

## **Plan du cours**

- **Justification et objectifs**  
*Mettre en avant les différences d'équilibrage eau douce eau de mer*  
*Relevage d'objet*
- **Introduction**
- **Rappels**  
*Poids,*  
*Densité*
- **Facteurs influençant la flottabilité**  
*Lestage,*  
*Bloc,*  
*Combinaison,*  
*Gilet*
- **Théorème Archimède**
- **Applications à la plongée**  
*Différence lestage mer eau douce*  
*Relevage*
- **Exercices :**
- **Prochain cours : la compressibilité**

# N4 *La compressibilité des gaz*

## **Plan du cours**

- **Justification et objectifs**  
*Loi de Mariotte appliqué au gonflage des blocs*  
*Influence de la température*
- **Propriétés des gaz :**  
*Expansible,*  
*Compressible,*  
*Pesant*
- **Mise en évidence : Mariotte**
- **Applications à la plongée**  
*Gonflage bloc,*  
*Tampons,*  
*Consommation,*
- **Influence de la température**  
*loi de Charles*
- **Conclusion, exercices :**
- **Prochain cours : la dissolution de N2**

# N4 *La vision, l'acoustique*

## **Plan du cours**

- ***Justification et objectifs***
- ***La vision***
- ***Lumière et eau***  
***réflexion,***  
***réfraction,***  
***absorption,***  
***diffusion***
- ***Vision sous-marine***  
***Champ de vision***
- ***Le son***
- ***La vitesse de propagation***
- ***Exercices :***
- ***Cours suivant : l'appareil circulatoire***

# N4 *L'appareil circulatoire*

## **Plan du cours**

- **Introduction : Justification et objectifs**
  - Connaissance de l'anatomie de l'appareil circulatoire*
  - Connaissance de la rotation cardiaque*
  - Prévention de l'ADD*
- **Le sang**
  - Rôle : transporteur*
  - Composition*
  - Transport des gaz : O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>*
- **Les vaisseaux sanguins :**
  - Les artères et artérioles*
  - Les capillaires*
  - Les veines et veinules*
- **Le coeur**
  - Description : schéma*
  - Fonctionnement :*
    - Le cycle cardiaque : systole, diastole*
  - Mécanisme : schéma*
  - Contrôle du rythme cardiaque: Système neurovégétatif*
- **La circulation**
  - La petite circulation*
  - La grande circulation*
- **Application à la plongée :**
  - Bulles silencieuses*
  - FOP*
- **Cours suivant : l'appareil ventilatoire**

# N4 *L'appareil respiratoire*

## **Plan du cours**

- **Introduction : Justification et objectifs**  
*Connaissance de l'anatomie de l'appareil ventilatoire*  
*Comprendre les mécanismes : échanges gazeux, noyade*  
*essoufflement, apnée, S.P*
- **Les voies aériennes supérieures**  
*Fosses nasales, sinus, pharynx, trachée*  
*Trajet de l'air : schéma*
- **Les voies aériennes inférieures**  
*Les poumons: schéma*
- **La mécanique ventilatoire : schéma**  
*Mécanisme :*  
*inspiration, expiration, muscles, diaphragme*  
*La régulation de la ventilation :*  
*Contrôle nerveux, bulbe rachidien, capteurs*  
*Réflexe : détection*  
*Automatique : T CO<sub>2</sub> bulbe rachidien*  
*Volontaire : apnée*
- **Les différents volumes pulmonaires**  
*Schéma :*  
*VRI, VRE, VC, VR, les capacités, le pneumogramme*
- **La ventilation en immersion**  
*Notion espace mort*  
*Diminution volumes pulmonaires*  
*Résistance ventilatoire*  
*Diminution débit maximum*
- **Cours suivant : les échanges gazeux**

## Plan du cours

- **Introduction : Justification et objectifs**  
*Relation entre la circulation et la ventilation*  
*Comprendre les mécanismes de certains accidents*
- **L'alvéole pulmonaire**  
*Schéma*  
*Présentation : surfactant, surface, nombre*
- **Rappel :**  
*Dalton : influences des pressions partielles*
- **Les échanges gazeux : schéma**  
*La diffusion : rapidité*  
*Air inspiré, air expiré*  
*Etape alvéolaire:*  
*L'hématose*  
*Transport de l'O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>*  
*Etape tissulaire :*  
*Transport du CO<sub>2</sub>*
- **Applications à la plongée**  
*Les risques d'essoufflement*
- **Cours suivant : l'oreille**

## Plan du cours

- **Introduction : Justification et objectifs**

  - Prévention de certains accidents de l'oreille*
  - Connaissance anatomie et fonctions de l'oreille*

- **Description**

  - Schéma*

  - Présentation : anatomie*

    - Oreille interne, moyenne, externe*

    - Trompe Eustache*

- **Les fonctions : physiologie**

  - Schéma*

  - Audition*

  - Equilbre*

- **Les manoeuvres d'équilibrage**

  - La trompe d'Eustache*

  - Valsalva*

  - Frenzel*

  - BTV*

  - ! Dangers équilibrage à la remontée :explications*

- **Applications à la plongée**

  - Les risques de barotraumatismes, Mariotte*

  - Les risques d'accident labyrinthiques,ADD*

- **Cours suivant : le système nerveux**

## **Plan du cours**

- **Introduction : Justification et objectifs**
  - Connaissance du fonctionnement du système nerveux
  - Comprendre l'influence de la plongée sur le système nerveux
  - Dangers des gaz en immersion: N<sub>2</sub>,O<sub>2</sub>
- **Les trois grand systèmes**
  - Système nerveux central : S.N.C*
  - Système nerveux périphérique : S.N.P*
  - Système nerveux autonome : S.N.A*
- **La cellule nerveuse : schéma**
  - Le neurone
  - Transmission influx nerveux
- **Fonctionnement :**
  - schéma 3 systèmes
- **Applications à la plongée**
  - Les risques de narcose liés à l'azote
  - L'hyperoxie
  - L'hyperventilation
  - Les risques liés au stress
- **Cours suivant : la dissolution de l'azote**

# N4 *La dissolution de l'azote*

## **Plan du cours**

- **Justification et objectifs**  
*Prévention des ADD,  
Utilisation des tables  
Compréhension des éléments de calcul des tables*
- **Rappels : composition de l'air**  
*Rôle de l'azote*
- **Les états de saturation**  
*Saturation, Sous saturation, Sur saturation  
Seuil critique, dépassement seuil*
- **Loi de Henry**
- **Facteurs de dissolution :**  
*Citez les 7*
- **Le modèle de Haldane : schémas**  
*Définition : qu'est ce qu'un modèle, perfusion  
Le gradient :  $T_f - T_i$   
La période : temps  
Les compartiments: les 12 de la MN90*
- **Application plongée :**  
*Calculs des paliers  
Prévention accident décompression*
- **Cours suivant : élément de calculs table**

## Plan du cours

- **Introduction : Justification et objectifs**  
*Calcul de TN2 et de profondeur de palier,*
- **Rappels : modèle de Haldane**  
*Définition d'un modèle  
Différence entre TN2 et PN2*
- **Courbes de saturation et désaturation**  
*Définitions : tension finale et initiale = gradient  
Schémas : courbes Tension /Temps  
Formule  $TN2 = T_i + (T_f - T_i) * X\%$*
- **Coefficient de sursaturation critique:**  
*Formule :  $Sc = TN2/Pabs$  ou  $Pabs = TN2/Sc$   
les Sc des MN90 : tableau avec périodes + Sc  
Compartiment directeur*
- **Azote résiduel**  
*le compartiment 120 et les MN90*
- **Applications chiffrées : exercices**  
*Calcul de TN2 et de profondeur du 1er palier  
Choix de période entière*
- **Cours suivant : les tables (1/2)**

## **Plan du cours**

- ***Introduction : Justification et objectifs***
- ***Historique***
  - Quand tout à commencé*
  - Les premières MN90*
- ***Les limites d'utilisation :***
- ***Conseils préalables : rappels***
  - les conseils*
  - La courbe de sécurité*
  - Les paramètres*
- ***Plongée simple :***
  - Définition*
  - La remonté lente*
  - Cas concrets d'utilisation : exercices*
- ***Plongée successive :***
  - Définition*
  - Tableau 1 et 2*
  - Cas concrets d'utilisation : exercices*
- ***Cours suivant : les tables (2/2)***

## **Plan du cours**

- ***Introduction : correction exercices***
- ***Plongée consécutive***
  - Définition*
  - Cas concrets utilisation : exercices*
- ***Les procédures particulières:***
  - Interruption de palier*
  - Remontée rapide*
  - Cas concrets utilisation :exercices*
- ***Inhalation d'O2 aux paliers :***
  - Procédure*
  - Les dangers : hyperoxie*
  - Cas concrets d'utilisation d'O2*
- ***Inhalation d'O2 entre 2 plongées:***
  - Inhalation d'O2 pendant tout l'intervalle*
  - Inhalation d'O2 pendant une partie de l'intervalle*
  - Cas concrets d'utilisation d'O2*
- ***Cours suivants : les plongées aux mélanges***

## **Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Utilisation des tables à l'air avec un nitrox*  
*Prevention hyperoxie*
- **Rappels :**  
*Dalton, Henry*
- **Mise en évidence**  
*Comparaison plongée air avec plongée nitrox*  
*Différence PpN2 et PpO2*  
*Saturation avec mélange*
- **Résolution du problème :**  
*Présentation de la méthode*  
*Cas concrets d'utilisation mélange*
- **Application à la plongée:**  
*Calcul seuil toxicité O2*  
*Cas concrets d'utilisation tables air avec nitrox*
- **Cours suivants : les tables en altitude**

## Plan du cours

- **Introduction : justification et objectif**
  - Le N4 doit prendre conscience des problèmes liés à la décompression en altitude*
  - Connaissance du fonctionnement instruments en altitude*
- **Rappels**
  - La pression atmosphérique*
  - La pression en altitude*
- **Comparaison altitude et mer**
  - Schéma:*
  - Rapport pression fond/pression atmosphérique*
  - Profondeur fictive*
- **Procédures de décompression**
  - Correction tables*
  - Tables spécifiques*
  - Ordinateurs*
- **Profondimètre à membrane**
  - Schéma:*
  - Le retard*
  - La profondeur réelle, fictive*
  - Les paliers*
- **Profondimètre à capillaire**
  - Schéma: tableau*
  - Particularités : profondeur fictive*
- **Vitesse de remontée**
  - Définition*
- **Exercices :**
  - Cas concrets:*
- **Cours suivant : l'ordinateur**

## **Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**
  - Méthode d'utilisation de l'ordinateur*
  - Savoir gérer la décompression en cas de panne*
  - Savoir choisir un ordinateur*
- **Définitions**
  - Historique*
- **Fonctionnement**
  - Notion de temps réel*
- **Conditions d'utilisation**
  - Avant la plongée*
  - Pendant la plongée*
  - Après la plongée*
- **Limites d'utilisation**
  - En cas de panne sous l'eau*
  - Hors limite*
- **Procédures hétérogènes**
  - Protocole de décompression*
  - Comportement de la palanquée*
  - La vitesse de remontée*
  - Durée décompression*
- **Choisir un ordinateur**
  - Critères de choix*
  - Affichage informations utiles*
- **Prochain cours : la surpression pulmonaire**

# N4 *La surpression pulmonaire*

## **Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**
  - Prévention de la S.P*
  - Comprendre les mécanismes*
- **Rappels : physio**
- **Mécanisme**
  - Dilatation de l'air*
  - Problème mécanique*
  - Problème neurologique*
- **Symptômes : schéma commenté**
  - Neurologique : embolie cérébrale*
  - Pneumothorax*
  - Emphysème : sous-cutané*
    - du médiastin*
  - Relation symptômes <-> Mécanisme*
- **Conduite à tenir**
  - Analogie avec ADD*
- **Prévention et causes**
  - Blocage expiration à la remontée*
  - Expiration insuffisante*
  - Problème mécanique*
- **Facteurs favorisants**
  - Exercices EE, LRE*
  - Valsalva à la remontée*
- **Prochain cours : les autres barotraumatismes**

# N4 *Les autres barotraumatismes*

## **Plan du cours : oreilles, sinus, placage masque, dents, estomac**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Prévention des accidents barotraumatiques*  
*Comprendre les mécanismes et distinguer les symptômes*
- **Rappels : Mariotte et physio**
- **Causes**
- **Mécanisme : comment et pourquoi**  
*Pour l'oreille développer problèmes à la descente et à la remontée*  
*Le syndrome alternobarique*  
*Valsalava à la remontée*
- **Symptômes**  
*Idem oreille*
- **Conduite à tenir**
- **Prévention**
- **Prochain cours : les ADD**

# N4 *Les accidents de décompression*

## **Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Prévention des ADD*  
*Comprendre les mécanismes et les symptômes associés*
- **Rappels : Physio et Henry**
- **Causes communes**  
*Non respect des paliers*  
*Non respect vitesse de remontée*  
*Introduction sur les facteurs favorisants*
- **Mécanismes**  
*Au départ les bulles : définition*  
*Bulles stationnaires :lésions tissulaires*  
*accident ostéo-articulaires*  
*Bulles veineuses :accident médullaire*  
*accident vestibulaire*  
*Bulles artérielles : accidents cérébraux*  
*La maladie de décompression : schéma vaisseau*  
*-les bulles : réaction plaquettaire*  
*-les manchons gazeux : aggrégation de bulles*
- **Symptômes : schéma des zones du corps**  
*Etroitement liés aux mécanismes*  
*Neurologique :les plus fréquents*  
*Oreille interne*  
*Bends : oséo-articulaire*  
*Les autres: puces,moutons*  
*Comparaison S.P et ADD*
- **Suite page suivante**

# N4 *Les accidents de décompression*

## **Plan du cours, suite**

- **Les facteurs favorisants**

*Définition :*

*Les différents types de facteurs*

- **Prévention**

*Suppression des causes*

- **Conduite à tenir**

*Rappel : conduite commune ADD et S.P*

*Description moyen de secours : arrêté 1998*

*- Description contenu trousse secours*

*- Description procédure des gestes de secours*

- **Prochain cours : accidents toxiques**

# N4 *Les accidents toxiques*

## **Plan du cours : la narcose**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Causes, mécanismes, symptômes, prévention, traitement*  
*Sensibiliser le niveau 4 au risque de la narcose*
- **Rappels : Physio questions élèves**
- **Causes**  
*PpN2 ou TN2*
- **Mécanismes**
  - *inconnu*
  - *Hypothèse : fixation N2*
- **Symptômes : dessin**  
*Comparaison avec alcool*  
*Mémorisation*  
*Diminution attention*
- **Prévention**
- **Conduite à tenir**
- **Applications à la plongée**  
*Cas concret*  
*Plongée aux mélanges, calcul PpN2*
- **Cours suivant : l'essoufflement**

# N4 *Les accidents toxiques*

## **Plan du cours : l'essoufflement**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Causes, mécanismes, symptômes, prévention, traitement*  
*Sensibiliser le niveau 4 au risque d'essoufflement*  
*Savoir reconnaître un plongeur essoufflé*
- **Rappels : Physio ventilatoire questions élèves**
- **Causes et facteurs favorisants**  
*TCO<sub>2</sub>*  
*Hypercapnie: qu'est ce ?*
- **Mécanismes**
  - *Schéma pneumogramme plongeur normal*
  - *Schéma pneumogramme plongeur esoufflé*
  - *Comparaison*
  - *Quantité de CO<sub>2</sub>/ PpCO<sub>2</sub>*
  - *Rôle du système nerveux: schéma centre respiratoire*
- **Symptômes**
- **Prévention**  
*Cas concrets*
- **Conduite à tenir**
- **Applications à la plongée**  
*Cas concret*  
*Plongée sans effort*
- **Cours suivant : l'Hyperoxie**

# N4 *Les accidents toxiques*

## **Plan du cours : l'hyperoxie**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Causes, mécanismes, symptômes, prévention, traitement*  
*Sensibiliser le niveau 4 au risque d'hyperoxie*  
*Savoir utiliser l'O<sub>2</sub> dans les mélanges ou aux paliers*  
*Définition: qu'est ce?*
- **Rappels : Physio système nerveux**
- **Causes et facteurs favorisants**  
*Mélanges*  
*profondeur : PpO<sub>2</sub>*
- **Mécanismes**
  - effet Paul Bert : PpO<sub>2</sub> > 1,6 bars
  - effet Lorain-Smith : PpO<sub>2</sub> > 0,5 + de 2 heures
- **Symptômes**
- **Prévention**  
*Cas concrets*
- **Conduite à tenir**
- **Applications à la plongée**  
*Cas concret*  
*Plongée mélanges*  
*Paliers à l'O<sub>2</sub>*
- **Cours suivant : l'hypoxie**

# N4 *Les accidents toxiques*

## **Plan du cours : l'hypoxie**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Causes, mécanismes, symptômes, prévention, traitement*  
*Sensibiliser le niveau 4 au risque d'hypoxie*  
*Définition : qu'est ?*
- **Rappels : Physio système nerveux**
- **Causes et facteurs favorisants**  
*Manque d'O2*  
*Plongée bouteille aux mélanges : tek*  
*Plongée libre : apnée*
- **Mécanismes**
  - *Hypoxie :  $PpO_2 < 0,17$  b*
  - *Anoxie :  $PpO_2 < 0,12$  b*
  - *Rendez vous syncopal , apneiste*
  - *Hyperventilation : schéma*
- **Symptômes**
- **Prévention**  
*Cas concrets*
- **Conduite à tenir**
- **Applications à la plongée**  
*Cas concret*  
*Plongée mélanges, libre*
- **Cours suivant : intoxication au CO**

# N4 *Les accidents toxiques*

## **Plan du cours : intoxication au CO**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Causes, mécanismes, symptômes, prévention, traitement*  
*Sensibiliser le niveau 4 au danger du CO*  
*Qualité du gonflage*  
*Définition : qu'est ?*
- **Rappels : Physio questions élèves**
- **Causes et facteurs favorisants**  
*PpCO*  
*Gonflage*  
*Plongée libre : apnée*
- **Mécanismes**
  - *CO et hémoglobine*
  - *Schéma*
- **Symptômes**  
*Cas concret*  
*Maux de tête*
- **Prévention**  
*Cas concrets:*  
*prise air compresseur*
- **Conduite à tenir**  
*O2 , secours*
- **Applications à la plongée**  
*Cas concret*
- **Cours suivant : le froid**

## Plan du cours

- **Introduction : justification et objectif**  
Causes, mécanismes, symptômes, prévention  
Sensibiliser le niveau 4 aux risques liés aux froid  
Définition : qu'est ?
- **Causes**  
L'équilibre thermique rompu
- **Mécanismes**  
- Pertes calorifiques  
par convection, ventilation, conduction
- **Effets du froid**  
Réactions organisme  
Vasoconstriction  
Frissons  
Hypothermie
- **Prévention**  
Organisation plongée  
Comportement : avant, après, pendant

### Conduite à tenir

- **Applications à la plongée**  
Cas concret
- **Cours suivant : la noyade**

**Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Causes, mécanismes, symptômes, prévention, traitement*  
*Sensibiliser le niveau 4 au risque de noyade*  
*Définition : qu'est ?*
- **Causes**  
*Panne air*  
*Lestage*  
*Epuisement*
- **Mécanismes**
  - *Eau dans les alvéoles*
  - *Perturbations échanges gazeux*
  - *noyade primaire*
  - *noyade secondaire*
- **Symptômes**  
*Cyanose*
- **Prévention**  
*Cas concrets:*
- **Conduite à tenir**  
*O2 , secours*
- **Applications à la plongée**  
*Cas concret*
- **Cours suivant : animaux toxiques**

## **Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Le niveau 4 doit connaître le fonctionnement dun CP*  
*Savoir aider et guider dans le choix d'un compresseur*
- **Principe**  
*Principe fonctionnement : schéma*  
*Les étages*
- **Les soupapes : dessin**
  - *Rôle*
  - *Fonctionnement*
- **Lubrification**  
*huiles*
- **Filtration: dessin**  
*Rôle des filtres*  
*Les cartouches*
- **Clapets : schéma**  
*Anti retour*
- **Les tampons**  
*Rôle*  
*Gonflage*  
*Manipulation*
- **Cours suivant : les bouteilles**

## Plan du cours

- **Introduction : justification et objectif**  
*Le niveau 4 doit savoir entretenir son bloc et procéder au démontage de la robinetterie*  
*Il doit être capable de conseiller et guider pour l'achat*
- **Description du bloc**  
*Indications portées*
- **La robinetterie**
  - Rôle
  - Fonctionnement : schéma réserve
  - Le bi
- **Précautions**  
*Manipulations*  
*Démontage*
- **Le régime T.I.V**  
*Dans le club*  
*Hors structure*
- **Cours suivant : les détenteurs**

## Plan du cours

- **Introduction : justification et objectif**  
*Le niveau 4 doit connaître les schémas de détenteurs*  
*Savoir aider et guider dans le choix d'un détenteur*
- **Principe**  
*Principe fonctionnement : schéma*  
*Les 2 étages*
- **Le 1er étage : schémas**
  - **Piston:**  
*compensé*  
*non compensé*
  - **membrane :**  
*compensé*  
*non compensé*
- **Le 2eme étage : schémas**
  - *principe*
  - *compensé*
  - *non compensé*
- **Précautions**  
*Entretien*  
*révision*
- **Choix détenteur**  
*conseils*
- **Cours suivant : les instruments**

## **Plan du cours**

- **Introduction : justification et objectif**  
*Le niveau 4 doit connaître les instruments principaux*  
*Savoir aider et guider dans le choix d'un instrument*
- **Manomètre**  
*Principe fonctionnement : schéma*
- **La boussole**
  - *Différents type*
  - *Utilisation*
- **Le profondimètre**
  - *Electronique*
  - *Mécanique*
- **l'ordinateur**  
*Voir cours ordinateur*
- **Cours suivant : la réglementation**

## Plan du cours

- **Introduction : justification et objectif**
  - Le niveau 4 doit connaître ses prérogatives*
  - Connaître ses responsabilités ,l'organisation fédérale*
  - Le fonctionnement de la FFESSM*
  - l'organisation de la plongée en France*
  - les autres organismes*
- **La plongée en France**
  - le cadre fédéral : l'arrêté du 22 juin 1998*
  - Les espaces d'évolution*
  - Le niveau des plongeurs en :*
    - *exploration*
    - *enseignement*
  - le rôle du D.P*
    - *Qui ?*
    - *comment ?*
- **Les responsabilités**
  - *Pénales*
  - *Civiles*
  - *mise en danger d'autrui*
- **Prérogatives du Niveau 4**
  - *Guide de palanquée*
  - *En autonomie*
- **La licence FFESSM**
  - Délivrance*
  - Le certificat médical*
  - la licence*
    - *assurance en R.C*
    - *assurance individuelle :*
- **Suite page suivante**

## Plan du cours

- **Introduction : justification et objectif**

- Le fonctionnement de la FFESSM*
  - l'organisation de la plongée en France*
  - les autres organismes*

- **LA FFESSM**

- Historique*
  - Structure*
  - Le CDN*
  - Les commissions*
  - La CTN*
    - prérogatives*
  - Les organismes déconcentrés*

- **Les autres organismes**

- FSGT : brevets reconnus, équivalences*
  - ANMP, SNSMP : attestation de niveau*
  - La CMAS : brevets reconnus, équivalences*
  - NAUI : pas de passerelle*
  - PADI : passerelles*
  - SSI : passerelles*

- **L'embarcation**

- la sécurité des plongeurs*
    - moyens d'appels*
    - moyens à bord*
  - Matériel à bord*
  - L'organisation*
  - L'armement spécifique*
  - catégorie navigation*

- **Le permis bateau**

- lequel ?*