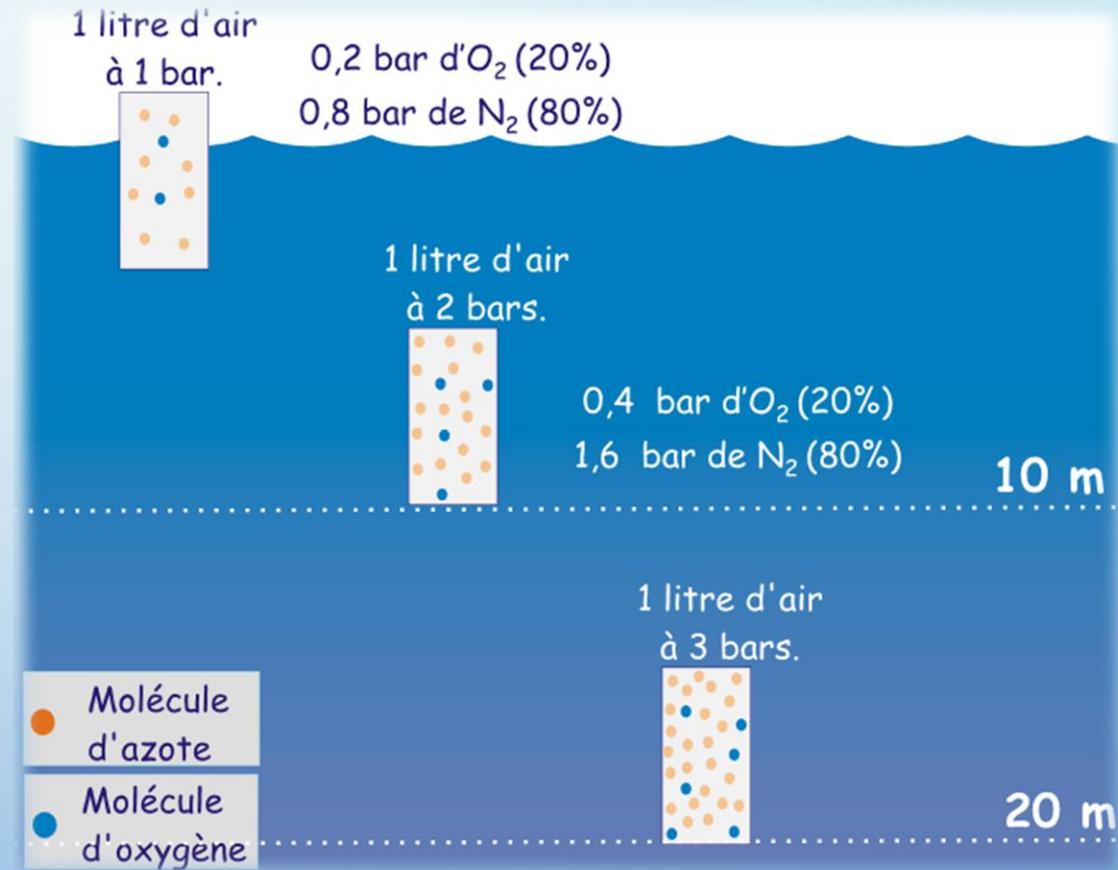
Localisation des chémorécepteurs périphériques.

CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

- L'AUTONOMIE EN AIR EST INVERSEMENT PROPORTIONNELLE À LA PRESSION
- $P * V = C \rightarrow P_{SURF} * V_{SURF} = P_{FOND} * V_{FOND} = C$
- VOUS PLONGEZ AVEC UN BLOC DE 12L GONFLÉ À 200 BAR SUR UNE ÉPAVE À 30M DE PROFONDEUR. SACHANT QUE VOUS CONSOMMEZ 15L/MIN D'AIR EN SURFACE, QUEL EST VOTRE AUTONOMIE EN VOULANT GARDER UNE RÉSERVE DE 50BAR?



Jean-Christophe BONNET SP-MF2

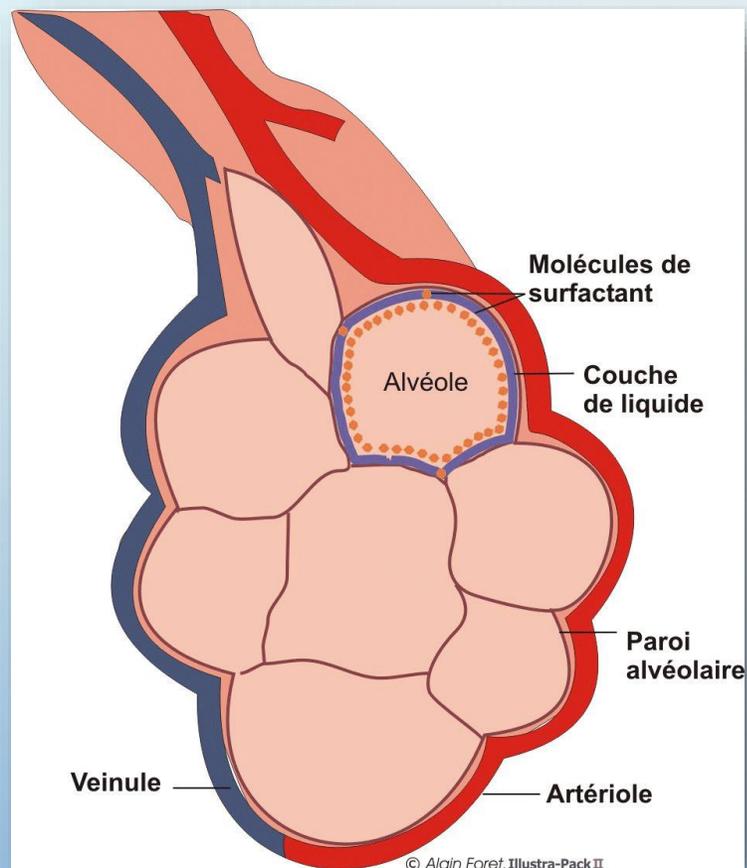


CONSOMMATION D'AIR & AUTONOMIE

- $200 \text{ BAR} - 50 \text{ BAR} = 150 \text{ BAR}$ (PRESSION UTILE)
- $150 \text{ BAR} * 12 \text{ L} = 1800 \text{ L}$ (VOLUME ÉQUIVALENT)
- $P_{\text{SURF}} * V_{\text{SURF}} = P_{\text{FOND}} * V_{\text{FOND}}$
- $1 * 1800 = 4 * V_{\text{fond}} \rightarrow V_{\text{fond}} = 1800 / 4 = 450 \text{ L}$
- $450 \text{ L} / 15 \text{ L/min} = 30 \text{ min}$
- EN TANT QUE GP, VOUS DEVEZ ÊTRE VIGILANT SUR LA CONSOMMATION D'AIR DES PLONGEURS DE VOTRE PALANQUÉE
- VOUS DEVEZ BIEN RAPPELER LES SIGNES DE MI-PRESSION & RÉSERVE
- AVOIR LES NOTIONS DE VARIATION DE CONSOMMATION D'AIR LORS D'EFFORT OU DE STRESS POUR POUVOIR ANTICIPER UN ESSOUFFLEMENT.



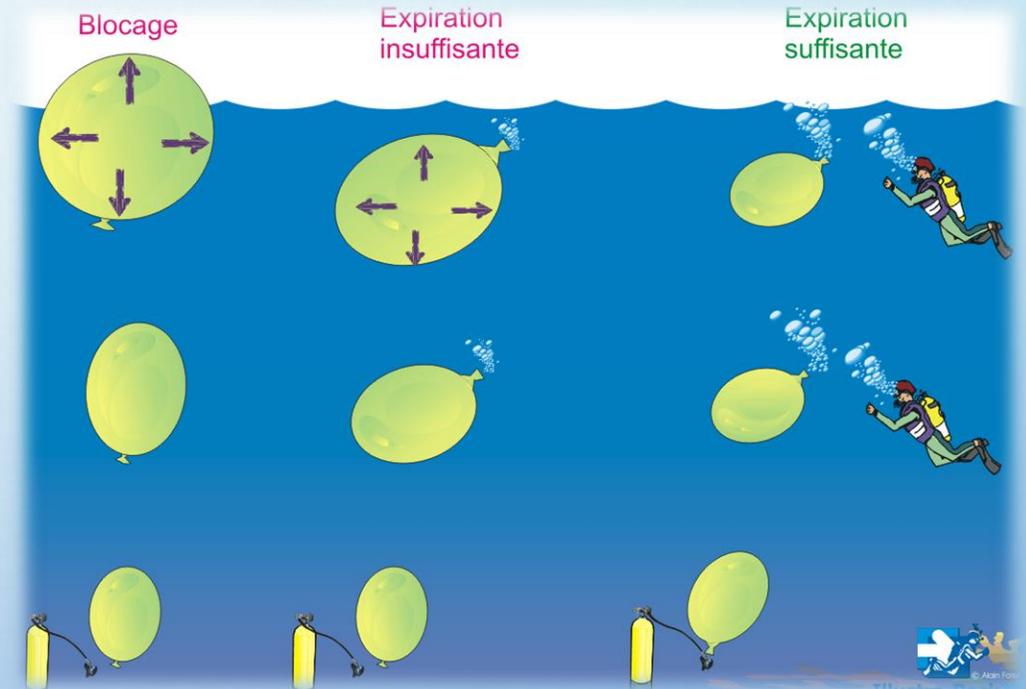
LES ALVÉOLES



- PETIT SAC D'AIR PERMETTANT LES ÉCHANGES GAZEUX (O₂, CO₂ ET N₂)
- LA COUCHE DE LIQUIDE PERMET DE DISSOUDRE CES GAZ.
- LE SURFACTANT SERT DE STRUCTURE POUR MAINTENIR L'ALVÉOLE.
- UNE REMONTÉE DE 90CM PEUT LES ENDOMMAGER
- LES SHUNTS PULMONAIRES PEUVENT LAISSER PASSER DES BULLES LORS DE MISE EN PRESSION DU THORAX. EXEMPLE: VASALVA À LA REMONTÉE.

LES RISQUES DE SURPRESSION PULMONAIRE MÉCANISME

- LORS DE LA REMONTÉE L'AIR SE DILATE
- UNE EXPIRATION INSUFFISANTE AUGMENTE LA PRESSION D'AIR CONTENU DANS LES ALVÉOLES
- CECI PEUT PROVOQUER DES LÉSIONS DE LA BARRIÈRE ALVÉOLO-CAPILLAIRE (POSSIBLE DANS 1 M D'EAU)
- ATTEINTES & CONSÉQUENCES
 - **SIGNES NEUROLOGIQUES PAR EMBOLIE CÉRÉBRALE**
 - SIGNES D'EFFRACTION ALVÉOLAIRE
 - PNEUMOTHORAX
 - EMPHYSÈME
 - SOUS CUTANÉ
 - DU MÉDIASTIN.



LES RISQUES DE SURPRESSION PULMONAIRE

C.A.T.

C'EST LA MÊME PROCÉDURE QUE POUR UN A.D.D.

1. ALERTE LES SECOURS
 - EN MER, LE CROSS (VHF CANAL 16, VHF-ASN CANAL 70 OU TÉLÉPHONE 196)
 - A TERRE, SAMU 15
2. ADMINISTRER DE L'OXYGÈNE À 100% : DÉBIT 15L/MIN
3. CORRIGER LA DÉSHYDRATATION
4. SURVEILLER L'ÉVOLUTION
5. REMPLIR LA FICHE D'ÉVACUATION
6. APRÈS L'ACCIDENT: FAIRE UNE DÉCLARATION D'ACCIDENT GRAVE



LES RISQUES DE SURPRESSION PULMONAIRE CAUSE & PRÉVENTION



1. EXPIRATION INSUFFISANTE

- EFFORTS
- REMONTÉ SANS EMBOUT OU À DEUX POUR UN SEUL DÉTENDEUR
- ESSOUFFLEMENT
- REMONTÉ TROP RAPIDE
- DÉTENDEUR MAL RÉGLÉ (DUR À L'EXPIRATION)

2. BLOCAGE DE L'EXPIRATION

- MANQUE DE MAITRISE (AUTOMATISME)
- PANIQUE, STRESS OU ERREUR DE MANIPULATION DU GILET
- RAISON PHYSIOLOGIQUE (ASTHME...)
- MANŒUVRE DE VALSALVA À LA REMONTÉE



L'ŒDÈME PULMONAIRE D'IMMERSION (O.P.I.)

- ACCUMULATION DE LIQUIDE DANS LES POUMONS
- GÉNÉRALEMENT AU FOND ET S'AGGRAVE À LA REMONTÉE
- SIGNES SIMILAIRES À LA SP MAIS SANS SIGNES NEUROLOGIQUES
- FACTEUR PROBABLEMENT FAVORISANT: EAU FROIDE, EFFORT, STRESS, SATURATION, IMPORTANTE, AGE, INSUFISANCE CARDIAQUE, FACTEUR INDIVIDUEL
- **C.A.T. IDENTIQUE QUE POUR LA SP**



LES RISQUES DE NOYADE

- ASPHYXIE AIGUË AVEC OU SANS INONDATION DES ALVÉOLES PULMONAIRES
- TYPES DE NOYADES:
 - PRIMAIRE: INONDATION DES VOIES AÉRIENNES SANS PERTE DE CONNAISSANCE PRÉALABLE
 - SECONDAIRE: PRÉCÉDÉE D'UNE SYNCOPE.

BIEN MAINTENIR LES VOIES AÉRIENNES HORS DE L'EAU OU LE DÉTENDEUR EN BOUCHE

- CLASSIFICATION DES NOYADES:

- STADE I: AQUASTRESS. PÉNÉTRATION DE L'EAU DANS LES VOIES SUPÉRIEURES
- STADE II: PETIT HYPOXIQUE. INHALATION D'UNE PETITE QUANTITÉ D'EAU → TROUBLES RESPIRATOIRES
- STADE III: GRAND HYPOXIQUE. NOYADE RÉELLE. SUJET PLUS OU MOINS CONSCIENT.
- STADE IV: GRAND ANOXIQUE. ÉTAT CRITIQUE (MORT APPARENTE) RISQUE IMPORTANT D'ARRÊT CARDIAQUE



LES RISQUES DE NOYADE CAUSE & PRÉVENTION

- PANNE D'AIR

- PLANIFIER LA PLONGÉE
- ANTICIPER (EFFORT, ESSOUFFLEMENT, NARCOSE, ...)
- GESTION DU TEMPS (SURVEILLANCE SURTOUT LORS DES PLONGÉE PROFONDES)

- MATÉRIEL

- PROBLÈME DE LESTAGE
- VÉRIFICATION AVANT LA PLONGÉE
- CONTRÔLE PENDANT LA PLONGÉE DE LA BONNE UTILISATION
- MAUVAISE UTILISATION SUR SOI ET/OU SUR UN ÉQUIPIER (ADAPTATION À LA PROFONDEUR)

- PERTE DE PALANQUÉE

- S'ASSURER DE LA BONNE COMPRÉHENSION DES PROCÉDURES
- RESTER PROCHES
- DIMINUER LE NOMBRE DE PLONGEUR EN EAU TROUBLE

- PANIQUE, STRESS

- RASSURER LES PLONGEURS
- CONTRÔLE D'EAU DANS LE MASQUE

- INHALATION D'EAU EN SURFACE

- CONSIGNE GP EN PREMIER À L'EAU
- CONTRÔLE DE L'UTILISATION DU GILET EN SURFACE
- GARDER LE DÉTENDEUR EN BOUCHE

- PRISE DE RISQUE

- FILETS, ÉPAGES, GROTTES...
(DIRECTIVES DP, CONSEILS...)

- APNÉE

- SYNCOPE, SAMBA, SURLESTAGE
(PAS D'HYPERVENTILATION, JAMAIS SEUL, FAIRE PLUSIEURS FOIS UN EXERCICE AVANT DE LE RENDRE PLUS DIFFICILE).



LES RISQUES DE NOYADE C.A.T.

1. PROTÉGER

- MAINTIEN DES VOIES AÉRIENNES HORS DE L'EAU DÈS QUE POSSIBLE

2. ALERTER

- SIGNAL DE DÉTRESSE
- VHF (16), VHF-ASN (70) OU TÉLÉPHONE (15 OU 196)

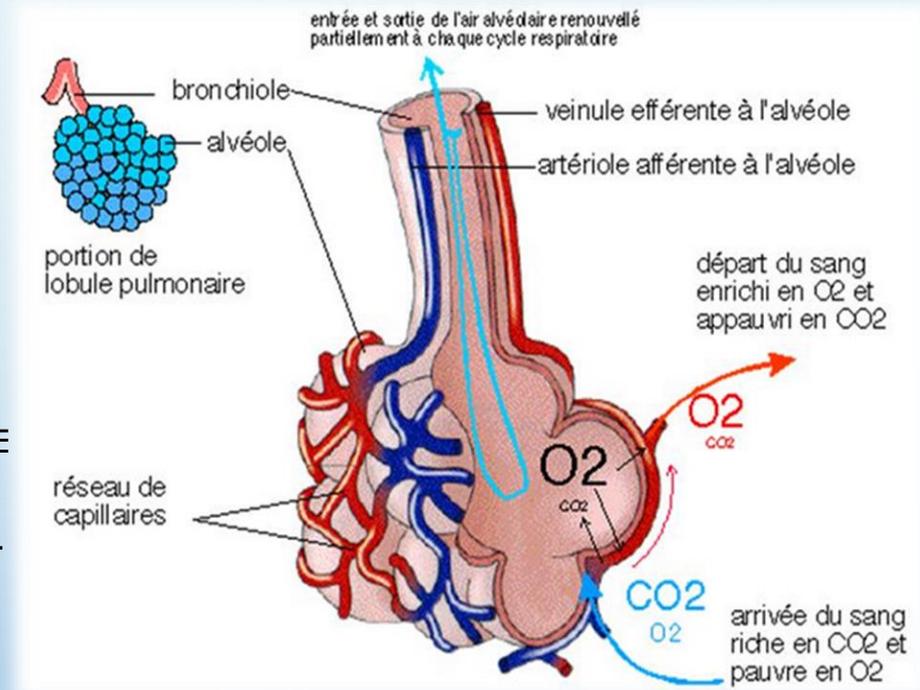
3. SECOURIR

- APPORT EN OXYGÈNE EN INHALATION OU INSUFFLATION
- SI INCONSCIENTE → LVA ET SI BESOIN MCE



LES ÉCHANGES GAZEUX

- **PHASE ALVÉOLAIRE:** LES ÉCHANGES SE FONT PAR DIFFUSION (RAPPORT DE PRESSION)
- L'OXYGÈNE PASSE DES ALVÉOLES VERS LES CAPILLAIRES POUR OXYGÉNER LE SANG
 - SOIT IL RESTE DISSOUT DANS LE PLASMA
 - SOIT IL SE COMBINE À UNE HÉMOGLOBINE (OXYHÉMOGLOBINE)
 - EN SURFACE 98% TRANSPORTÉ COMME CECI, MAIS EN PLONGÉE, L'HÉMOGLOBINE ÉTANT SATURÉ NOUS TROUVONS D'AVANTAGE D'OXYGÈNE DANS LE PLASMA
- A L'INVERSE, LE GAZ CARBONIQUE (PLUS IMPORTANT DANS LE SANG) PASSE DES CAPILLAIRES VERS LES ALVÉOLES POUR ÊTRE ÉVACUÉ LORS DE L'EXPIRATION
 - 87% TRANSPORTÉ SOUS FORME DE BICARBONATES PAR LE PLASMA, 8% PAR L'HÉMOGLOBINE ET 5% DISSOUT DANS LE PLASMA
- L'AZOTE PASSE DES ALVÉOLES VERS LES CAPILLAIRES LORS DE LA DESCENTE ET PENDANT LA PLONGÉE ET FAIT LE CHEMINEMENT INVERSE LORS DE LA REMONTÉE
 - L'AZOTE EST DISSOUT EN TOTALITÉ DANS LE PLASMA



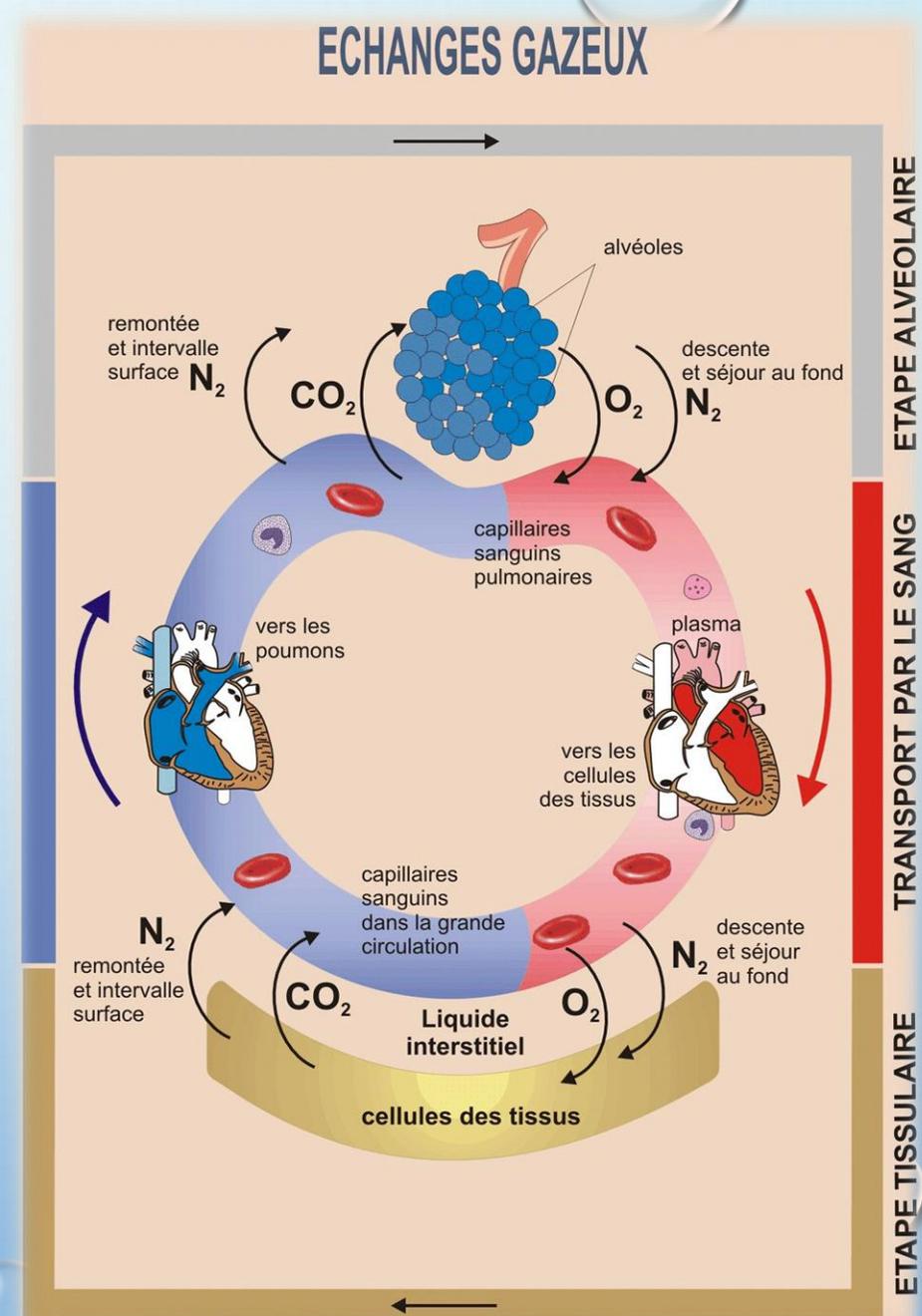
LES ÉCHANGES GAZEUX

- **PHASE CELLULAIRE:**

- LE SANG LIBÈRE LES MOLÉCULES D'OXYGÈNE QUI SE FIXENT SUR LES CELLULES ET EN CONTRE PARTIE, REJETTENT DU GAZ CARBONIQUE
- L'AZOTE PASSE DU SANG VERS LES CELLULES LORS DE LA DESCENTE ET PENDANT LA PLONGÉE ET INVERSEMENT À LA REMONTÉE
- LE MONOXYDE DE CARBONE SE COMBINE SUR LES MÊMES SITES QUE L'OXYGÈNE.



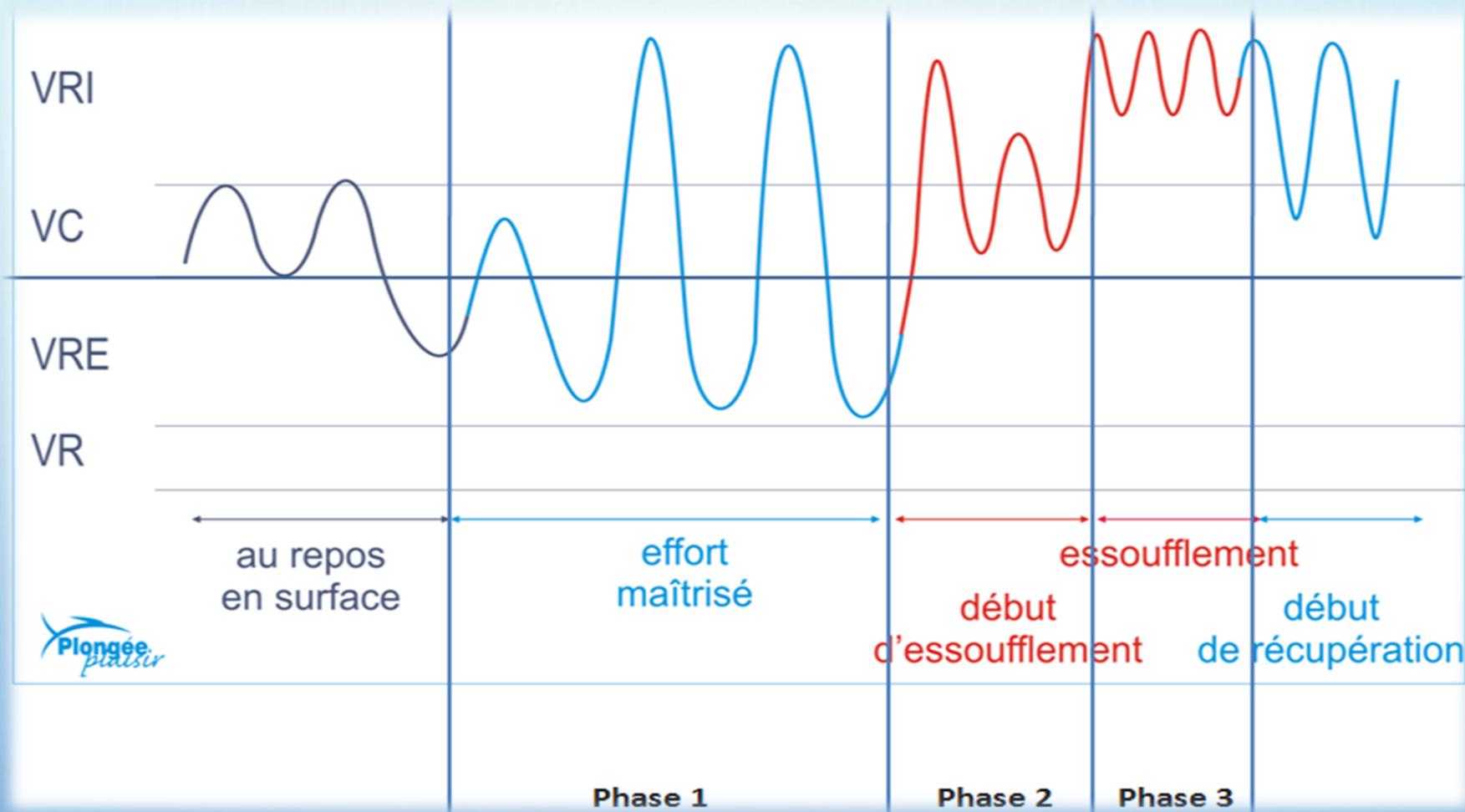
Jean-Christophe BONNET SP-MF2



LES RISQUES D'ESSOUFFLEMENT

- MANIFESTATION VENTILATOIRE D'UNE **INTOXICATION AU CO₂** (HYPERCAPNIE)
 - PRINCIPALEMENT DÛ À UNE ÉLIMINATION INSUFFISANTE
 - ET ÉVENTUELLEMENT À UNE POLLUTION DE L'AIR
- **MÉCANISME**
 1. LORS D'UN EFFORT MAITRISÉ, LA VENTILATION PERMET D'ÉVACUER L'AUGMENTATION DU DIOXYDE DE CARBONE
 2. LA FRÉQUENCE VENTILATOIRE AUGMENTE PROPORTIONNELLEMENT JUSQU'À UNE CERTAINE LIMITE ET NE PERMET PAS UNE GRANDE AMPLITUDE
 3. LA CONCENTRATION DU CO₂ DANS LE SANG AUGMENTE, STIMULANT LES CHÉMORÉCEPTEURS CENTRAUX
 4. LES MÉCANISMES DE RÉGULATION COMMANDENT À L'ORGANISME D'INSPIRER POUR ACCROITRE LA QUANTITÉ EN O₂, AU LIEU D'EXPIRER POUR ÉLIMINER LE CO₂
 5. LA VENTILATION DEVIENT SUPERFICIELLE ET LE PLONGEUR À LE SENTIMENT DE S'ÉTOUFFER.

LES RISQUES D'ESSOUFFLEMENT



LES RISQUES D'ESSOUFFLEMENT CAUSES & FACTEURS FAVORISANTS

- VISCOSITÉ DE L'AIR (1,2G EN SURFACE)
- AUGMENTATION DE L'ESPACE MORT DES VOIES AÉRIENNES
- RÉSISTANCE DU DÉTENDEUR
- EFFORT INADAPTÉ
- PANIQUE, STRESS
- MANQUE DE MAITRISE TECHNIQUE
- DÉTENDEUR MAL RÉGLÉ OU ROBINET MAL OUVERT
- FROID.



LES RISQUES D'ESSOUFFLEMENT PRÉVENTION

- NE PAS PRÉCIPITER UNE MISE À L'EAU / IMMERSION
- S'IL Y A DU COURANT:
 - UTILISER UNE LIGNE DE VIE EN SURFACE
 - UTILISER LES ROCHERS POUR SE PROTÉGER
- ADAPTER LE PALMAGE EN FONCTION DU NIVEAU DE VOTRE PALANQUÉE QUE VOUS GUIDEZ
- CONTRÔLEZ RÉGULIÈREMENT LA CONSOMMATION D'AIR DES PLONGEURS
- VÉRIFIER QU'IL N'Y AIT PAS UNE FRÉQUENCE DE BULLES EXPIRÉES TROP IMPORTANTES.



LES RISQUES D'ESSOUFFLEMENT C.A.T.

1. FAIRE CESSER TOUT EFFORT
 - SI POSSIBLE TROUVER UN POINT D'APPUI SI PLONGÉE <20M
 - AU-DELÀ, REMONTÉE À L'AIDE DES GILETS
2. CALMER LE PLONGEUR
 - FAIRE FORCER SUR L'EXPIRATION
3. METTRE FIN À LA PLONGÉE
 - VÉRIFICATION DE LA CONSOMMATION D'AIR
 - RESPECT DE LA VITESSE DE REMONTÉE
4. AUGMENTER LES TEMPS DE PALIERS



SI MAUX DE TÊTE, VOUS POUVEZ PLACER LE PLONGEUR SOUS O2 ET SI NÉCESSAIRE ENVOYER VERS DES SECOURS MÉDICALISÉS.

DES QUESTIONS?

MERCI



Jean-Christophe BONNET SP-MF2

SOMMAIRE DE LA FORMATION – N4 GP

- RÉGLEMENTATION
- PHYSIQUE APPLIQUÉE À LA PLONGÉE
- SYSTÈME NERVEUX ET PLONGÉE
- LES ACCIDENTS TOXIQUES EN PLONGÉE
- SYSTÈME CIRCULATOIRE ET PLONGÉE
- SYSTÈME RESPIRATOIRE ET PLONGÉE
- **SPHÈRE ORL ET PLONGÉE**
- LA DÉSATURATION
- UTILISATION DES TABLES ET ORDINATEURS
- PROCÉDURES PARTICULIÈRES DE DÉCOMPRESSION

