

Faculté de Médecine de Marseille

Handicap et plongée. Le certificat de non contre indication à la plongée en scaphandre autonome.

Mémoire pour le DIU Médecine Hyperbare et de
la Plongée

Docteur Pierre TRAPE

16 septembre 2010



Remerciements

Au Docteur Mathieu COULANGE pour son enseignement et son accompagnement amical et rigoureux.

A Pascal CHAUVIERE pour la qualité de sa formation et de son amitié depuis notre rencontre au Maldives où nous avons fêté les 45 ans de Bruno JOSSERAND.



Remerciements

Au Docteurs BARTHELEMY et COULANGE dans le service desquels j'ai effectué mon premier stage pratique au caisson de l'hôpital Sainte Marguerite à Marseille.

Aux Docteurs HUGON et Pascal CONSTANTIN qui m'ont accueilli au caisson de l'Hôpital Sainte ANNE à Toulon et m'ont permis de suivre une partie de leur enseignement.

Au Docteur Aliocha GRANFOND et à l'équipe des Médecins et Infirmiers Anesthésistes de l'hôpital Font Pré à Toulon.

Au Docteur BERGMANN de la Commission Nationale de médecine et de prévention de la FFESM qui a porté intérêt au thème de ce mémoire dans le cadre des travaux de réflexion et de structuration de l'accueil des personnes en situation de handicap au sein de la FFESSM.

Au Docteur André GROUSSET, ancien médecin National de la FFESSM et Président de la Commission Médicale Côte d'Azur de la FFESSM qu'il anime avec dynamisme.

Au Docteur Jean Michel GASCOU, Médecin National de la FFH qui m'a autorisé à faire de nombreux emprunts à ses cours.

INTRODUCTION

Le médecin de Médecine hyperbare et de la plongée est amené à établir les certificats de non contre indication à la pratique de la plongée subaquatique dès le baptême pour les personnes en situation de handicap moteur ou sensoriel.

Au cours de son expertise il devra évaluer :

- Si le consultant présente une contre indication à la pratique de la plongée
- S'il est apte à passer des niveaux de qualification de plongée
- Il pourra enfin déterminer des limitations de durée et de profondeur à la pratique.

L'objet de ce mémoire est d'apporter des informations complémentaires au médecin qui n'est pas familier du handicap pour l'aider dans sa démarche.

La difficulté réside d'abord pour le médecin dans l'étendue des types de handicap et leur classification :

Constitue un handicap au sens de l'article 2 de la loi du 11 février 2005, « toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant ». On se rend compte que tout un chacun peut vivre une situation de handicap.

Pour structurer l'évaluation nous proposons une démarche en plusieurs points

- 1° La recherche des contre indications classiques comme chez tout plongeur.
- 2° les difficultés ou limites d'adaptation au milieu liées au handicap.
- 3° les risques d'aggravation de la pathologie initiale ayant généré le handicap.
- 4° les bénéfices thérapeutiques de la plongée pouvant être attendus.

L'expertise devra s'appuyer sur une évaluation des capacités physiologiques d'adaptation du futur plongeur aux conditions du milieu et de la pratique. Pour cela, Il s'appuiera sur l'état des connaissances actuelles en physiologie de la plongée et sur les recommandations de la CNMP pour la FFESSM (Commission Nationale de Médecine et de prévention) (Fédération Française d'études et des sports sous-marins).

Il devra ensuite évaluer en concertation avec le médecin spécialisé en rééducation fonctionnelle connaissant le patient les bénéfices ou risques potentiels d'aggravation de la pathologie initiale ayant généré le handicap.

Cet exercice est difficile car les quelques travaux consultables portent sur très peu de cas avec des méthodologies qui ne permettent pas, en dehors de la thermogénèse chez le tétraplégique qui est mieux connue, d'en tirer des conclusions (études du GRET : groupe d'études et de recherches sur la tétraplégie).

De plus il est fréquent de rencontrer des intrications de plusieurs pathologies équilibrées en milieu ambiant normobare mais dont l'évolution en immersion reste incertaine. Ainsi par exemple un patient traumatisé crânien qui présente une hémiplégie séquellaire pourra avoir en association une paralysie des muscles respiratoire latéralisée, une HTA traitée par bêta bloquants et un ACTD de crises comitiales.

Si l'on considère la strict comitialité il s'agit d'une contre indication, mais il n'a plus fait de crise depuis 10 ans. Est-il considéré comme guéri ? Son hypertension est équilibrée, l'usage des bêtabloquants depuis les gains de sélectivité n'est plus une contre indication absolue mais là encore il doit y avoir une évaluation. Quel seuil de VEMS (Volume expiratoire maximum par seconde) sera accepté. Si elle est jugée suffisante il faudra ensuite réaliser une épreuve d'effort (cf. référentiel CMPN: bêtabloquants et plongée). Quel protocole choisir, comment faire pédaler un hémiplégique. Si toutes ces conditions sont enfin réunies le futur plongeur aura besoin d'un encadrement très spécialisé car l'expérience montre que les traumatisés crâniens sont certes capables d'apprentissages complexes mais que leurs acquis peuvent se perdre brutalement au moindre changement de condition environnemental.

La tâche du médecin enfin ne devra pas s'arrêter à une évaluation restrictive des incapacités mais à évaluer le potentiel restant.

« La formation du handiplongeur ne peut dépasser le cadre déterminé par l'autorité médicale. Cependant, si d'un point de vue médical, la répartition des pratiquants, selon une classification des handicaps, est justifiée et pertinente, une même pathologie peut s'exprimer de façon différente, selon les personnes, pour au moins deux raisons :

Chaque classification regroupe des handicaps très différents pour un niveau lésionnel quasi identique.

Chaque personne handicapée peut utiliser son potentiel physique différemment et afficher une motivation différente ; ainsi, nos observations directes nous ont montré que les aptitudes en plongée pouvaient être fort variables chez deux handiplongeurs, dont la médecine reconnaissait pourtant l'équivalence des troubles fonctionnels, mais qui n'exploitaient pas de manière identique les possibilités physiques qui leur restaient. » (Pascal Chauvière -2002 -mémoire instructeur national).

Les bénéfices attendus seront un élément positif important de la décision médicale en balance avec les complications possibles. Micro pesanteur et possibilité d'agir avec le peu de recrutement musculaire encore possible chez un myopathe. Intégration dans un groupe social différent loin du contexte hospitalier. Valorisation par l'activité. Travail respiratoire chez une personne en grandes difficultés respiratoires, exercices musculaires, assouplissements articulaires, autonomie partielle subaquatique, exercices de concentration chez le traumatisé crânien, diminution des tremblements cérébelleux, meilleure coordination...

L'activité ludique de la plongée prend ainsi une dimension thérapeutique qui équivaut parfois à plusieurs séances de rééducation avec en plus le bonheur d'être reconnu et autonome. La contrepartie réside dans l'extrême vigilance du moniteur, sa compétence et sa disponibilité.

Le médecin dont la signature in fine engage sa responsabilité devra donc faire appel à des avis complémentaires multiples car il est certain qu'en cas de problème il aura du mal à justifier d'avoir laissé plonger en milieu « à environnement spécifique » pour ne pas dire hostile quelqu'un qui cumulait tant de problèmes.

Le certificat type de la FFESSM demande ensuite une évaluation médicale de la capacité du plongeur à passer des niveaux de plongée. On se rend compte avec cet item de l'intrication entre la médecine et la technique. Puisqu'il ne s'agit plus d'évaluer les répercussions de la plongée sur le patient mais de sa capacité à réaliser toutes les compétences qui sont demandées pour valider un niveau de plongée. Il est certain que le nouveau code du sport apporte une possibilité de souplesse en créant un nouvel espace d'évolution intermédiaire entre 6 et 20 mètres ainsi que la notion de plongeur encadré dissociée de l'autonomie. S'il est évident que certains handicaps ne posent aucun problème pour l'accession à un cursus traditionnel, il reste difficile d'envisager la notion d'autonomie au sens plongée pour bon nombre d'autres types de handicap.

Les travaux en cours des commissions techniques et médicales et de prévention au niveau national devraient permettre d'assumer la totalité de l'accueil des plongeurs au sein des fédérations délégataires. Ces expertises devraient tenir compte des pratiques et l'expérience acquise depuis 28 ans sans accident. Nous quittons là le cabinet du médecin mais puisqu'on lui demande un avis médical sur une compétence technique, il est donc nécessaire que le médecin connaisse parfaitement le cadre technique et réglementaire dans lequel va évoluer le plongeur ainsi que les contraintes d'organisation de la plongée que cela implique.

SOMMAIRE

1. DEFINITION DU HANDICAP		5	
2. EPIDEMIOLOGIE :			
2.1 GENESE DU HANDICAP		6	2.
2 ASPECTS PSYCHOLOGIQUES			
2.21 Notion de deuil et réinvestissement	7		
2.22 Les bienfaits de la pratique physique et sportive	7		
2.23 Les motivations		8	
2.24 Les aspects psychologiques particuliers.	8		
3. HISTORIQUE		12	
4. PHYSIOPATHOLOGIE :			
4.1 Le système neurologique : rappels		13	
4.2 Adaptation cardiovasculaire		16	
4.3 Adaptation respiratoire		16	
4.4 Adaptation locomotrice : déplacement		19	
4.5 Thermorégulation: para, tétra		20	
4.6 Denitrogénéation		22	
5. LES FORMES CLINIQUES : Classifications par pathologies		23	
6. COMPLICATIONS		34	
6.1 Escarres		35	
6.2 Rétractions		36	
6.3 Fractures	36		
6.4 Ostéomes	36		
6.5 Urinaires	37		
6.6 Epines irritatives autonomes	37		
7. LES CI DEFINITIVES		37	
8. LES CI TEMPORAIRES		38	
9. PREVENTION		38	
9.1 Formation complémentaire spécifique de l'encadrement		38	
9.2 Organisation de la plongée		39	
9.3 L'Adaptation du matériel		39	
9.4 Adaptation des paramètres de la plongée		40	
9.5 Aménagements et accessibilité		40	
10. LE CERTIFICAT MEDICAL de non contre indication		41	
11. BIBLIOGRAPHIE		42	

1. DEFINITION DU HANDICAP

1. LOIS HANDICAPS ET SPORT

❑ *Loi d'orientation du 30 Juin 1975*

- 1ère fois obligation nationale d'intégrer les PH (Personnes handicapées), notamment dans les loisirs et activités sportives
- Enfants et adolescents soumis à l'obligation éducative

❑ *Circulaire n° 82-048 de 1982*

- Insiste sur la nécessité de la mise en œuvre d'une politique d'intégration en faveur des enfants et adolescents handicapés
- Projet intégratif, élaboré par l'ensemble des partenaires sociaux

❑ *Loi d'orientation sur l'éducation 10 juillet 1989*

- Renforcement de l'intégration scolaire

❑ *Loi pour l'égalité des droits et des chances, citoyenneté des personnes handicapées Février 2005* Principes généraux :

- - Droit à l'intégration est affirmé
- - Nouvelle définition du handicap
- - Accès aux structures de droits communs renforcé
- - Accessibilité : bâtiment et transports tous accessibles d'ici 10 ans

2. DEFINITION : loi du 11 février 2005

Nouvelle définition donnée par la [loi du 11 février 2005](#) portant sur l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées :

« Constitue un handicap, au sens de la présente loi, toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant. »

- Depuis les travaux de Wood (1980) et de l'OMS, la définition du handicap s'est transformée.
- « Le handicap est avant tout lié à l'inadaptation de la société plutôt qu'au résultat d'une déficience ou d'une incapacité ». Michel Fardeau

2.0 EPIDEMIOLOGIE

2.1 GENESE DU HANDICAP

ACQUIS

- Traumatismes
- Maladies

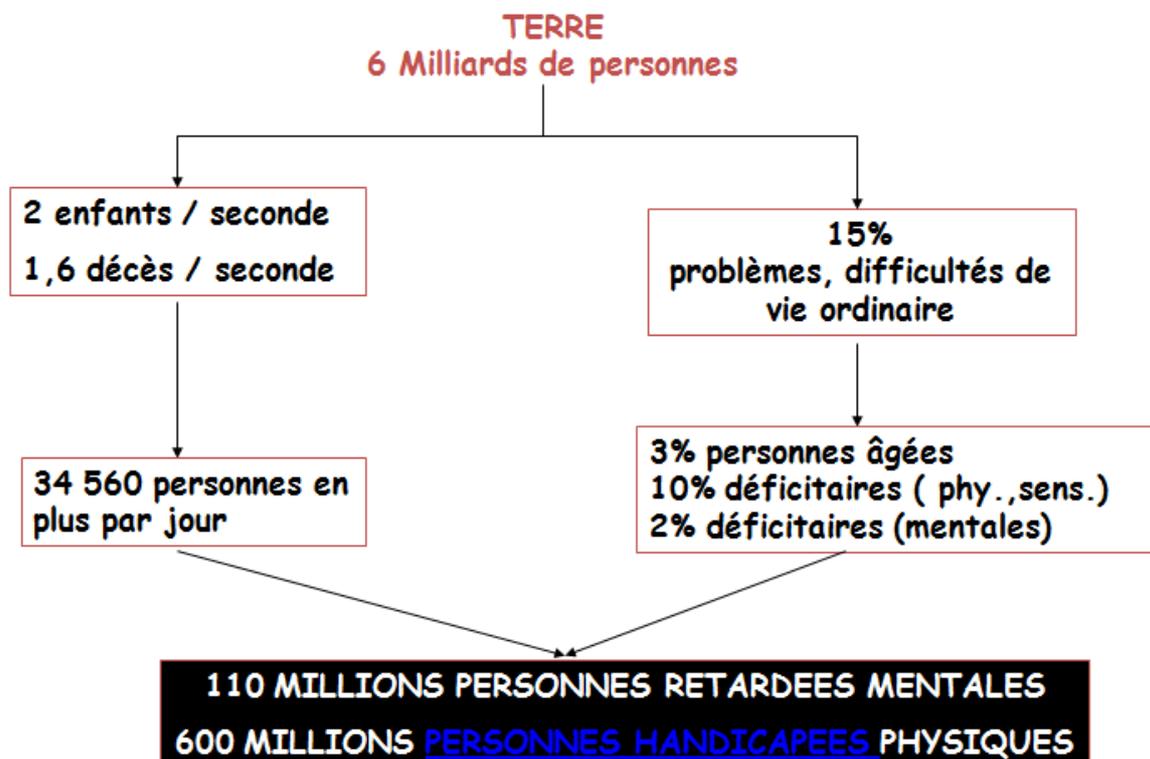
CONGENITAL

- Malformation
- Maladies évolutives

PROCESUS :

- Tumoral
- Vasculaire
- Infectieux
- Maladie évolutive
- Rhumatismal
- Tumoral

Stabilisé..... Ou Evolutif?



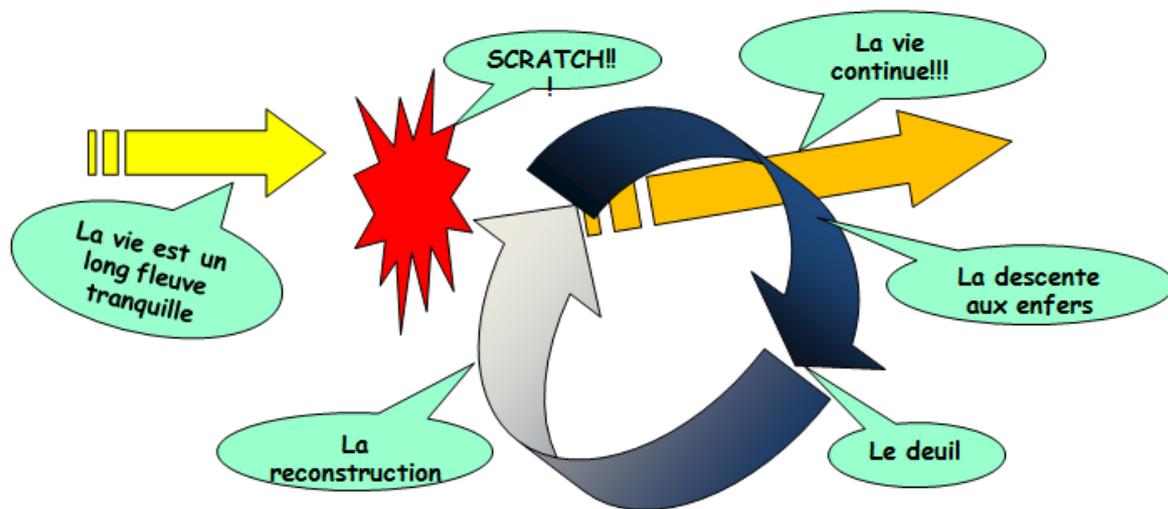
En France: L'hécatombe chez les jeunes 15-24 ans

- 13% de la population nationale
- 27% des morts sur la route
- 13% décèdent les nuits de week-end

2.2 LES ASPECTS PSYCHOLOGIQUES

2.21 NOTION DE DEUIL ET DE REINVESTISSEMENT

C'est un terme employé surtout par les psychologues et par les professionnels du handicap (paramédical, médical et autres).



2.22 LES BIENFAITS DE LA PRATIQUE PHYSIQUE OU SPORTIVE

- ❑ En dehors des bienfaits connus pour les personnes valides, la pratique physique pour une personne handicapée, a deux types d'action:
 - ❑ *Action sur la personne handicapée elle-même:*
 - Gérer son handicap et son incapacité
 - Réduire le handicap
 - La connaissance ou la découverte de son potentiel physique et fonctionnel
 - ❑ *Actions sur les autres et sur l'environnement:*
 - L'intégration: processus dynamique
 - Regard de l'autre
 - Respect de la différence

2.23 LES MOTIVATIONS

Le Plaisir:

- D'une pratique comme les autres
- De bouger et de se déplacer seul
- D'investir de nouveaux espaces
- De pouvoir prendre une part de risque (liée à une pratique d'incertitude) qui par les émotions va susciter:
 - Un dépassement de soi
 - Un recul de ses propres limites
 - De se prouver qu'on peut le faire

La multiplicité des motivations

- Remplacer une séance de kiné
- Changement d'univers (valides)
- autres...

2.24 LES ASPECTS PSYCHOLOGIQUES PARTICULIERS

Christian BOULARD : «**Troubles psychiatriques associés au handicap moteur chez le plongeur** »
Hurghada_30.06.07 - 07.07.07

2.241 BLESSE MEDULLAIRE

- **Phase de prise de conscience:** Sidération, déni
- **Phase dépressive:** Agressivité, désespoir, repli, idée de mort
- **Phase de deuil:** Désadaptation

LUCAS. P, STEHMAN. M. « *Le Blessé médullaire* »1950, Editions Juridoc, Bruxelles, 232p

2.242 TRAUMATISES CRANIENS

- **Hystérie:** Reine des névroses post traumatiques, sinistrose, simulation, irritabilité
- **Syndrome subjectif:** Asthénie céphalées, cervicalgies , vertiges, sens, sommeil

- **Syndrome dépressif chronique masqué:**
Régession affective, hypo ou hyper sexualité
- **Syndrome cognitif:** Perte de la mémoire immédiate, apprentissage labile, pseudo démence

FERREY. G: « *Abord psychosomatique des Traumatisés crâniens* » 1995 – Masson, Paris, 357p.

2.243 ACCIDENTE VASCULAIRE CEREBRAL

- **Hémi négligence:** Sous utilisation, déni
- **Aphasie:** Manque du mot, perte du sens
- **Dépression:** Anxiété, hallucinations agréables (frontale gauche++), indifférence désagréable (hémisphère. droit)
- **Troubles sexuels** dans 16 à 75% des cas: érection, orgasme, libido, peur de récidence, corps modifié, dissymétrie de la sensibilité vésico-recto-sphinctérienne, chambre à part

GENTY M, PRADAT-DIEHL P : « *Médecine de rééducation et hémipariés vasculaires* » 1994 - Ed. Frison-Roche, 179 p.

2.244 INFIRME MOTEUR D'ORIGINE CEREBRALE

- **Hyper conscience du handicap:** Moteur, visuel, acoustique et langagier, déformations corporelles sans déficit intellectuel
- **Dépression à l'adolescence:** Déformation, spasticité, mouvements incoordonnés
- **Sexualité perturbée:** La relaxation réduit les mouvements désordonnés, positions du missionnaire (Kâma-Sûtra, 200 AVJC)

SOULIER B : « *Un amour comme tant d'autres, handicaps moteurs et sexualité* » 2000 :Association des Paralysés de France, ISBN: 2-908360-25-X 290p.

2.245 SYNDROME CEREBELLEUX

- **Troubles de l'humeur:** Dépression, manie
- **Troubles psychotiques :** Déréalisation

KONARSKI J.Z., MC INTYRE R.S., GRUPP L.A., KENNEDY S.H :« *Is the cerebellum relevant in the circuitry of neuropsychiatric disorders?*» 2005 *J. of psychiatry and neuroscience*, 30, 3,178-186

2.246 POLIOMYELITE ANTERIEURE AIGUE

- **Syndrome post polio:** Fatigue générale, douleur, intolérance au froid, difficulté à respirer et à déglutir, insomnie
- **Déni:** Ne pas apparaître comme handicapé, prestance masochiste

BACKMAN M.E. : « *The post-polio experience: psychological insights and coping strategies for polio survivors and their families* » 2006 - Universe (ISBN 0-595-38639-3), 231p.

2.247 SCOLIOSE

- **Trouble de l'image de soi** : Syndrome d'immobilisation: Dépendance, Dévalorisation: Majore son nanisme. Compensation: Hyperactivité maniaque
- **Délire** : Idées de grandeur, Tendances paranoïaques
- **Dépression à l'adolescence**: Ralentissement, mémoire

CHUPS. JUSSIEU : « *Corpus de gériatrie –janvier 2000* » chapitre 9 : 101-107.

2.248 ARTHROGRYPOSE

- **Narcissisme** : Personnalité très intelligente
- **Déni** : Surestimation de son autonomie
- **Décompensation**: Dépression de l'adulte

CHANTRAINE.A : « *Rééducation neurologique* » 1990 – MDSI, Mc Graw-Hill, 389p.

2.249 ARTHRODESE

- **Raideur**: Dissimulation, compensation
- **Douleur**: Hypochondrie, toxicomanie
- **Instabilité** : Régression, dépression

CHANTRAINE.A : « *Rééducation neurologique* » 1990 – MDSI, Mc Graw-Hill, 389p.

2.2410 MYOPATHIE

- **Hyper conscience du handicap**: Moteur, Déformations corporelles, sans déficit intellectuel
- **Dépression**
- **Troubles sexuels**: Intégrité des fonctions, atteinte musculaire, neuro-hormonale et cardio-respiratoire

CHANTRAINE.A : « *Rééducation neurologique* » 1990 – MDSI, Mc Graw-Hill, 389p.

2.2411 SPINA BIFIDA

- **Troubles de l'image du corps**: **Paraplégie congénitale, troubles sphinctériens, sans sensibilité génitale**
- **Déficit intellectuel**: **Surprotection parentale, hospitalisations précoces, soins intimes**

- **Troubles de l'humeur: Dépression à l'adolescence, dis-sexualité**

CHANTRAINE.A « Rééducation neurologique »1990 – MDSI, Mc Graw-Hill, 389p.

2.2412 AMPUTE

- **Anosognosie:** Ignorer l'absence du membre
- **Hémi asomatognosie:** Ne pas sentir le membre absent
- **Somatoparaphrénie :** Sentir le double du membre fantôme sans le voir

BOISSON D., LUAUTEY J. : « *Annales Médico-Psychologique* » 2004 (février), 162, 55-59

2.2413 MALVOYANT

- **Hyper conscience du handicap:** Moteur, Langagier, Sans déficit intellectuel. Hyperesthésie sensorielle
- **Environnement infantilisant:** Etat fusionnel, Anticipation du désir
- **Dépression:** Interprétatif

GRIFFON P : « *L'adolescent malvoyant* » CRFAM Marly- le- Roy 2007

2.2414 MALENTENDANT

- **Hyper conscience du handicap:** Moteur et langagier, Hypersensibilité sensorielle, Dépression
- **Environnement culpabilisant:** Toujours soupçonné de médire
- **Délire paranoïaque ou schizophrénique :** Incapable de doute, délire de grandeur

ESSOR 2 LANAUDIÈRE : « *Rapport d'activité 2004-2005* »

2.2415 SCLEROSE EN PLAQUES

- **Déficit cognitifs :** Attention, mémoire
- **Etats dépressifs :** Labilité, hyper expressivité, euphorie paradoxale, suicide, troubles de l'érection, éjaculation, orgasme, para orgasme

LEMPERIERE T, FELINE A, ADES J, HARDY P, ROUILLON F : « *Psychiatrie de l'adulte* » 1996 - Masson Paris, 555p.

3.0 PLONGEE HANDISPORT - HISTORIQUE

« Avec un peu de recul, c'était une démarche qualité et elle était très simple »

G.NADEAU, G.LARONDELLE. HURGADA Handiplongée juillet 2007

- Avoir un peu de bon sens médical d'abord
- Décider d'emblée du principe de l'autonomie et non de l'assistance
- Sécuriser toute pratique
- Enseigner et former

« Qu'avions nous souhaité il y a 25 ans »

- Un concept : l'autonomie
- Des solutions techniques
- Une organisation de l'embarquement au débarquement
- Une rigueur : accident = 0
- Un loisir famille: un loisir de vie ordinaire en famille
- Casser les barrières d'accessibilité certes des installations mais aussi des mentalités.

« Une histoire qui s'est imposé à ceux qui doutaient »

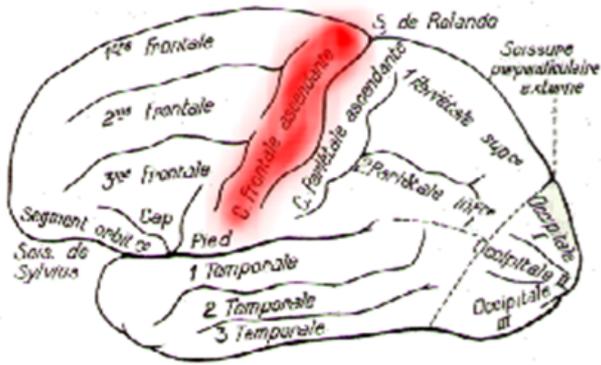
- 1972: Première ouverture au Handicap section plongée Touring club de France
- 1982 : Création de la commission plongée au sein de la FF Handisport.
- 1995 : Signature du partenariat interfédéral par André AUBERGER (FFH) et Francis IMBERT (FFESSM) avec pour objectifs de :
 - Former les handiplongeurs
 - Former des cadres FFESSM à l'enseignement et à l'accompagnement des handi plongeurs dans leur progression
 - Permettre aux handiplongeurs qualifiés d'accéder aux structures FFESSM agréées.
- 1996 : Rédaction des cursus de formation handisport pour les handiplongeurs et les moniteurs par Pascal CHAUVIERE.
- 2000 : Acceptation des cursus Handisport par la FFESSM et son président Roland BLANC.
- 2001 : Intégration des premiers handiplongeurs dans des palanquées valides
- 2002 : Mémoire d'Instructeur National de Pascal Chauvière
- 2010 : Modification du code du sport : refonte du cursus de formation des handiplongeurs et des espaces d'évolution.

4. PHYSIOPATHOLOGIE

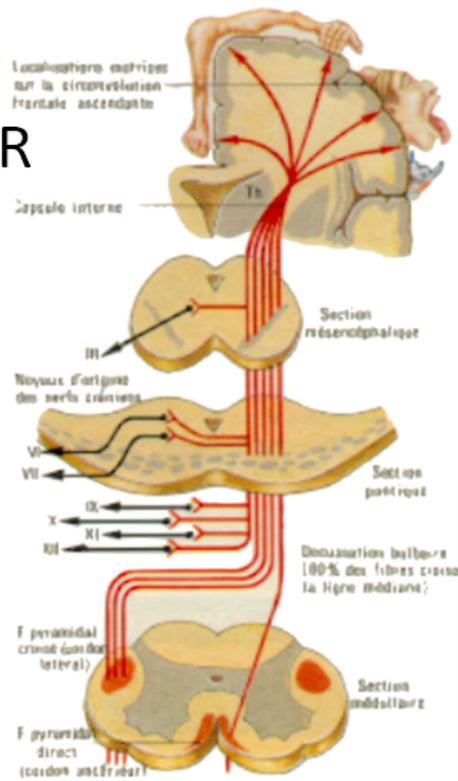
4.1 Système nerveux: rappels anatomiques

L'APPAREIL LOCOMOTEUR

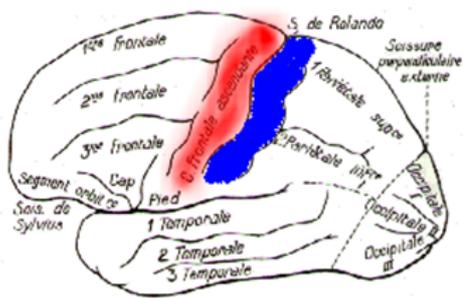
APPAREIL LOCOMOTEUR L'aire Motrice



Décussation bulbaire, faisceau pyramidal croisé



SENSIBILITE



Décussation au niveau du métamère

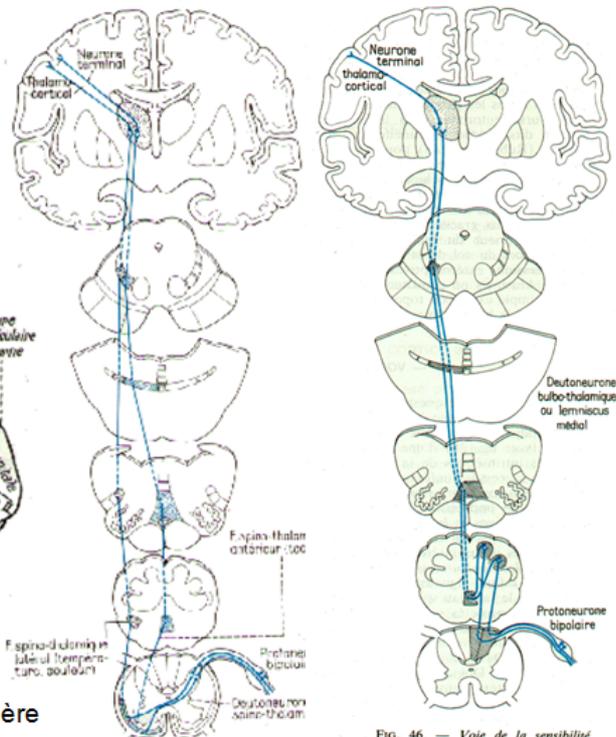


FIG. 46. — Voie de la sensibilité proprioceptive consciente.

« LA MOELLE EPINIÈRE :

1. Rappels anatomiques

C'est l'élément terminal du système nerveux central, elle s'étend de C1 à L2, est entourée d'enveloppes protectrices : les méninges, et passe dans le canal rachidien où elle baigne dans le liquide céphalorachidien qui joue le rôle d'amortisseur. Tout au long de son parcours elle émet des racines antérieures qui transmettent les ordres et des racines postérieures qui renseignent sur l'environnement.

Elle est constituée de 2 substances : la Substance Grise (centrale, ou zone neurale, ayant un rôle de centre et de relais avec une partie antérieure motrice, et une postérieure sensitive), et la Substance Blanche (périphérique constituée uniquement de fibres myélinisées qui sont les voies de transmission. Les cordons postérieurs sont responsables de la proprioception (c'est la perception de la position des membres dans l'espace) homolatérale, alors que le faisceau antérieur ou spino-thalamique transmet le tact, la douleur, la chaleur du côté opposé) C'est une organisation métamérique et segmentaire, ce qui veut dire que chaque segment de moelle correspond à l'innervation d'une partie du corps de la tête aux pieds. (Plus l'atteinte de la moelle est proche de la tête, plus le territoire paralysé sera étendu)

2. Le rôle physiologique :

a) Généralités :

Elle est le centre de transit des informations afférentes et efférentes, elle transmet les informations de la périphérie soit directement (c'est le cas de la proprioception), soit en les filtrant (c'est le cas de la douleur). C'est également un centre de commande, puisqu'elle peut répondre directement en n'informant l'échelon supérieur que secondairement (comme par exemple la réponse médullaire directe lors de réflexes: dans le cas d'une brûlure, il y a d'abord réflexe d'évitement puis message de douleur).

On peut également observer des réponses médullaires directes qui sont néanmoins modulées par le centre supérieur (la déconnexion de la moelle entraînant une exagération de certaines réponses réflexes : la spasticité ou trépidations autonomes que les tétraplégiques connaissent bien).

Enfin, elle est organisée en 2 systèmes distincts : le cérébro-spinal (qui gère les relations sensori-motrices avec l'extérieur), et le système neurovégétatif qui gère les relations intérieures (régulant la vie des organes).

b) Le système neurovégétatif :

Il est très important puisqu'à l'aide de l'hypothalamus et du cortex il gère: la thermorégulation, les fonctions cardio-respiratoires, les fonctions digestives et urinaires, ainsi que les fonctions génito-sexuelles. Il est lui-même divisé en 2 systèmes aux effets opposés :

- **Le système sympathique Adrénérrique** : représenté par les centres médullaires de C8 à L2 (donc déconnecté chez les tétraplégiques), et relayé par les chaînes ganglionnaires externes. Son action : contracte les vaisseaux, augmente le rythme cardiaque, freine l'activité digestive.

- **Le système Parasympathique Cholinergique** : dont les effets sont globalement inversés. Il existe un centre localisé au niveau du tronc cérébral (le seul qui sera connecté avec les centres supérieurs chez les tétraplégiques), responsable des muqueuses bucco-pharyngées, des glandes salivaires et lacrymales, du cœur, des bronches, et du système digestif. L'autre centre se situe au niveau de la moelle sacrée S2-S4, (donc déconnecté chez les tétraplégiques) et commande la vessie et les organes génitaux.

LES CONSEQUENCES DE LA LESION MEDULLAIRE

1. Sur le plan moteur :

On distinguera la zone lésionnelle (avec aucune motricité, c'est la paralysie flasque sans contracture ni spasticité et atrophie musculaire progressive), et la zone sous-lésionnelle (la motricité est alors libérée du contrôle des centres supérieurs, elle fonctionne de manière réflexe avec exagération,

contractures et spasticité. On note peu ou pas d'atrophie, et le retour veineux est préservé par les contractures).

2. Sur le plan sensitif :

a) Dans la zone lésionnelle :

Si la lésion est complète : il n'y a aucune afférence donc aucun réflexe en réponse, par contre on peut avoir de fausses informations de douleurs (souffrances sans objet comme chez les amputés), qui sont envoyées par les centres supérieurs. Si la lésion est incomplète la sensibilité est anormale et incomplète (dysesthésies avec hypo ou hyperesthésies),

b) Dans la zone sous-lésionnelle :

Rien n'est perçu au niveau du cortex cérébral, mais il y a des réactions réflexes aux stimuli nociceptifs (réaction de retrait, augmentation de la spasticité).

Les conséquences en plongée sont donc la mauvaise appréciation des limites du corps devenu plus mobile avec risque de lésions cutanées sur les rochers, coquillages et autres...

3. Sur le plan neurovégétatif

Les conséquences sont les suivantes :

- bradycardie, par déséquilibre sympathique-parasympathique, (nous avons vu qu'il y a une prédominance parasympathique du fait de l'activité préservée du tronc cérébral).
- Paralysie vasomotrice : donc pas d'adaptation de la tension (hypotension au lever sans tachycardie réactionnelle ou vasoconstriction), pas de redistribution circulatoire à l'effort dans les territoires lésionnels et sous-lésionnels.
- Défaut de thermorégulation : pas de sudation, ni de vasodilatation en cas d'hyperthermie, pas de vasoconstriction et frisson limité au territoire sus-lésionnel en cas d'hypothermie.
- Fonctionnement génito-sphinctérien réflexe, uniquement si la moelle sacrée est respectée (sinon flaccidité).
- Possibilité d'épisodes d'hyper-réflexivité autonome avec hypertension artérielle et hypersudation. »

4. La spasticité

La spasticité est fréquente après lésion médullaire et peut se manifester par une hypertonie d'un ou plusieurs segments de membres, des contractures (qui peuvent être douloureuses) ou des spasmes. Elle est évaluée par l'échelle d'Ashworth pour l'hypertonie, par l'échelle des spasmes pour les spasmes. Son traitement est fonction du caractère localisé ou global de la gêne occasionnée par la spasticité et du caractère complet ou incomplet de la lésion (en particulier, les possibilités de déambulation).

D'après NEUROLOGIE DE LA TETRAPLEGIE : Docteur PAUGET Médecin Chef du centre Médico-Universitaire Daniel Douady (Saint-Hilaire du Touvet). Compte rendu du Colloque. "PLONGÉE ET TÉTRAPLÉGIE". Hyères les 4 et 5 octobre 1997

L'APPAREIL SENSORIEL

- Vision
- Audition
- Odorat
- Goût
- Toucher

4.2 ADAPTATION CARDIOVASCULAIRE

- ❑ Conséquences hémodynamiques de l'immersion
 - Pression intra-thoracique négative : ascension du diaphragme
 - Redistribution de la masse sanguine
 - Augmentation de la précharge
 - Augmentation de 10 à 25% du débit cardiaque. Augmentation du volume d'éjection systolique (VES)
 - Vasoconstriction périphérique : augmentation de la post-charge
 - Diurèse d'immersion (X4 par réactions ADH et FAN)
- ❑ Chez le plongeur tétra ou paraplégique:
 - Bradycardie par prédominance parasympathique (centres du tronc cérébral préservés)
 - Hypotension orthostatique : pas de tachycardie ni vasoconstriction d'adaptation en sous lésionnel : moindre augmentation de la post charge.
 - Réduction importantes de l'œdème de stase des membres inférieurs (vasoplégie) par la pression hydrostatique : augmentation d'autant de la précharge.
 - Réduction du lit vasculaire liée à l'atrophie sous-lésionnelle : augmentation moindre de la précharge.

Absence d'études ou fragmentaires. Les quelques recueils effectués chez des plongeurs tétraplégiques sont non significatifs. Ils comportaient une prise de TA et du pouls à la sortie de l'eau qui ne semblaient pas modifiés.

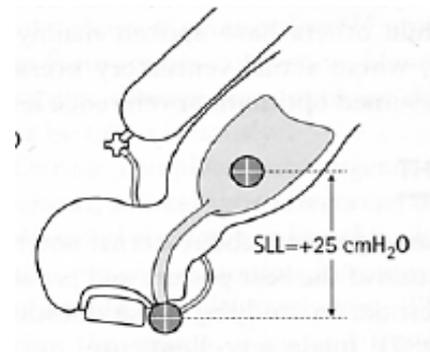
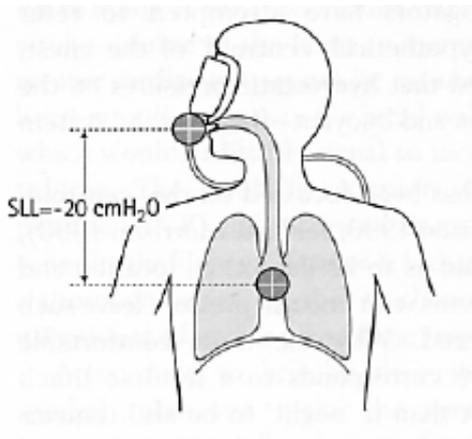
4.3 ADAPTATION RESPIRATOIRE

Respiration,

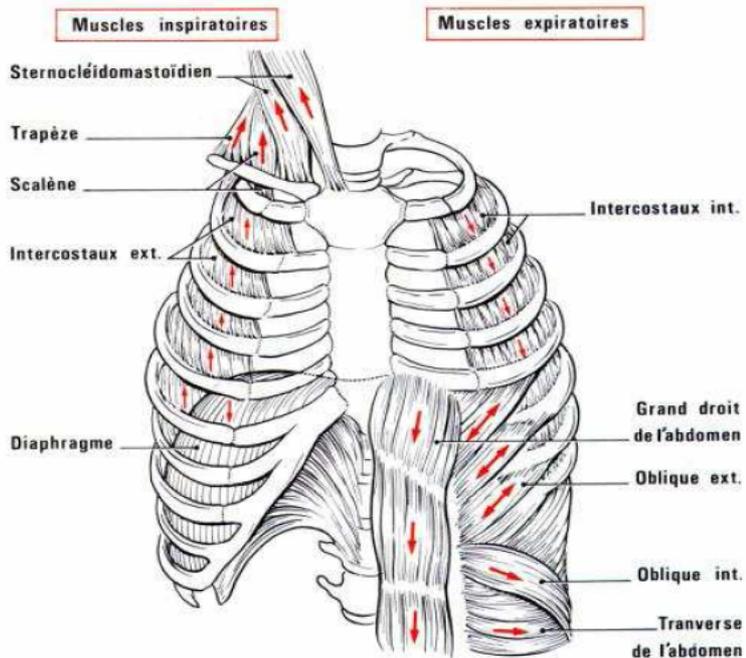
équilibre et déplacement sont trois des fondamentaux techniques de la plongée. Ils interagissent dans toutes les capacités à acquérir lors de la formation du plongeur.

- ❑ Rappel : chez le plongeur valide : syndrome restrictif lié à l'immersion
 - Immersion : perte de 30% du VRE (Volume de réserve expiratoire)
 - Capacité Vitale = diminution de 300 ml
 - VR identique
 - Augmentation du travail respiratoire de 60% par augmentation des résistances

- Rapports VA/Q en immersion :
 - En position debout: P barycentre > P bouche
 - Inspiration difficile
 - Expiration facilitée
 - En position allongée ventrale: P bouche > P barycentre
 - Inspiration facilitée
 - Expiration difficile



- Rappel : les muscles de la respiration



- C3 – C4 – C5 : diaphragme.
- C5 : grand dentelé, scalènes.
- C6 : grand dorsal, grand pectoral, grand rond.
- T1 à T8 : intercostaux.
- T6 à T12 : abdominaux.

- ❑ Chez le tétraplégique
 - lésion supérieure à C5 : atteinte des inspireurs et des expirateurs.
 - Lésion inférieure à C5: L'inspiration est active. Elle ne pose pas de réel problème car réalisée à 70% par le diaphragme (C3-C5) et accessoirement : sternocléidomastoïdiens (C2), scalènes (C4)
 - Mais l'expiration reste insuffisante, la toux inefficace, les efforts impossibles avec un risque d'encombrement (fausses routes), les intercostaux (T1) sont non fonctionnels.
- ❑ En plongée l'expiration doit se faire contre une résistance accrue liée à la pression hydrostatique, la résistance mécanique du détendeur, l'augmentation de densité de l'air, la turbulence des flux dans les voies respiratoires.
- ❑ L'expiration active forcée est impossible selon le niveau lésionnel : absence des muscles intercostaux et abdominaux (C4 C5 C6)
- ❑ Dans les paraplégies hautes et cervicales basses la toux peut garder une certaine efficacité grâce aux muscles accessoires (Intercostaux, Gd pectoral, Gd dorsal, Gd dentelé)

Au syndrome restrictif lié à la plongée se rajoutent les atteintes propres du plongeur rendant nécessaire une étude fonctionnelle respiratoire chez les tétraplégiques et les paraplégiques hauts.

ETUDE : Physiologie respiratoire du tétraplégique appliquée à la plongée : Docteur Bernard WUYAM, pneumologue au C.H.U. de Grenoble. Colloque tétraplégie et plongée 2005.

Mesures de la capacité vitale

L'étude est réalisée sur cinq sujets tétraplégiques de niveau lésionnel C6-C7, jeunes, sans surcharge pondérale.

La CV (capacité vitale) mesurée en position assise est égale à plus de 60% de la valeur prédite avec une certaine dispersion, la valeur maximale étant à 87% de la prédite, et la minimale autour de 40%.

Il note une augmentation significative de la CV en position allongée alors que c'est le contraire chez le sujet valide. Les valeurs approchent 4 litres ce qui est tout à fait considérable. Il attribue cette progression à un ensemble de facteurs : l'action de la gravité sur le contenu abdominal, et la disponibilité plus importante de certains muscles en position allongée, alors qu'ils participent au tonus de posture en position assise.

Mesure des pressions expiratoires et inspiratoires :

Ces mesures des pressions inspiratoires et expiratoires maximales s'effectuent sans mobilisation d'air, donc contre quelque chose de fermé ce qui permet de mesurer la force des muscles. On obtient alors des valeurs absolues Pi max (pression inspiratoire maximale), et résistance max (pression expiratoire maximale). Dans ce cas, il est impossible d'avoir des résultats en pourcentage de valeur prédite puisque la pression dépend toujours de l'air disponible dans les poumons, ainsi la résistance max est forcément plus importante en début d'expiration qu'en fin, et il est par conséquent impossible d'effectuer une moyenne fiable d'un individu à l'autre.

Malgré tout les valeurs de Pi max obtenues sont tout à fait correctes (en moyenne : -75 cm d'eau), et l'on considère qu'il y a une faiblesse chez un adulte valide si cette mesure est inférieure à -70 cm d'eau. Là encore il y a un certain écart puisque les valeurs s'étagent entre -110 et -54 cm d'eau.

La surprise la plus importante vient des valeurs constatées des résistances max, alors qu'il n'y a aucun intercostal disponible ou aucun abdominal. En effet il constate des résultats moyens autour de 90 cm d'eau, alors que les valeurs moyennes chez les valides, même si elles varient avec l'âge, sont voisines de 120-150 cm d'eau. Là encore il y a un écart entre 72 et 110 cm d'eau. Donc la bonne surprise de l'expérimentation est de trouver une fonction des muscles expirateurs paradoxale très importante, Ceci a un impact sur les capacités d'expiration actives lors de la remontée (prévention de la surpression pulmonaire).

Électromyogramme des muscles respiratoires :

L'origine de cette pression expiratoire résiduelle pourrait être liée au chef claviculaire du muscle pectoral. Pour étayer cette hypothèse il pratique un électromyogramme chez un sujet tétraplégique lors d'une toux active.

Il ne constate aucun signe sur le muscle abdominal, mais une sorte de « bouffée » d'activité électromyographique très nette sur le pectoral. Cette contraction musculaire va diminuer la section du haut de la cage thoracique. L'activité de ce muscle ne serait pas isolée sinon elle entrainerait des mouvements de l'extrémité supérieure du bras. Il en conclue qu'il existerait vraisemblablement un jeu d'agoniste et d'antagoniste, assuré par le muscle Grand Dorsal, voir même le Grand Dentelé pour fixer l'épaule, de manière à ce que l'effet respiratoire soit le plus important.

Conclusion

La conclusion de cette étude est que les volumes mobilisés paraissent relativement satisfaisants avec une certaine capacité de recrutement de muscles à fonction expiratoire. Certaines questions sont évoquées de manière peu précise et mériteraient un approfondissement. Comment et à quel point les muscles scapulaires restent-ils disponibles pour la respiration durant la nage sous-marine ?

Ceci pourrait être l'explication de l'absence d'accident de surpression pulmonaire à la remontée avec le recul de nombreuses années de pratique même chez certains tétraplégiques qui avouent des plongées largement au-delà des 6 mètres recommandés.

4.4 ADAPTATION LOCOMOTRICE

❑ EFFORT EN IMMERSION :

- Augmentation de la VO₂ en palmage : *Jammes, Coulange et al. 2008*
- Consommation en oxygène : *Town et al. 1991; Frangolias and Rhodes 1995; Hall et al. 1998; Park et al. 1999*
 - ↑ à vitesse égale
 - >> Densité de l'eau (modification du mouvement)
 - >> ↑ débit cardiaque + vasodilatation (hyper-perfusion relative des tissus)
 - >> ↑ peptides natriurétiques (↑ la perméabilité capillaire)

❑ EFFORT EN EAU FROIDE :

- pas d'effet température sur la consommation en oxygène : *Hall et al. 1998*
- Réponse ventilatoire :
 - ◆ *Moindre* : congestion sanguine pulmonaire, ascension diaphragmatique et contention hydrostatique thoracique. *Nakanishi et al. 1999*
- Réponse cardiaque chronotrope
 - ◆ *Moindre* : rôle prépondérant de la pression hydrostatique sur la redistribution des volumes sanguins par rapport aux effets directs du froid et de l'exercice. *Nakanishi et al. 1999*
 - ◆ *Majorée* : diminution de la précharge secondaire au travail ventilatoire accru et vasodilatation due au réchauffement corporel. *Choukroun et al. 1990, Almeling et al. 2006*

□ Chez le tétra ou paraplégique

- Déplacement avec les bras et +/- ondulations du corps
- Rendement énergétique faible
- Risque d'essoufflement
- Attention aux lésions des épaules : coiffe des rotateurs

4.5 THERMOREGULATION

4.51 RAPPELS

EQUATION DU BILAN THERMIQUE

$$\dot{M} \pm \dot{C} \pm \dot{K} \pm \dot{R} - \dot{E} = \pm \dot{S}$$

- **M** : 1°) métabolisme de base : 40W : m², dont : viscères 56%, muscles 18%, cerveau 15%
 - 2°) activité musculaire squelettique : 90%
 - 3°) le frisson x 4 la production de chaleur
- **C** : **Convection** : transfert de chaleur par l'intermédiaire d'un fluide en mouvement
- **K** : **Conduction** : transfert de chaleur au travers de deux solides en contact
- **R** : **Rayonnement** : sous forme d'infra rouges du plus chaud vers le plus froid
- **E** : **Evaporation** : sueur, respiration

La neutralité thermique dans l'air = 25°C, dans l'eau = 34°C

CONDUCTIVITE : 25 fois supérieure dans l'eau/air

CONVECTIVITE :

<small>Boutellier et al. 1979</small>	hc (W.m ² .°C ⁻¹)
Air	2,5
Eau (35°C)	45
Eau Froide + 0,1 m.s ⁻¹	60
Eau Froide + 0,25 m.s ⁻¹	200

4.52 EN PLONGEE: les pertes caloriques

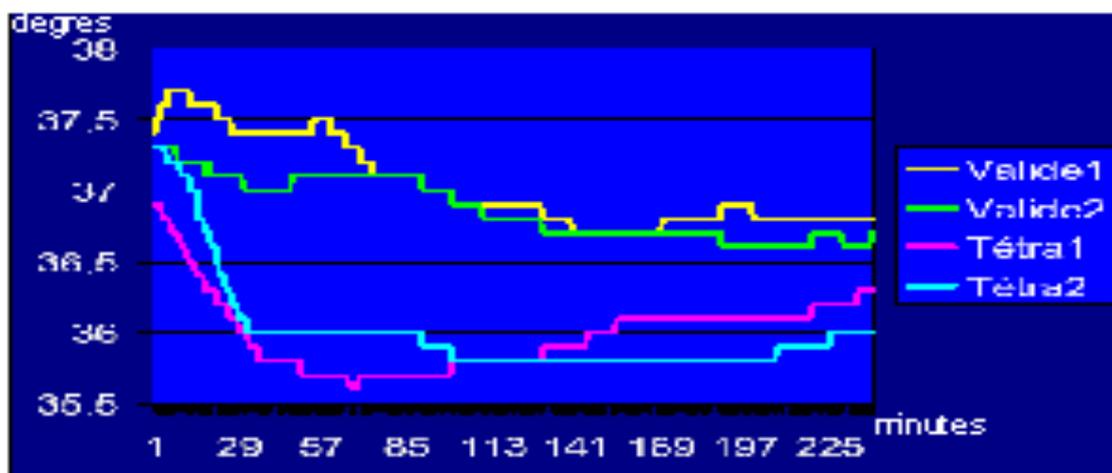
- La chaleur va du corps vers la périphérie au contact de la couche d'eau par conduction, puis par convection de la couche limite vers l'eau environnante
- La vitesse de transfert est fonction du différentiel thermique, de la vitesse et de la turbulence de l'eau au contact du corps

53. LE FROID Chez le para et tétraplégique :

- Pas de vasoconstriction périphérique réflexe au froid en sous-lésionnel
- Pas de frisson (tétra)
- Problème de l'adaptation de la protection thermique
- Respiration de gaz froids : convection augmentée
- Respiration de gaz sec : évaporation augmentée

Extrait de l'étude du GERTP :

Evolution comparée de la température interne de 2 sujets tétraplégiques et 2 sujets valides. Tous sont revêtus d'une combinaison néoprène de 7 mm d'épaisseur et plongés dans une eau à 18 °C pendant 30 minutes. La température est enregistrée pendant les phases d'immersion, séchage, rhabillage et repos (total 4 heures). On constate de façon flagrante la grande vulnérabilité de la température centrale du tétraplégique aux conditions thermiques extérieures.



4.54 LA CHALEUR : Attention aux gains thermiques : absence de sudation pour les tétraplégiques. Attention aux conditions climatiques et à l'exposition au soleil.

4.6 DENITROGENATION

- En pratique le problème ne se pose pas du fait des limitations de profondeur et de durée actuelles.
- Absence d'études, mais 28 ans de pratique sans accident.
- On retient pour mémoire le rôle supposé des compressions médullaires à minima dans certains ADD et de la stase veineuse rachidienne.
- Devenir des bulles syringomyéliques au niveau lésionnel ?
- Présence de bulles décrites pour des profondeurs d'immersion de 6 mètres...

5. FORMES CLINIQUES - Classification par pathologies

Plongée pour qui?

- 5.1 Les pathologies médullaires
 - 5.11 Para tétraplégies
 - 5.12 Séquelles de Poliomyélite
- 5.2 Les atteintes neurologiques cérébrales
 - 5.21 Hémiplésies

5.22

Traumatismes crâniens	5.23
Syndrome cérébelleux	5.24
Insuffisances motrices d'origine centrale	
➤ 5.3 Les atteintes neurologiques périphériques	
5.31 Atteintes radiculaires	5.32
Atteintes tronculaires	5.33 Spina Bifida
➤ 5.4 Amputations et Agénésies	
➤ 5.5 Les myopathies	
➤ 5.6 Les maladies articulaires	
➤ 5.7 Les atteintes sensorielles	
5.71 Sourds et malentendants	5.72 Non
et mal voyants	

5.1 LES ATTEINTES MEDULLAIRES

5.11 PARA TETRAPLEGIES: 1500/an

« La paraplégie se définit comme une atteinte des deux membres inférieurs, la tétraplégie comme une atteinte des quatre membres. Il en existe de multiples causes : tumorales, infectieuses, inflammatoires (sclérose en plaques, maladie de Behcet), vasculaires. L'étiologie la plus fréquente est traumatique. Les données épidémiologiques montrent que les personnes atteintes sont majoritairement des hommes jeunes, et que les accidents de la voie publique sont la cause la plus fréquente de lésion médullaire. Grâce à la médecine d'urgence et à la réanimation, les personnes atteintes de lésion cervicale, même haute, survivent. Les études montrent que, parmi les blessés médullaires, la proportion de tétraplégiques est en augmentation, représentant environ 50 % des blessés médullaires (BM), soit près de 700 nouveaux cas par an en France ». **Laurence Mailhan**
Service de Médecine Physique et de Réadaptation, Hôpital la Pitié-Salpêtrière, Paris.

Le niveau neurologique Il est défini comme étant le niveau le plus distal où sensibilité et motricité sont intactes. La définition française qui considérait le niveau neurologique comme le premier métamère atteint a été abandonnée au profit de la définition anglo-saxonne.

Le niveau neurologique est défini comme étant le niveau le plus distal où sensibilité et motricité sont intactes.

☐ Causes:

- ↓ **Traumatismes**: **direct** (élongation, compression, section) - **indirect**: fracture (AVP, chute, AT, Sport...)
- ↓ **Myélites**: inf ou? Brut ou progress.
- ↓ **Tumeurs**: Extra ou intra médullaires.
- ↓ **Accidents vasc**:

☐ Tableau

- ✂ De 0 à 6 mois:
 - Paralyse
 - Anesthésie
 - Aréflexie
 - hypotonie
- ✂ Au delà de 6 mois.
 - Récupération?
 - Hyper réflexie
 - Spasticité

☐ CAT

- ☑ Ramassage
- ☑ CHU
- ☑ CRF

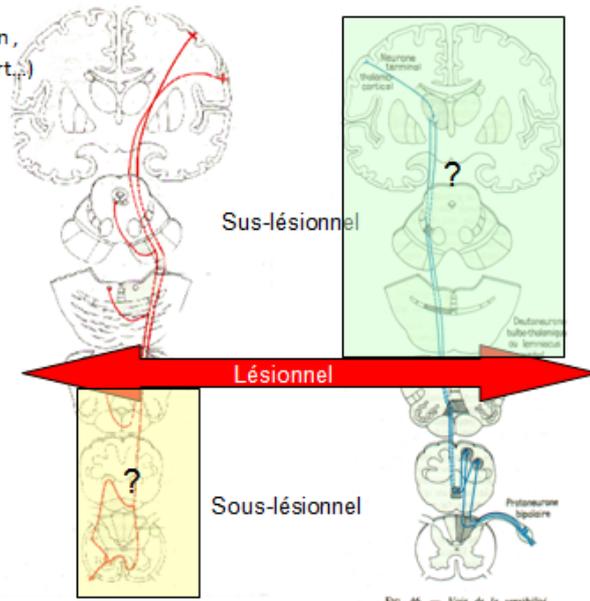
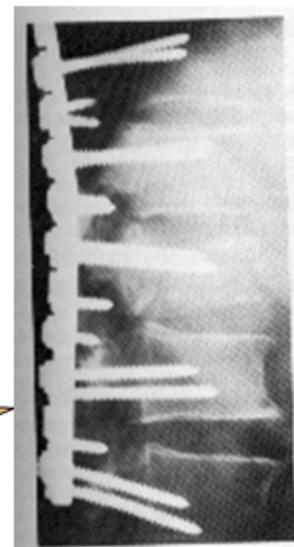
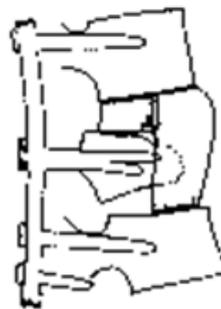
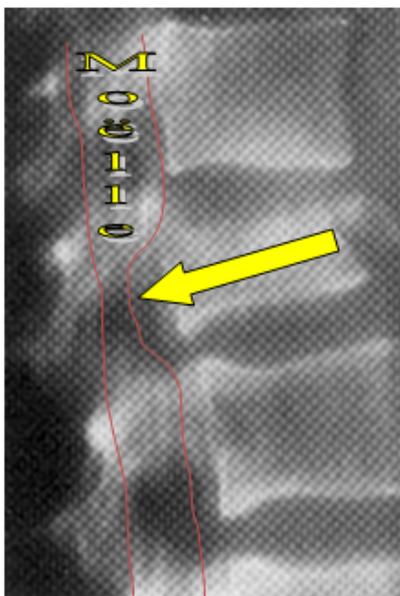


FIG. 46. — Voir de la sensibilité proprioceptive consciente.

Le calibrage et la stabilisation

Fracture vertébrale opérée.



LES DÉFICIENCES MOTRICES ET SENSITIVES

Pour la classification des déficiences motrices et sensitives, on utilise la classification neurologique internationale des lésions médullaires ASIA-IMSOP, publiées en 1994 (1).

❑ **Le niveau moteur**

Il correspond au groupe musculaire clé le plus distal coté à 3 ou plus, les segments plus proximaux étant tous cotés à 5.

Les groupes musculaires clés sont: fléchisseurs du coude (C5), extenseurs de poignet (C6), extenseurs du coude (C7), fléchisseurs des doigts (C8), abducteurs des doigts (auriculaire-T1), fléchisseurs de hanche (L2), extenseurs du genou (L3), fléchisseurs dorsaux du pied (L4), extenseurs du gros orteil (L5), fléchisseurs plantaires du pied (S1). La contraction anale volontaire est également testée (oui/non), elle explore les segments S4-S5. Les cotations pour chaque groupe musculaire clé vont de 0 à 5 (Tab. 1).

Le score moteur, somme des scores de chaque groupe musculaire (maximum 100), est peu utilisé en pratique.

❑ **Le niveau sensitif**

Il correspond au dermatome le plus distal ayant une sensibilité normale au piquer et au toucher des deux côtés. Quand le niveau sensitif se situe dans une zone non explorée par un groupe musculaire clé (C1 à C4, T2 à L1, S3 à S5), le niveau moteur est désigné comme le niveau sensitif. Leur cotation va de 0 à 2. La sensibilité anale (oui/non) est également testée, elle explore les dermatomes S4-S5.

❑ **Caractère complet ou incomplet de la lésion**

Une lésion est dite complète s'il n'existe pas de fonction motrice ou sensitive dans les derniers segments sacrés. Une lésion est dite incomplète, s'il existe une fonction motrice ou sensitive sous le niveau neurologique, incluant les derniers segments sacrés. S'il existe une fonction motrice (contraction volontaire du sphincter anal) ou sensitive (piquer ou toucher dans les dermatomes S4-S5 ou sensibilité anale au TR) dans les derniers segments sacrés, on parle d'épargne sacrée.

Pour définir ce caractère complet ou incomplet de la lésion, on utilise la classification de Frankel (tableau 2), ou plus fréquemment la classification ASIA

TABLEAU 2 - CLASSIFICATIONS FRANKEL ET ASIA DES LÉSIONS.

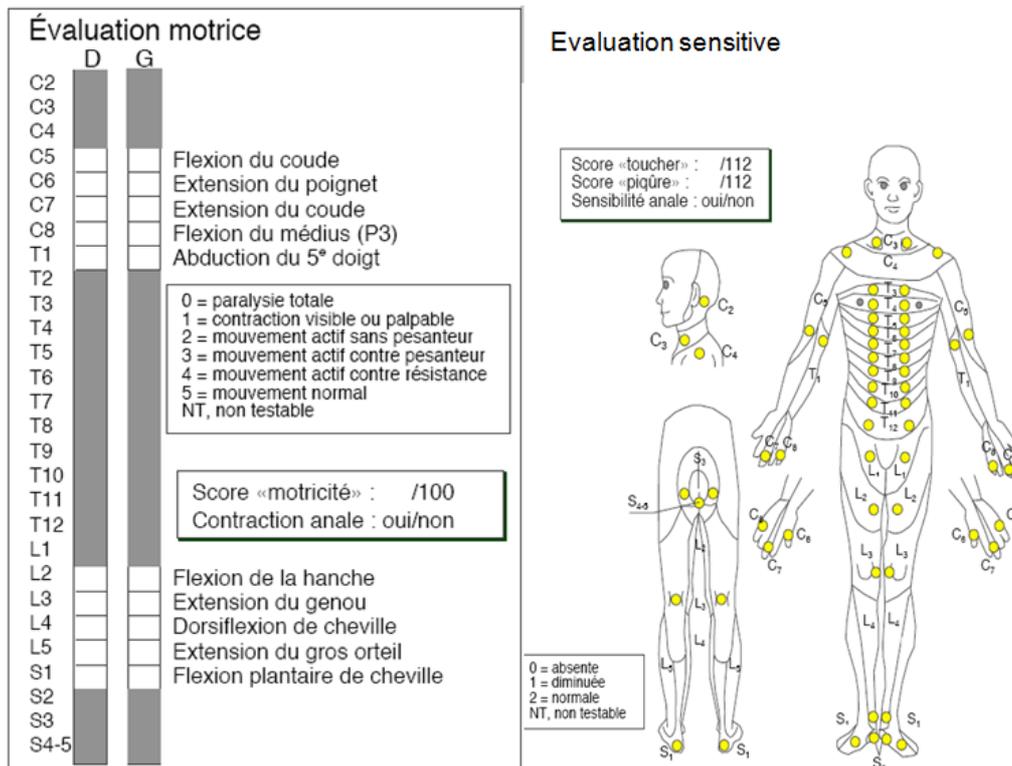
FRANKEL

- A- Lésion complète
- B- Lésion motrice complète, sensitive incomplète
- C- Lésion motrice non fonctionnelle
- D- Lésion motrice fonctionnelle
- E- Récupération complète

ASIA

- A- Lésion complète : absence de fonction sensitive ou motrice en S4-S5
- B- Lésion incomplète : présence d'une fonction sensitive (sans motricité) sous le niveau neurologique, s'étendant aux segments sacrés S4-S5
- C- Lésion incomplète : présence d'une fonction motrice sous le niveau neurologique, plus de la moitié des muscles clés ayant un score < 3
- D- Lésion incomplète : présence d'une fonction motrice sous le niveau neurologique, la moitié des muscles clés ayant un score ≥ 3
- E- Normal

SCORE ASIA



❑ Les troubles vésico-sphinctériens

Ils sont constants chez les blessés médullaires. Il convient de les rechercher et de prévenir leurs éventuelles complications car celles-ci sont la première cause de mortalité chez les blessés paraplégiques. Ces troubles varient en fonction du niveau de la lésion.

Il existe une coordination vésico-sphinctérienne par une balance entre les systèmes orthosympathique et parasymphathique : cette synergie vésico-sphinctérienne est un réflexe à point de départ périméal et sous le contrôle du centre mictionnel protubérantiel.

Deux types de troubles vésico-sphinctériens :

Il y a 2 types de troubles vésico-sphinctériens après lésion médullaire : d'une part une incapacité à retenir les urines (incontinence) et une difficulté à vider la vessie (dysurie).

- **L'incontinence urinaire** est due à l'hyperactivité vésicale avec des fuites urinaires survenant de manière inopinée puisque la contraction vésicale est réflexe et que le message sensitif d'alerte peut avoir totalement disparu. Dans les syndromes de la queue de cheval l'incontinence est plus souvent une incontinence d'effort sur vessie pleine (dite par regorgement), lors des changements de position par exemple par perte du tonus urétral.

- **La dysurie** est due soit à un défaut de relaxation du sphincter strié urétral lors de la contraction détrusorienne (dysnergie vésico-sphinctérienne pathognomonique d'une atteinte médullaire), soit à une acontractilité ou hypoactivité détrusorienne (lésion périphérique).

Neurologies n°45 - Novembre 2002 - Vol. 5 : p418

EN PLONGEE

Dr. JM GACOU colloque tétraplégie et plongée. 1997 Hyères.

« - Tétraplégie C6 : c'est le handicap le plus lourd que nous ayons admis dans nos plongées mais notre limite est subjective. Ce patient peut porter les mains à son masque, évacuer un peu d'eau,

communiqué par mouvements de la tête et des yeux, mais ne peut pas gérer sa «stab » ou enlever et remettre son embout. L'encadrement est donc maximum.

- Tétraplégie C7 : à la différence du premier il peut gérer sa « stab » à condition d'apprendre à le faire dans les règles de sécurité, il peut se déplacer à l'aide des bras (triceps et biceps) et transmettre à l'ensemble de son corps un mouvement d'ondulation. Enfin, il peut enlever et remettre son embout (même s'il ne le fait pas toujours d'une main).

- Tétraplégie C8 : la main plus rigide permet une brasse plus efficace et une communication plus riche. La maîtrise de la « stab » et le vidage de masque sont plus faciles.

- Paraplégie D1 : la progression est encore plus efficace, le plongeur peut également replacer un masque enlevé ou perdu, récupérer un embout perdu et gérer seul sa «stab ». »

TETRAPLEGIE MEDULLAIRE

Niveau	Muscle	Vidage masque	Embout	Communi	Progress
C6	Deltoïde	0	0	Tête/yeux	0
C7	Biceps	+ / -	+ / -	T / Y	faible
C8	triceps palm ext	+	+ / -	T/Y+MS	faible
D1	fléch	+	+	MS	moy

Docteur J-M GASCOU Médecin Fédéral FFH

12. SEQUELLES DE POLYOMYELITE AIGUE ANTERIEURE

- Définition** : Atteinte corps cellulaire du deutoneurone dans la corne antérieure de la moelle.
- Origine** : Virale. Eau baignade.
- Incubation**
- Début** : brutal des paralysies : asymétriques, diffuses, d'intensité variable.
- Régression**: Récupération partielle sur quelques mois, puis séquelles proprement dites.
- Séquelles**: Paralysie - Flasque - Aréflexique - Amyotrophie - Sensibilité normale.
- Complications** : Rétractions, déformations, retard de croissance (inégalité de longueur MI), scoliose fragilité osseuse.
- Devenir**: Vaccination.
- Aptitude au sport** : excellente pour tous les sports, natation et plongée (favorisées par l'allègement), basket en FR (fauteuil roulant), couse en FR... **En plongée** : l'atteinte est asymétrique, incomplète et uniquement motrice, rendant le plongeur capable spontanément de nombreuses suppléances.

- ❑ **Rôle du responsable sportif** : Bien connaître l'étendue des paralysies. Attention à la fragilité osseuse. Ne pas aggraver un problème orthopédique par le sport.

5.2 ATTEINTES NEUROLOGIQUES CEREBRALES

5.21 HEMIPLEGIES

- ❑ **Définition** : atteinte motrice de l'hémicorps, concernant classiquement la voie motrice principale : le faisceau pyramidal. Toutefois des troubles extrapyramidaux peuvent être associés.
- ❑ **Description** : L'hémiplégie est dite:
 - **Proportionnelle** quand membre supérieur et membre inférieur sont également atteints
 - **Non-proportionnelle** quand le déficit prédomine sur un membre
 - **Totale** quand le déficit est massif
 - **Partielle** quand les mouvements sont encore possibles.

En phase initiale le plus souvent, le tonus et les réflexes ostéo-tendineux sont abolis, il existe un signe de Babinski. La spasticité qui survient habituellement après quelques semaines peut exister d'emblée: la rigidité est du type élastique, avec réflexes ostéo-tendineux vifs du côté atteint, le ballant passif étant diminué.

- ❑ **Etiologie**
 - Vasculaires le plus souvent: Ramollissement, Hémorragie, Malformations vasculaires
 - Tumeur : bénigne ou maligne
 - Maladie inflammatoire : SEP
 - Traumatisme crânien

5.22 TRAUMATISES CRANIENS

Traumatisé crânien

- Coma initial : plus ou moins long et profond
- Lésions: Hématome- Œdème.
- Poly traumatisme
- Paralysies résiduelle à type d'hémiplégie flasque
- Spasticité parfois d'emblée sur hémiplégie avec attitudes vicieuses
- Atteintes cérébelleuses résiduelles possibles.

La problématique résidera dans les troubles associés :

- Comitialité
- Altération des fonctions supérieures.
- Troubles du caractère
- Troubles de l'humeur

Complications: spasticité - rétraction- POAN

L'antécédent de comitialité dite guérie pose le problème de l'abaissement du seuil épileptogène qui peut éventuellement être dépisté par une épreuve d'hypocapnie (hyperventilation) au cours d'un électroencéphalogramme (EEG).

Les troubles imprévisibles et brusques du comportement en font un plongeur « exceptionnel » c'est dire nécessitant un encadrement par un moniteur de niveau C2, d'une extrême vigilance. Risque de

remontée panique avec surpression pulmonaire même chez un plongeur ayant un vécu de nombreuses plongées et un acquis technique conséquent.

Les bénéfices attendus se feront sur les capacités de concentration et la coordination.

23. SYNDROME CEREBELLEUX

Centre de coordination et de l'équilibre.

☐ Clinique

- Démarche pseudo-ébrieuse.
- Ataxie - astasie.
- Dysmétrie
- Adiadococinésie
- Dysarthrie

☐ Etiologie

- Traumatisme crânien
- IMC
- SEP
- Héredo dégénérescence
- tumeur
- inflammation
- lésion vasculaire

24. INSUFFISANCE MOTRICE D'ORIGINE CEREBRALE

☐ Atteinte du cerveau

- 70% Ante natal
 - Décollement placentaire
 - Intoxication maternelle : tabac, alcool, drogues, diabète...
 - Viroses
 - Accidents traumatiques
- 20% Néo natal
 - Incompatibilité sanguine.
 - Souffrance néo natale
 - Anoxie NN: cordon, obstruction par inhalation
 - Prématurité
- 10% Post natal
 - Encéphalite
 - Traumatismes
 - Convulsions

Non héréditaire. Non évolutive. Niveau intellectuel variable.

☐ Formes cliniques

- Le LITTLE:

- ◆ Paralysie de type spasmodique des 2 membres supérieurs ou inférieurs, sans trouble sphinctérien.
 - ◆ Facteur E (émotivité).
 - ◆ Comitialité souvent associée.
 - ◆ Déformations des membres inférieurs, supérieurs, de la colonne vertébrale
 - ◆ Troubles de la locomotion
 - ◆ Instabilité psychomotrice
 - ◆ Troubles du langage et de la vision.
- L'athétosique (lésion des noyaux gris centraux)
- ◆ Torsion de l'ensemble du corps avec inclinaison latérale associée à une flexion-extension du cou
 - ◆ Difficulté à marcher
 - ◆ Perte d'équilibre
 - ◆ Perturbation des mouvements des yeux
 - ◆ Hypoacousie (diminution de la perception des sons)
 - ◆ Parfois, difficulté à effectuer des gestes de la vie courante
 - ◆ Spasmes
 - ◆ Association avec une chorée (mouvements désordonnés involontaires) : chorée-athétose Renforcement des symptômes par : La fatigue, la concentration, le travail intellectuel, le stress, l'anxiété.
 - ◆ Diminution des symptômes pendant le sommeil
 - ◆ Troubles de la de la déglutition
 - ◆ Autonomie - déplacements

Seul le little léger ou modéré pourra plonger en tenant compte des capacités intellectuelles conservées dans les formes mineures et de l'absence de comitialité. Le risque de perte d'embout et les troubles de la déglutition contre indiqueront l'athétosique.

5.3 LES ATTEINTES NEUROLOGIQUES PERIPHERIQUES

31. LES ATTEINTES RADICULAIRES

□ Etiologie

- Traumatismes : AVP – Plaie
 - ◆ Syndrome du plexus brachial Paralysie flasque - aréflexique amyotrophique complète : associée à des **douleurs** et des troubles trophiques. Partielle.
 - ◆ Plexus lombo-sacré
- Maladie de GUILLAIN BARRE: Cause inconnue - paralysies symétriques, douloureuses des 4 membres d'allure périphérique avec troubles sensitifs. Récupération partielle

32. LES ATTEINTE TRONCULAIRES

□ Membres supérieurs

- Circonflexe : Deltoïde

- radial: Extenseur : Coude, poignet, doigts
- cubital: Interdigitaux, hypothénard
- médian: Flexion poignet doigts, thénard

- ❑ Membres inférieurs
 - obturateur
 - Sciatique
 - SPE : Releveurs pied, péroniers
 - SPI: Triceps sural
 - Crural: Quadriceps

Nerfs mixtes : **Paralysie** : Flasque avec aréflexie et amyotrophie. **Anesthésie**: (Dans le territoire du nerf)

❑ Etiologie

- Section
- étirement
- compression

❑ Complications

- Douleurs
- Rétractions

❑ Aptitude au sport

- Le plus souvent bonne. La paralysie étant localisée, utilisation des membres sains restants.
- D'une manière générale, faire pratiquer un sport qui va solliciter les segments partiellement atteints pour les développer.
- La natation est recommandée.
- Problème du membre ballant et des douleurs.

❑ Rôle du responsable sportif

- Orienter autant que faire se peut vers une activité sportive qui utilisera le membre atteint tout en respectant les souhaits du sportif.
- Pas de contre indication de principe à la plongée.

33. SPINA BIFIDA

❑ **Définition** : Malformation congénitale de la moelle épinière des méninges et des vertèbres. Défaut de fermeture du tube neural entre 21 et 28 j et des arcs postérieurs des vertèbres, au 5^{ème} mois

❑ **Etiologie**: Génétiques (consanguinité), carencielles (Acide folique, Zn), métaboliques (diabète), thermiques.

❑ Tableau clinique

- Paralysie : varie suivant le niveau : S2-D10
- Troubles sensitifs
- Déformations
- Troubles vésico-sphinctériens
- Troubles ano-rectaux et génito-sexuels.

- Hydrocéphalie par sténose aqueducale.
- Troubles oculaires : strabisme
- Puberté précoce. Surcharge pondérale

Différents stades d'atteinte. Pas de contre indication de principe.

4. AMPUTATIONS AGENESIES

5.41 LES AMPUTATIONS

❑ **Définition** : Perte définitive de la partie ou totalité d'un membre

❑ **Etiologie**

- Congénitales = Agénésies - constat dès la naissance -
- Acquises :
 - ◆ Artérite
 - ◆ Traumatismes
 - ◆ tumeurs
 - ◆ Maladies : infectieuses – séquelles neurologiques
 - ◆ Membres supérieurs : 20% - Membres inférieurs: 80%

Clinique : Le moignon: peau, parties molles, os, articulation restante;

Complications : douleurs (inadaptation prothèse - névrome - membre fantôme - algo hallucinose) - blessures/ulcérations - macération.

Absence de contre indication à la plongée. Le cursus de qualification des niveaux techniques sera fonction des capacités résiduelles de compensation.

5.42 LES AGENESIES

❑ **Etiologies**

- Génétiques:1/800
- Embryopathies : 3 1er mois
 - ◆ Mère : primiparité - diabète – infections (rubéole, toxoplasmose, varicelle...)
 - ◆ Toxiques : thalidomide, autres
 - ◆ Physiques : radiation, chaleur
- Fœtopathies >8 semaines. Non retenu.
- inconnues

❑ **Formes cliniques**

- Agénésies transverses = Absence d'apparition: amputation
- Agénésies longitudinales = Aplasie d'un rayon de membre

❑ Bonne aptitude aux sports. Absence de contre indication à la plongée. Le cursus de qualification des niveaux techniques sera fonction des capacités résiduelles de compensation.

5. LES MYOPATHIES

- ❑ **Définition** : Maladies musculaires dégénératives héréditaires d'évolution progressive. Déficit en protéine musculaire
- ❑ **Formes cliniques:**
 - DUCHENNE DE BOULOGNE : enfance - évolution rapide : manque de force - pas de signes neurologiques- décès en quelques années: scoliose, rétractions, Insuffisance respiratoire, Insuffisance cardiaque.
 - MP des ceintures: plus tardive - touche épaules et bassin - évolution lente non mortelle.
 - MP facio-scapulo-humérale: touche la face, les épaules et les bras. Révélation tardive, évolution lente non mortelle.
 - Autres :

Il existe une multitude de formes cliniques. Il s'agit de d'identifier le caractère évolutif et de distinguer les myopathies d'évolution rapide

En l'absence de risque d'atteinte du muscle cardiaque il faudra évaluer le bénéfice risque d'un travail respiratoire. Entre excès de fatigue musculaire risquant d'aggraver l'évolution et stimulation douce en micropesanteur, il faudra réaliser une évaluation au cas par cas.

6. LES MALADIES ARTICULAIRES ET AUTRES

- ❑ Arthrose
- ❑ Arthrogrypose : peut entraîner une tétraplégie mais on est loin des tétraplégies d'origine neurologique.
- ❑ Achondroplasie
- ❑ Maladie de LOBSTEIN

5.7 LES ATTEINTES SENSORIELLES

5.71 SOURDS ET MAL ENTENDANTS

Les déficits partiels sont une contre indication absolue à la plongée. On conçoit aisément compte tenu de la fréquence des barotraumatismes que l'on ne veuille pas prendre le moindre risque d'aggravation chez un mal entendant quelle que soit l'origine de son trouble. Par contre la surdité complète n'est pas une contre indication. La communication par signes est déjà le propre des sourds. Mais la langue des signes et le vocabulaire sont spécifiques. Un travail préalable d'apprentissage réciproque entre le plongeur et le moniteur est donc indispensable.

5.72 NON et MAL VOYANTS

❑ Classification :

- B1 : NV: cécité complète ou pratiquement. Sensation lumineuse perçue, mais incapacité de reconnaître les objets.
- B2 : MV profonds: -
 - Amblyopes profonds: <1/30 avec correction
 - Rétrécissement du champ visuel < 5°.
 - Peut se déplacer, reconnaître les objets et les contours.
- B3 : MV: Amblyopes < 1/10
 - Rétrécissement du champ visuel < 20°
 - Déplacement aisé, reconnaît objets et voit de près.

❑ Etiologie

- Héréditaires : Albinisme.
- Congénitales : Rubéole.
- Acquises : Traumatisme, trachome, lésions des nerfs, décollement de rétine.

❑ Formes cliniques

- Atteintes précoces :
 - ◆ Retard psychomoteur et insuffisance de développement physique. Mauvaises attitudes. Troubles du schéma corporel et de la structuration de l'espace --> insécurité dans les gestes, marche malaisée, incoordination bras - jambes.
 - ◆ Retentissement psychologique : Dépend beaucoup de l'environnement familial puis social. Risque d'introversion ... dépression. Dans d'autres cas réactions de revendication affectives et sociales.
- Atteintes tardives :
 - ◆ Perte de vue après avoir pris connaissance de l'espace environnant et du monde extérieur. Les fonctions intellectuelles ne sont pas touchées. Exacerbation de l'ouïe et du toucher (rameur, sauteur, guide vocal ou sonore).

❑ Contre indications définitives:

- Prothèses creuses
- Pathologie vasculaire de la papille, de la rétine, de la choroïde non stabilisée, susceptibles de saigner.
- Kératocône > stade 2

❑ Contre indications temporaires :

- Chirurgie réfractive : PKR, Lasik : 1 mois
- Chirurgie de la cataracte, du glaucome et chirurgie vitréo-rétinienne : 2 mois
- Kératoplastie : 8 mois
- Infections aiguës du globe ou de ses annexes jusqu'à guérison
- Béta bloquants par voie locale : jusqu'à évaluation de la permanence du traitement

❑ Pour les niveaux 3 et 4 de plongeurs et pour les encadrants:

- vision binoculaire avec correction supérieure à 6/10 ou, si l'acuité visuelle d'un œil est inférieure à 1/10, l'acuité de l'autre œil >8/10

❑ Rôle du responsable sportif:

- Choix du guide
- Séances d'entraînement précédées par exercices de décontraction et relaxation.
- Persévérance et douceur dans l'enseignement du mouvement, souvent difficile à acquérir.
- Eviter les situations d'insécurité et de surprotection
- Entraînement dans le calme, plein air recommandé.
- Eviter tout sport susceptible d'aggraver le handicap visuel d '1 B2 ou B3.(tête inclinée vers le bas , apnée , répétitions de sauts plongeon...)
- Communication par contacts manuels. cf. annexe 3.

6. COMPLICATIONS Para Tétraplégie

- ❑ Escarres.
- ❑ Rétractions.
- ❑ Fragilité osseuse.
- ❑ Para Ostéo- Arthropathies Neurogènes.
- ❑ Urinaires
- ❑ Hyper Réflexie Autonome (épine irritative)

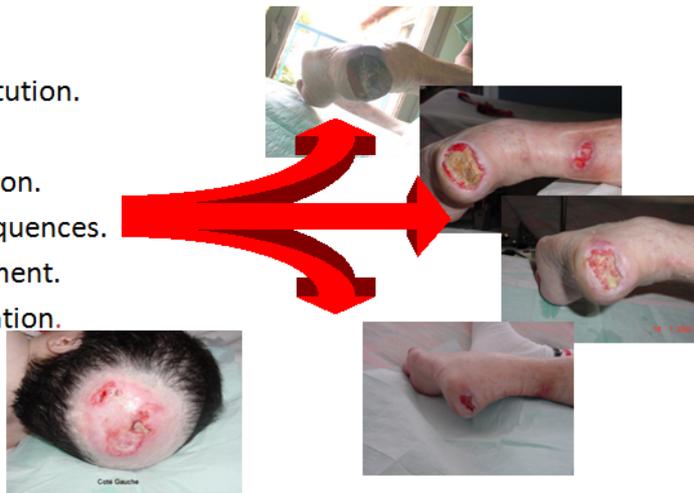
6.1 ESCARRES

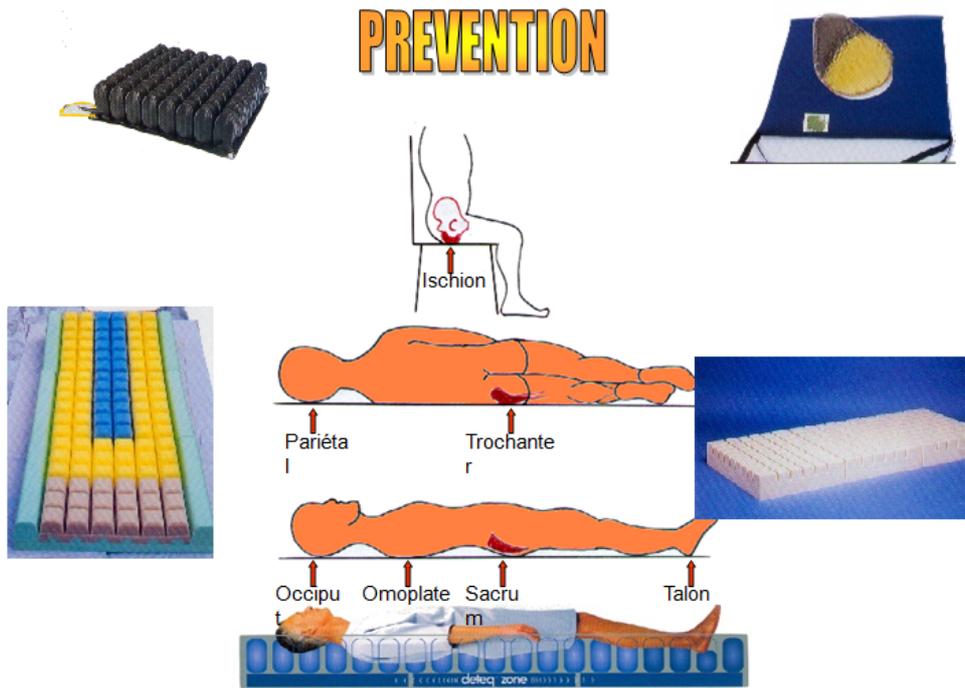
Complication fréquente avec une incidence de 25 à 30% par an chez les tétraplégiques. Elle constitue environ 20% des motifs d'hospitalisation après la sortie de médecine physique. L'analyse de la littérature montre des taux cumulés de survenue d'escarre lors de l'évolution chez les BM (paraplégiques et tétraplégiques confondus) de 30 % à 85 %

Neurologies n°45 - Novembre 2002 - Vol. 5 : p 413

• Escarre

- Constitution.
- Siège.
- Evolution.
- Conséquences.
- Traitement.
- Prévention.





6.2 RETRACTIONS

Rétractions:

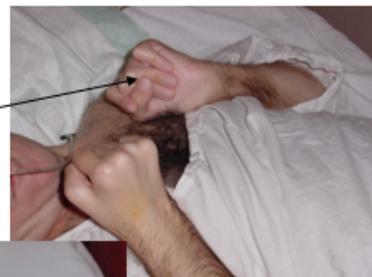
Elles sont liées aux positions imposées par la spasticité:

→ Membre supérieur (tétra).

- Add-RI d'épaule.
- Flexum de coude.
- Capotage du poignet.
- Griffe des doigts.

→ Membre inférieur/

- Flexum-Add-RI de hanche.
- Flexum de genou.
- Pied équin.



6.3 FRACTURES

Fragilité osseuse

Abence de mouvement



Mauvaise fixation du calcium



ostéoporose



fracture



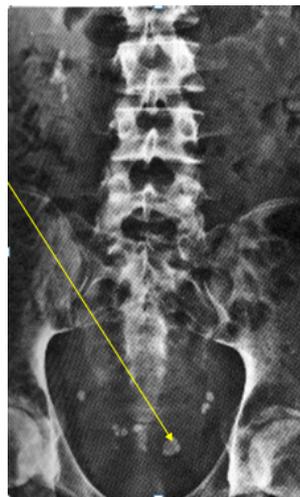
6.4 Les para-ostéo-arthropathies neurogènes ou ostéomes

Il s'agit également d'une complication fréquente (20 à 60 % des cas selon les critères d'exploration, et le caractère systématique ou non de ces explorations). Elles sont responsables d'une limitation d'amplitude articulaire des grosses articulations situées sous la lésion. Leur traitement préventif est difficile, et la chirurgie est le seul traitement efficace lorsqu'elles sont constituées.

Neurologies n°45 - Novembre 2002 - Vol. 5 : p413

6.5 URINAIRES

- Infection
- calculs



- Reflux
- Dysinergie
- Hyper réflexie autonome

6.6 HYPER REFLEXIE AUTONOME

Hyper-réflexie autonome (HRA)

Il s'agit d'une réponse végétative majeure à un stimulus nociceptif sous-lésionnel, survenant lors des atteintes supérieures à T6, complètes ou incomplètes.

Le principal signe clinique est la montée brutale de la TA, souvent accompagnée de céphalées pulsatiles occipito-cervicales, de sueurs sus-lésionnelles. On peut également noter une horripilation sus-lésionnelle, des paresthésies, tremblements, une vasodilatation de la face, une obstruction nasale, des nausées. L'urgence (risque de crise convulsive, hémorragie cérébrale, œdème pulmonaire) réside dans la recherche et le traitement du facteur déclenchant, associée si besoin à la mise en position proclive et l'administration de nifédipine en sublingual. Les problèmes urinaires (distension vésicale) sont au premier rang des causes d'HRA: sonde à demeure bouchée, gros volume (si auto- ou hétéro-sondages intermittents), infection urinaire, lithiase. Les autres causes sont: fécalome, fissure anale, complication digestive, escarres, ongles incarnés.

Neurologies n°45 - Novembre 2002 - Vol. 5 : p418

7. CONTRE INDICATIONS A LA PLONGEE HANDISPORT

Contre-indications définitives

- séquelle de traumatisme crânien avec comitialité ou traitement anti-comitial,
- maladies neurologiques avec traitement anti-comitial (séquelle de tumeur opérée)
- tétraplégie au-dessus de C6,
- myopathie d'apparition précoce et d'évolution rapide (ou apparentée),
- IMC athétosique avec dystonique bucco faciale majeure,
- IMC avec facteur émotionnel important,
- syndrome douloureux avec traitement médical lourd (morphinique ou dérivés)
- matériel d'implantation péri ou intra dural,
- instabilité psychomotrice,
- niveau intellectuel particulièrement bas
- hémiplégie vasculaire,
- amputation artéritique.

Sur avis du médecin connaissant le handicap

- sclérose en plaques (ou autres scléroses combinées évolutives)

8. CONTRE INDICATIONS TEMPORAIRES A LA PLONGEE HANDISPORT

Contre-indications temporaires :

- lithiases rénales ou vésicales
- Hyper-réflexie autonome sur dysinergie vésico-sphinctérienne
- tétra ou paraplégie inférieure à un an d'évolution,

9 PREVENTION

9.1 FORMATION COMPLEMENTAIRE DES MONITEURS

Les plongées pour personnes en situation de handicap ne peuvent s'effectuer qu'encadré par un enseignant breveté et titulaire d'une qualification complémentaire.

Le brevet d'état Handisport ne concerne pas la plongée. Le Brevet d'état de plongée subaquatique comprend un module spécifique obligatoire concernant les publics particuliers et la prise en charge d'un plongeur en situation de handicap.

Au niveau des fédérations délégataires de plongée un enseignement spécifique complémentaire est délivré grâce à un partenariat entre les fédérations concernées.

□ Rôle du responsable sportif

- Connaître le Handicap : niveau, caractère complet ou pas, déformations, ostéomes.
- Se méfier des escarres : Deux minutes d'appui non protégé, deux à six mois de galère avec hospitalisations, soins, bien sûr plus de plongée, et c'est long, très long, très très long...
- Se méfier:
 - ◆ D'une fièvre (urine).
 - ◆ D'un risque de fracture. Deux moments clefs à risque lors de l'intervention de « bonnes volontés » qui vont vous aider pendant les transferts mais ne connaissent pas les pièges. Une jambe reste coincée sous le siège pendant que vous ou les aides sortez le futur rapatrié sanitaire du minibus qui vous amène de l'aéroport à l'hôtel... Une jambe est coincée dans l'échelle du bateau. Sortie de l'eau sans problème apparent grâce à une vigoureuse traction des aides de pont.... Personne n'a rien vu ni senti, même pas le camarade paraplégique. Le tibia est à angle droit. Fin du voyage.
 - ◆ D'une hydratation insuffisante. La tentation est forte de ne pas trop boire car votre plongeur sait qu'il va devoir se sonder. Et si je buvais moins, je pisserais peut-être moins... Pensez donc à aménager un coin discret et d'accès facile avec un petit rideau amovible, ou faites quitter la cabine par les autres occupants qui n'y penseront pas spontanément. Essayez d'uriner en public et vous comprendrez vite.
 - ◆ De la fatigabilité.
 - ◆ D'une modification de l'état sous lésionnel.

□ PRECEPTES DU MONITEUR

- Accueillir dans son club et non dans un ghetto
- Faire connaissance sans être curieux
- Utiliser ses yeux plutôt que sa langue
- Se tenir droit mais savoir s'accroupir
- Relever le défi sans faire de faux pas
- Viser l'autonomie et non la dépendance
- User des possibilités physiques sans aggraver le handicap
- Ne pas faire pour, mais laisser faire
- Ne pas promettre l'impossible

- Utiliser le temps pour réussir
- Donner confiance
- Astuce et prévoyance
- Confort et commodité ne sont pas un luxe
- Faire des plongeurs et non des immergeables.

9.2 ORGANISATION DE LA PLONGEE

❑ **Au club** : accessibilité, conformité des locaux, accueil. Pensez que les soins d'hygiène et de toilette d'une personne en situation de handicaps sont extrêmement longs. Ne prévoyez donc pas d'horaires trop matinaux.

❑ **En plongée** :

- **Les éléments de la trousse de premiers secours** doivent être conformes à la législation. Prévoyez des matériels adaptés aux différents types de morphologie (BAVU, dosages des médicaments ...)
- **Choix du site**, conditions météorologiques, courants, mouillage. Proximité du mouillage avec la partie intéressante du site de plongée afin d'éviter une longue nage d'approche. Absence de houle pour faciliter la mise à l'eau, l'équipement dans l'eau et la récupération des plongeurs.
- **Sur le bateau** : accessibilité, sécurisation de la place, organisation du pont. Protection du soleil ou du froid et du vent. Facilités de mise à l'eau et de remontée à bord. Bonne hydratation avant la plongée. Vidange de la vessie.
- **Sous l'eau** : Les plongeurs accèdent, selon leur compétence et leur handicap, à différents espaces d'évolution, conformément au Code du Sport. Surveillance avec une extrême vigilance du déroulement de la plongée. Respiration, équilibre, déplacement pour la prévention des blessures et de l'essoufflement. Attention aux courants et au risque d'essoufflement, savoir proposer et parfois imposer une propulsion assistée temporaire qui nécessite un encadrant entraîné au palmage...

❑ **Après la plongée** : Réhydratation, prévoir un espace d'isolement pour auto-sondage. Vérifier l'absence de plaie, hypothermie.

9.3 ADAPTATION DU MATERIEL

- Les plongeurs en situation de handicap doivent être équipés d'un détendeur équipé d'un deuxième moyen de donner de l'air, sans partage d'embout, dès le baptême (protection contre la transmission des germes dus aux infections nosocomiales).
- Les plongeurs en situation de handicap doivent être équipés d'un système gonflable (SG) leurs permettant de rester en surface ou de s'équilibrer.

- Le matériel du plongeur en situation de handicap doit être adapté à sa morphologie et à son handicap.
- L'équipement doit être complet : protection thermique et mécanique (cagoule, chaussons)
- Combinaison adaptée, fermetures éclair, sous vêtements type collants pour faciliter l'enfilage.
- Tapis de sol en mousse pour pouvoir s'équiper.
- Répartition du lestage : poches à plombs, plombs de cheville, baudrier en position inversée avec plaque de plomb sur le thorax, gilet à multi-poches de plomb en sachets de grenaille.
- Réglage du positionnement en hauteur du SG sur le bloc en fonction du centre de gravité.
- Adaptation des commandes du SG si nécessaire.
- Système d'aide au maintien de l'embout en bouche si besoin
- Aides au déplacement : gants palmés, palmes (phénomène de traîne, protection des pieds), orthèses pour fixation d'une palme sur moignon d'amputation...



9.4 ADAPTATION DES PARAMETRES DE LA PLONGEE

❑ **Recommandations :**

- La pratique de l'activité doit être particulièrement surveillée lorsque la température de l'eau est inférieure à 12 degrés. Pour certains types de handicap, les plongées en eau froide sont interdites (tétraplégiques, paraplégiques hauts).
- Selon le type de handicap et lorsque la température de l'eau est inférieure à 20°C la durée de la plongée ne doit pas excéder 20 minutes.
- Les plongeurs accèdent, selon leur compétence et leur handicap, à différents espaces d'évolution, conformément au Code du Sport.
- Les plongées doivent rester impérativement dans la courbe de sécurité déterminée par les moyens de désaturation utilisés.
- Selon le type de handicap et les consignes médicales, le plongeur en situation de handicap n'effectue qu'une plongée par jour.
- Une nouvelle classification en 3 niveaux de « Plongeurs En Situation de Handicap » PESH1, PESH2, PESH3 adaptée aux espaces d'évolution nouvellement redéfinis dans la loi du 2 juillet 2010 (6 – 12 - 20 mètres) est à l'étude à la FFESSM.

9.5 ACCESSIBILITE

- *Loi d'orientation du 30 Juin 1975* :1ère fois obligation nationale d'intégrer les personnes handicapées, notamment dans les loisirs et activités sportives.
- Loi pour l'égalité des droits et des chances, citoyenneté des personnes handicapées du 11 Février 2005 prévoit :
 - Accès aux structures de droits communs renforcé
 - Accessibilité : bâtiment et transports tous accessibles d'ici 10 ans (2015)
- Subventions possibles pour les travaux de mise en conformité (CNDS).

10. LE CERTIFICAT MEDICAL

COMMISSION MEDICALE ET DE PREVENTION de la FFESSM

REGLEMENT INTERIEUR

Pratique de la plongée scaphandre

par les personnes en situation de handicap

La pratique de la plongée par une personne en situation d' handicap est soumise, dès le baptême, à la présentation d'un certificat médical rédigé par un médecin fédéral FFESSM ou un médecin spécialiste de médecine physique, (cf. [annexe 1](#)).

Ce certificat pourra, selon le degré et la nature du handicap comporter des limitations relatives au temps, à la profondeur et aux conditions de pratique et d'encadrement de la plongée. Ces limitations prévalent sur les prérogatives de tout niveau de plongée obtenu antérieurement ou non au handicap.

Annexe 1

Médecin spécialisé : Liste des diplômes, capacités et qualifications reconnus par la CMPN :

Il s'agit des docteurs en médecine détenteur de l'un des diplômes suivants :

1. Diplôme interuniversitaire de médecine subaquatique et hyperbare
2. Diplôme universitaire de médecine de plongée
3. Diplôme universitaire de médecine de plongée professionnelle
4. Diplôme universitaire de médecine subaquatique

❑ **Qui plonge**

- Les pathologies médullaires
- séquelles de PAA
- Atteintes du SNP
- Séquelles de TC
- Amputés et agénésiques
- IMC
- Séquelles de poly traumatismes
- Maladies articulaires.
- Mal et non voyants.

❑ **L'examen médical**

- Interrogatoire : anamnèse. Caractère fixé ou évolutif du handicap.
- Recherche de contre indications et des traitements en cours.
- Avis du médecin de rééducation connaissant le patient.
- Examen clinique
 - Cardio-pulmonaire
 - ORL
 - Peau
 - Neurologique
- Bilans complémentaires selon la pathologie
 - Avis pneumologique : Radiographie pulmonaire, spirométrie,
 - Avis neurologique avec EEG et stimulation (ATCD TC)
 - Avis cardiologique
- Avis du moniteur de plongée.

□ Conclusion

A l'issu de l'examen médical une approche synthétique permettra de définir deux situations distinctes :

- **Le plongeur à handicap mineur** qui pose peu de problèmes d'adaptations physiologiques et chez lequel on recherchera les contre indications classiques en insistant sur la prévention spécifique : Handicap moteur qui n'invalide pas plus de 2 membres complets, pas de cécité. A titre d'exemple : Un amputé d'une jambe et d'un bras, ou un paraplégique, ou un hémiparalysé

Celui-ci devra pouvoir avant la plongée : Comprendre des consignes simples, liées à la sécurité, et y répondre de manière autonome. (Signe « stop », signe « remonte »,)

- ◆ Remettre seul son détendeur en bouche
- ◆ Effectuer seul une manœuvre d'équilibration des oreilles
- ◆ Déglutir sans problème

Il pourrait bénéficier d'un encadrement spécifique de premier niveau. Il s'agit plus dans ce cadre d'adaptation dans la progression technique et de prévention spécifique et d'accessibilité.

- **Le plongeur à Handicap majeur** : autorisé par un Certificat Médical de non contre indication, qui présente des problèmes spécifiques d'adaptation au milieu avec des contraintes physiologiques majeures pour lequel l'enseignement serait effectué par un enseignant de plongée titulaire d'une qualification supérieure de 2^e niveau pour plongeur en situation de Handicap majeur.

Amputé des 2 jambes et d'un bras, ou amputé des deux bras ou tétraparalysé, ou traumatisé crânien, ou myopathe

Dans ce cadre c'est l'examen médical qui définira après concertation les limitations de profondeur, de durée et les caractéristiques de l'encadrement.

Annexe : liste des contre indications à la pratique de la plongée en scaphandre autonome. Téléchargeable sur le site de la FFESSM.

11. BIBLIOGRAPHIE

- **NADEAU G., WIROTIUS JM., PAILLER D.** « La plongée sous-marine: un sport accessible aux handicapés. JOURNEE DE MEDECINE PHYSIQUE ET DE REEDUCATION 1983._PARIS.E.S.F. 1983._ 45-49
- **CHAUVIERE P.**, Fédération Française d'études et des sports sous-marins. Commission Technique Nationale. Mémoire d'Instructeur National. Pascal CHAUVIERE. Septembre 2002
- **FEDERATION FRANCAISE HANDISPORT:** Module A
- **GASCOU JM.** Médecin fédéral National FFH. nombreuses diapositives de ses cours.
- **PRADYROYL C., PIERRE C., MIANA P., COTTIN S., PIQUET J.** : « Plongée et mal voyants ». Hurgada juillet 2007
- **BROUSSOLLE B., MELIET JL., COULANGE M.** Physiologie et médecine de la plongée. 2^eédition. Ellipses. 2006
- **MAILHAN L., GENÉT F.** Neurologies n°45 - Novembre 2002 - Vol. 5 « Evaluation des déficiences et incapacités : clinique, neurologique et orthopédique »
- **RAIBAUT P., ISMAEL S.S., ROCHE N., DEMAILLE-WLODYKA S., AMARENCO G.** (Paris) Neurologies n°45 - Novembre 2002 - Vol. 5 « Les troubles vésico-sphinctériens : physiopathologie, exploration, prise en charge » p. 418
- **MAILHAN L.** Neurologies n°46 - Décembre 2002 - Vol. 5 « Maintenir l'autonomie sur le long terme p. 456.
- **OUTTANDY M., LAFFONT I.** Neurologies n°46 - Décembre 2002 - Vol. 5 : « Le suivi ambulatoire des blessés médullaires p. 457» (Garches)
- **SAINSON M. ; FAKACS C.** « Comparaison de données d'exploration fonctionnelle respiratoire chez le tétraplégique de niveau compris entre C5 et C7 » : CRN-CRF, 77170 Brie-Comte-Robert, France. Annales de kinésithérapie ISSN 0302-427X ; 1993, vol. 20, n°1, pp. 19-24 (7 ref.). Masson, Paris, FRANCE (1974-2001) (Revue)
- **BOULARD C.** « Troubles psychiatriques associés au handicap chez le plongeur » FFH, Hurgada 30 juin 2007 - 7 juillet 2007
- **LUCAS. P, STEHMAN. M.** « Le Blessé médullaire »1950, Editions Juridoc, Bruxelles, 232p
- **FERREY. G.** « Abord psychosomatique des Traumatisés crâniens » 1995 – Masson, Paris, 357p.
- **GENTY M, PRADAT-DIEHL P.** « Médecine de rééducation et hémipariés vasculaires » 1994 - Ed. Frison-Roche, 179 p.
- **SOULIER B.** « Un amour comme tant d'autres, handicaps moteurs et sexualité » 2000 : Association des Paralysés de France, ISBN: 2-908360-25-X 290p.
- **KONARSKI J.Z., MC INTYRE R.S., GRUPP L.A., KENNEDY S.H.** « Is the cerebellum relevant in the circuitry of neuropsychiatric disorders?» 2005 J.of psychiatry and neuroscience, 30,3,178-186
- **BACKMAN M.E.** «The post-polio experience: psychological insights and coping strategies for polio survivors and their families » 2006 - Universe (ISBN 0-595-38639-3), 231p.
- **CHUPS. JUSSIEU.:** « Corpus de gériatrie –janvier 2000 » chapitre 9 : 101-107
- **CHANTRAINE.A.** « Rééducation neurologique » 1990 – MDSI, Mc Graw-Hill, 389p.
- **BOISSON D., LUAUTEY J.:** « Annales Médico-Psychologique » 2004 (février), 162, 55-59



fédération française d'études et de sports sous-marins

FONDEE EN 1955 – MEMBRE FONDATEUR DE LA CONFEDERATION MONDIALE DES ACTIVITES SUBAQUATIQUES

Je soussigné Docteur

- Médecin diplômé de médecine subaquatique Médecin fédéral n°
 Médecin du sport (**qui ne peut pas signer ce document s'il s'agit d'un enfant de 8 à 14 ans qui n'est pas Niveau 1, d'un plongeur handicapé ou pour la reprise de la plongée après un accident de plongée**)

Certifie

Avoir examiné ce jour	
Nom :	Prénom
Né(e) le	
Demeurant	

Ne pas avoir constaté ce jour, sous réserve de l'exactitude de ses déclarations, de contre-indication cliniquement décelable :
<input type="checkbox"/> à la pratique de l'ensemble des activités fédérales de loisir
<input type="checkbox"/> à la pratique des activités fédérales de loisir suivantes :
<input type="checkbox"/> à l'enseignement et à l'encadrement de la plongée
<input type="checkbox"/> à la préparation et à la présentation du brevet suivant :

Que l'enfant désigné ci-dessus a bénéficié des examens prévus par la réglementation FFESSM et qu'il ne présente pas à ce jour de contre-indication clinique à la pratique :
<input type="checkbox"/> de la plongée subaquatique avec scaphandre
<input type="checkbox"/> de l'ensemble des activités fédérales de loisirs à l'exception des activités indiquées ci-dessous :
Pour la surveillance médicale des enfants de 8 à 12 ans, je préconise la périodicité suivante :
<input type="checkbox"/> 6 mois <input type="checkbox"/> 1 an
<input type="checkbox"/> Que l'enfant désigné ci-dessus ne présente pas de contre-indication au surclassement pour la discipline suivante :

Ne pas avoir constaté ce jour, sous réserve de l'exactitude de ses déclarations :
<input type="checkbox"/> de contre-indication à l'ensemble des compétitions fédérales
<input type="checkbox"/> de contre-indication aux compétitions dans la discipline suivante :

Remarques éventuelles :

Fait à
cachet

le

Signature et

Nombre de case(s) cochée(s) : (obligatoire)

CONTRE-INDICATIONS à la PLONGEE en SCAPHANDRE AUTONOME

Février 2007

Cette liste est indicative et non limitative. Les problèmes doivent être abordés au cas par cas, éventuellement avec un bilan auprès d'un spécialiste, la décision tenant compte du niveau technique (débutant, plongeur confirmé ou encadrant).

En cas de litige, la décision finale doit être soumise à la Commission Médicale Régionale, puis en appel, à la Commission Médicale Nationale.

	Contre indications définitives	Contre indications temporaires
--	--------------------------------	--------------------------------

Cardiologie	Cardiopathie congénitale Insuffisance cardiaque symptomatique Cardiomyopathie obstructive Pathologie avec risque de syncope Tachycardie paroxystique BAV II ou complet non appareillés Shunt D G découvert après accident de décompression à symptomatologie cérébrale ou cochléo-vestibulaire	Hypertension artérielle non contrôlée Infarctus récent et angor Péricardite Traitement par anti arythmique Traitement par bêta-bloquants par voie générale ou locale : à évaluer (*)
Oto-rhino-laryngologie	Cophose unilatérale Évidement pétromastoïdien Ossiculoplastie Trachéostomie Laryngocèle Déficit audio. bilatéral à évaluer par audiométrie Otospongiose opérée	Épisode infectieux Polypose nasosinusienne Obstruction tubaire Syndrome vertigineux Perforation tympanique
Pneumologie	Insuffisance respiratoire Pneumopathie fibrosante Vascularite pulmonaire Asthme à évaluer (*) Pneumothorax spontané ou maladie bulleuse, même opéré Chirurgie pulmonaire	Pathologie infectieuse Pleurésie Traumatisme thoracique
Ophthalmologie	Pathologie vasculaire de la rétine, de la choroïde, ou de la papille Kératocône Prothèse ou implant creux	Chirurgie du globe oculaire sur 6 mois, y compris laser Détachement rétinien
Neurologie	Épilepsie Syndrome déficitaire sévère Pertes de connaissance itératives Effraction méningée neurochirurgicale, ORL ou traumatique	Traumatisme crânien grave à évaluer
Psychiatrie	Affection psychiatrique sévère Incapacité motrice cérébrale Éthylisme chronique	Traitement antidépresseur, anxiolytique, par neuroleptique ou hypnogène Alcoolisation aiguë
Hématologie	Thrombopénie périphérique, thrombopathies congénitales. Phlébites à répétition, troubles de la crase sanguine découverts lors du bilan d'une phlébite. Hémophiles : à évaluer (*)	Phlébite non explorée
Gynécologie		Grossesse
Métabolisme	Diabète traité par insuline : à évaluer (*) Diabète traité par antidiabétiques oraux (hormis biguanides) Troubles métaboliques ou endocriniens sévères	Tétanie / Spasmophilie
Dermatologie	Différentes affections peuvent entraîner des contre-indications temporaires ou définitives selon leur intensité ou leur retentissement pulmonaire, neurologique ou vasculaire	
Gastro-Entérologie	Manchon anti-reflux	Hernie hiatale ou reflux gastro-œsophagien à évaluer
Toute prise de médicament ou de substance susceptible de modifier le comportement peut être une cause de contre-indication La survenue d'une maladie de cette liste nécessite un nouvel examen		
Toutes les pathologies affectées d'un (*) doivent faire l'objet d'une évaluation, et le certificat médical de non contre indication ne peut être délivré que par un médecin fédéral		
La reprise de la plongée après un accident de désaturation, une surpression pulmonaire, un passage en caisson hyperbare ou autre accident de plongée sévère, nécessitera l'avis d'un Médecin Fédéral ou d'un médecin spécialisé selon le règlement intérieure de la C.M.P.N. ; ce certificat médical devra être visé par le Président de la Commission Médicale Régionale.		

Résumé

Le Médecin hyperbare et de la plongée est habilité à signer les certificats de non contre indication à la pratique de la plongée autonome en scaphandre pour les personnes en situation de handicap moteur et sensoriel. L'objet de ce mémoire est d'apporter au praticien des éléments pour étayer son expertise en proposant une synthèse de l'état actuel de nos connaissances et des incertitudes restant faute de travaux et d'expérimentations sur la physiologie spécifique du plongeur handicapé. Après quelques rappels, une revue non exhaustive des pathologies les plus fréquemment rencontrées est proposée ainsi que les mesures préventives spécifiques qui concerneront l'environnement de la plongée sur les plans matériels, techniques et humains.

Mots clefs

Certificat médical et plongée, handiplongée et médecine, handicap moteur et sensoriel et plongée. Physiologie et plongée handi, tétraplégie et plongée.