

Les troubles musculo-squelettiques liés à la pratique de l'encadrement dans la plongée sous-marine.



Sommaire

Remerciements.....	p4
--------------------	----

1 Introduction.....	p5
----------------------------	-----------

2 Les troubles musculo-squelettiques.....	p6
2.1 Définition.....	p6
2.2 La norme NF X35-109.....	P6
2.3 Les positions ergonomiques contraignantes.....	p7
2.4 Les troubles musculo-squelettiques en plongée.....	p9
2.4.1 L'identification.....	p9
2.4.2 Les différentes pathologies.....	p9

3 Analyse de l'étude.....	p12
3.1 Présentation.....	p12
3.2 L'élaboration du questionnaire.....	p12
3.3 Analyse par question.....	p16
3.4 Analyse de l'activité pour l'encadrant.....	p27
3.4.1 Un profil à risque.....	p27
3.4.2 Une activité physique à risque.....	p28
3.4.3 Les facteurs endogènes.....	p28
a) La déshydratation.....	p28
b) La fatigue.....	p28
c) Le stress.....	p28
3.4.4 Un autre environnement à risque pour nos élèves.....	p29
a) Etude de cas.....	p29
b) Analyse.....	p29
c) En conclusion.....	p29

4 Etablir un plan de prévention.....	p30
4.1 La prévention.....	p30
4.2 L'analyse des positions ergonomiques.....	p30
4.2.1 Anatomie de l'appareil locomoteur.....	p30
4.2.2 Des postures adaptées.....	p33
4.2.3 Les principes de sécurité physique.....	p35
4.3 La préparation physique.....	p36
4.3.1 La préparation d'une période d'activité intense.....	p36
a) La planification.....	p36
b) Le renforcement musculaire de la ceinture scapulaire.....	p37
c) Le renforcement des muscles du dos.....	p37

d) Le renforcement de la sangle abdominale.....	p37
4.3.2 L'intérêt de pratiquer d'autres activités sportives.....	p38
a) La marche nordique.....	p38
b) La natation et le dos crawlé.....	p39
4.3.3 Les étirements.....	p39

5 La sensibilisation des encadrants par la formation.....	p41
5.1 Les objectifs pédagogiques.....	p41
5.1.1 Mieux comprendre notre appareil locomoteur.....	p41
5.1.2 Identifier les situations à risques.....	p41
5.1.3 Savoir appliquer les principes de sécurité physique.....	p41
5.1.4 Concevoir une action de prévention.....	p41
5.2 Les méthodes pédagogiques.....	p42
5.3 Contenu de formation et volumes horaires.....	p42
5.4 La sensibilisation du secteur associatif.....	p42

6 Conclusion.....	p44
--------------------------	------------

7 Bibliographie.....	p45
-----------------------------	------------

Remerciements

Je souhaiterais tout d'abord remercier le collège des Instructeurs de la CTR Corse d'avoir bien voulu m'accepter dans ce cursus de formation.

Je voudrais également remercier mes deux parrains, à savoir Jean ESCALES et Jo VRIJENS, pour m'avoir guidé dans ce parcours mais aussi pour m'avoir fait progresser par leurs nombreuses remarques et leurs conseils depuis ces quelques années que je les côtoie dans notre si belle région.

Merci également à Olaf WEISS qui m'a vu arriver dans son entreprise il y a 7 ans déjà, et qui m'a permis de continuer à évoluer au sein de la FFESSM pour en être là aujourd'hui.

Merci aux 200 encadrants de plusieurs régions de notre fédération qui ont bien voulu participer à mon mémoire en répondant à ce questionnaire.

Merci enfin à ma conjointe Christina pour sa patience et ses encouragements.

1- Introduction

La plongée est une activité de loisir qui se développe de plus en plus, aussi bien sur nos côtes, qu'à l'intérieur des terres. Elle est pratiquée en France toute l'année. Les plongeurs affectionnent plus particulièrement la plongée en piscine l'hiver pour se former et la plongée en milieu naturel (lac ou mer) dès que les beaux jours arrivent.

Après avoir passé de nombreuses années à enseigner la plongée sous-marine, j'ai pu constater que de nombreuses personnes, comme moi, se plaignaient de douleurs au dos après une bonne journée d'encadrement. Ce phénomène disparaissant en général avec la fin de l'activité saisonnière, je n'y attachais pas trop d'importance. Cependant, à 45 ans, je ne pouvais me résigner à l'idée que c'était sans doute dû à mon âge. Je me suis alors posé la question suivante :

La pratique de l'encadrement en plongée sous-marine avec scaphandre favorise-t-elle l'apparition de troubles musculo-squelettiques ? Si oui, quelles en sont les raisons et y a-t-il des solutions pour les prévenir ou les atténuer.

La réalisation de ce mémoire est pour moi l'occasion d'analyser et comprendre l'apparition de ces troubles musculo-squelettiques liés à la pratique de l'encadrement. Pour ce faire, j'ai questionné un nombre significatif d'encadrants sur leurs pratiques de l'encadrement dans la plongée sous-marine. L'analyse des réponses m'a permis de proposer des solutions et de mettre en avant l'importance de la prévention pour essayer de limiter les risques d'apparition de ces douleurs.

L'objet de ce mémoire n'est pas de modifier les pratiques dans l'enseignement de la plongée sous-marine, mais plutôt de sensibiliser les encadrants (moniteurs ou guides de palanquée) sur le fait que les risques d'accidents ne sont pas uniquement d'origine biophysique, biochimique ou barotraumatique. Ils peuvent être également d'origine physique, en relation avec la pratique de leur activité dans l'enseignement de la plongée sous-marine. Il serait même intéressant de mener une réflexion sur les différents moyens de combattre ces risques par la formation.

2- Les troubles musculo-squelettiques

2.1 Définition

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) regroupent un ensemble d'affections souvent liées à des mouvements de surmenage, traumatismes répétés, qui touchent les articulations, les muscles et tendons, parfois des nerfs, et la colonne vertébrale. Ils disparaissent ou s'atténuent avec un arrêt de l'activité.

Le cou, les épaules, les poignets et les doigts, ainsi que le dos sont les plus fréquemment atteints. Dans les maladies professionnelles, le trouble le plus connu est le syndrome du canal carpien (compression du nerf commandant les trois premiers doigts à l'intérieur du canal carpien, au niveau du poignet).

En France, les troubles musculo-squelettiques sont reconnus comme maladies professionnelles indemnisées, et font partie intégrante du plan national Santé au travail, ce qui explique l'impression qu'ils ne surviennent qu'en milieu professionnel. Cependant, leur origine peut être extra-professionnelle : le sport (par exemple l'épicondylite du joueur de tennis, ou tennis-elbow) le bricolage, le jardinage, etc.

2.2 La norme NF X35-109

Dans le secteur professionnel, une norme française NF X35-109 relative à l'ergonomie dans la manutention manuelle de charges, définit des valeurs seuils de référence applicables aux hommes et aux femmes âgées de 18 à 65 ans sans distinction. Cette norme fixe la valeur de la charge maximale « porter/lever » tolérable par opération de manutention qui est de 15kg et de 25kg sur avis médical. Elle fixe également, la valeur « tirer/pousser » qui est de 200kg ou 400kg sur avis médical.

Dans notre activité, évaluons le poids d'un équipement de plongée en ne s'intéressant qu'à l'ensemble bouteille-détendeur-gilet :

Bouteilles acier	10l à 230b	12l 230b	15l 230b	18l à 220b
Poids	10 à 12,3kg	14 à 18,3kg	15 à 22,4kg	18,8 à 20,1kg
Détendeurs complets	1,5 kg	1,5 kg	1,5 kg	1,5 kg
Gilet	4kg	4kg	4kg	4kg
Accessoires	1kg	1kg	1kg	1kg
Total	16,5 à 18,8kg	20,5 à 24,8kg	21,5 à 28,9kg	25,3 à 26,6kg

Ce ne sont que des valeurs indicatives. Elles ne tiennent pas compte de la surcharge occasionnée par les poches de lest dans les gilets (2 à 6kg de plus) ou par le poids du détendeur supplémentaire obligatoire pour les encadrants (+ 1kg).

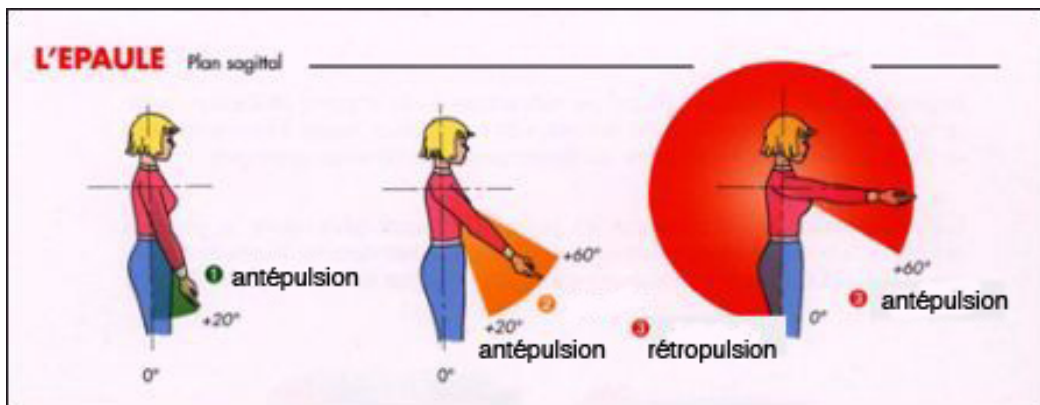
On constate que dans tous les cas on se trouve au-dessus du seuil fixé par la norme NFX35-109.

2.3 Les positions ergonomiques contraignantes

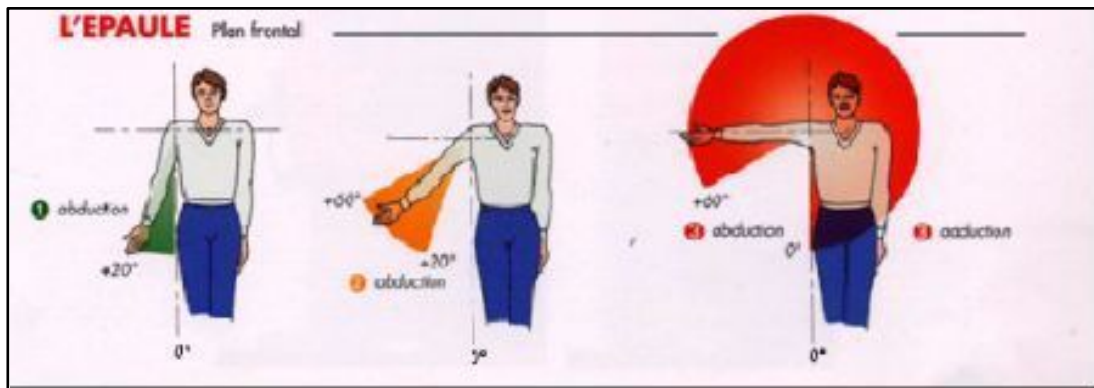
Des postures de référence sont données par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) :



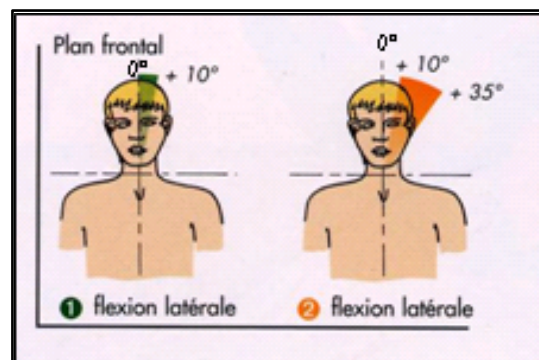
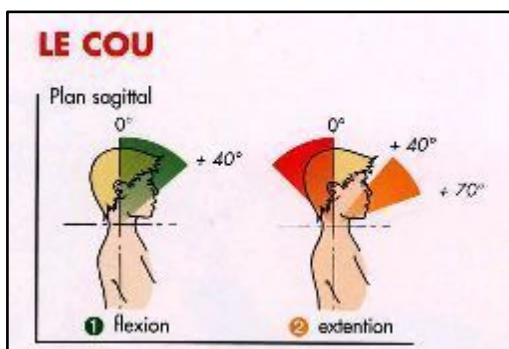
Les antéulsions (bras en avant) et rétroulsions (bras en arrière) des épaules :

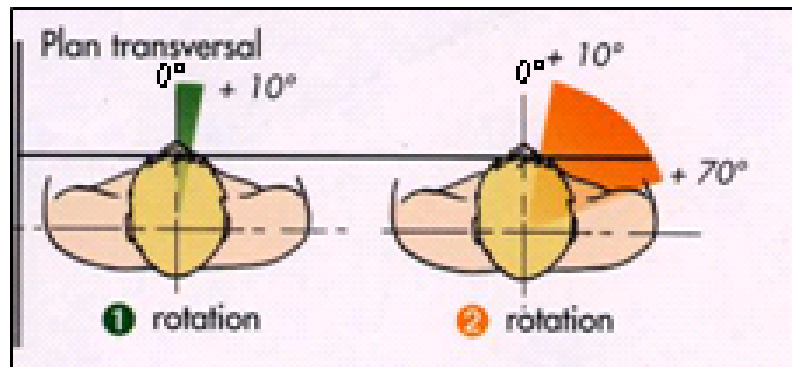


Les abductions et adductions des épaules :

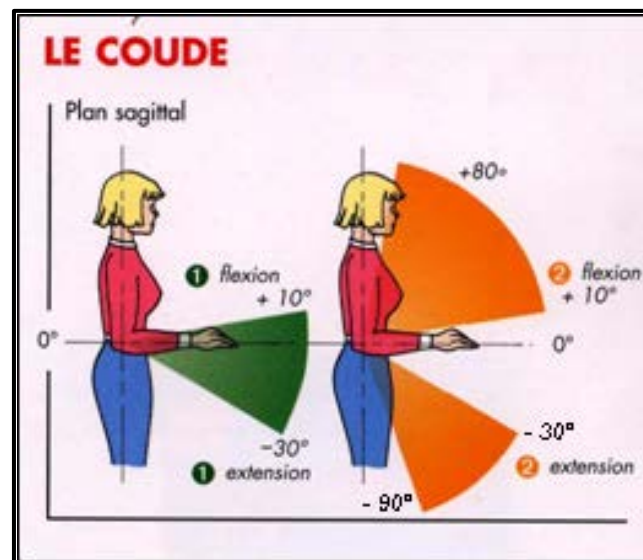


Les flexions (latérales ou non) et les rotations du cou :

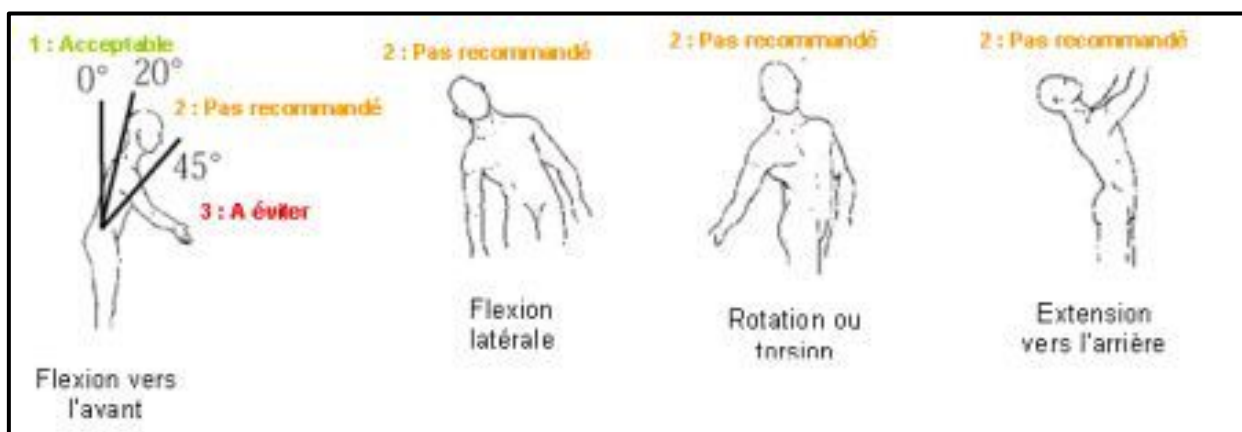




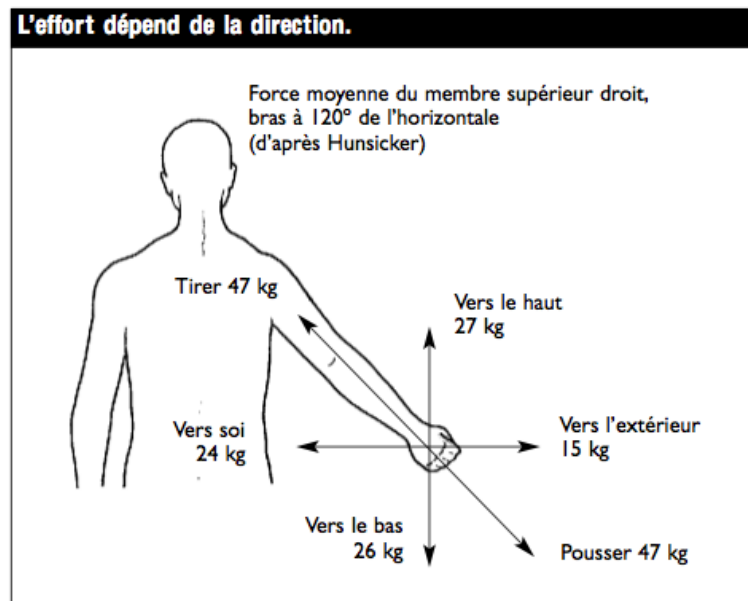
Les flexions, extensions du coude et les pronations, supinations des avant bras (rotation des avant-bras) sont également des mouvements sollicitant :



Les flexions, extensions et torsions du dos :



La force dépend de la direction :



2.4 Les troubles musculo-squelettiques en plongée (TMS)

2.4.1 L'identification des TMS

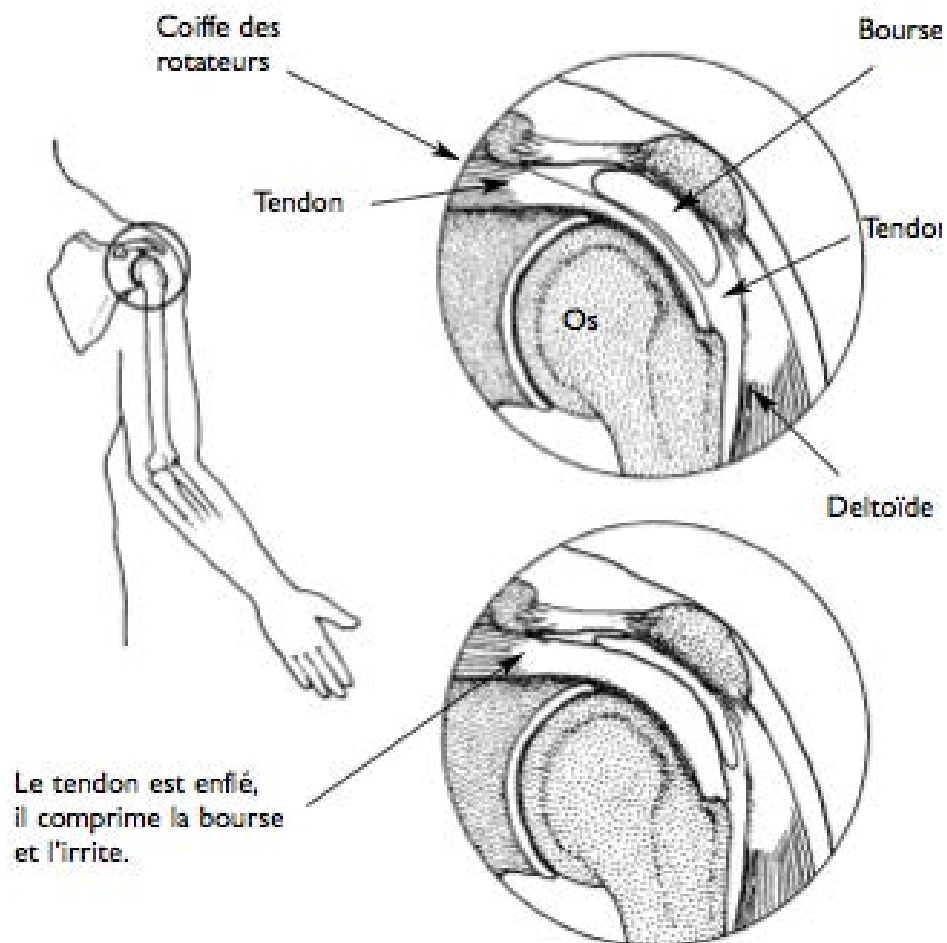
Je ne cherche pas dans cette étude à démontrer que seule la pratique de l'encadrement dans la plongée sous-marine est à l'origine des TMS rencontrés. Je veux simplement mettre en évidence que cette pratique favorise le réveil de troubles déjà existant ou l'apparition de troubles nouveaux. Des articles déjà parus ont traité rapidement les postures les mieux adaptées pour les plongeurs. Je pense qu'il est intéressant d'étendre l'analyse à l'activité complète au niveau des encadrants. Les solutions qui en découlent profiteront à l'ensemble des acteurs, plongeurs et encadrants.

2.4.2 Les différentes pathologies possibles

Les différentes pathologies que l'on peut rencontrer dans les TMS en plongée :

- **La tendinite** : Une tendinite est une inflammation d'un tendon musculaire. Elle est très douloureuse et fait partie des troubles musculo-squelettiques (TMS ou LATR, Lésions Articulaires dues au Travail Répétitif) qui regroupent de nombreuses pathologies des tissus mous (muscle, tendon, nerf).
- **La tendinite de l'épaule** : La tendinite de l'épaule est donc l'inflammation des tendons de cette articulation. Elle est due à des gestes répétitifs, au surmenage, à une mauvaise posture ou au maintien prolongé d'une même position. Tout effort excessif d'un muscle pourra avec le temps causer une tendinite. Celle qui affecte le plus souvent l'épaule est la tendinite de la coiffe des rotateurs.

- **La bursite de l'épaule** : Au niveau de l'épaule, on trouve aussi des tendons, qui parce qu'ils se trouvent juste au-dessus d'un os (la tête de l'humérus), pourraient être blessés par le frottement s'il n'y avait pas un mécanisme protecteur. On trouve en effet, entre le tendon et l'os, une espèce de poche contenant du liquide synovial ; on appelle ce contenant, la bourse. La bourse agit donc comme un coussin lubrifiant qui permet au tendon de glisser sans dommage sur la protubérance osseuse. Evidemment, on devine que la bursite (en latin, Bursa) est l'inflammation de la bourse.



- **La lombalgie** : La lombalgie est le terme médical qui désigne les douleurs au bas du dos, au niveau des vertèbres lombaires. C'est une affection très courante et le plus souvent sans gravité. Plus de 80 % des personnes souffriront un jour ou l'autre de lombalgie et la prévalence de ce mal ne cesse d'augmenter. Elle peut survenir à tous les âges, avec des pics d'apparition à l'adolescence et autour de 45 ans. La lombalgie est la forme de mal de dos la plus fréquente. En

effet, les vertèbres lombaires sont constamment sollicitées et soutiennent une part importante du poids corporel, ce qui en fait une région fragile.

- **Lombosciatique ou cruralgie par Hernie discale**: Les lombalgies sont des affections douloureuses qui touchent au premier plan la colonne vertébrale. Les lombosciatiques sont des affections douloureuses du dos qui irradient dans les jambes. Avec l'âge, les disques intervertébraux ont tendance à s'user, particulièrement au niveau de la charnière entre le bas du dos et le bassin (L4, L5) qui est une zone où les contraintes et les mouvements sont importants. Le disque intervertébral devient moins élastique et se fissure. A l'occasion d'un effort de soulèvement ou d'un faux mouvement, le disque se déchire et de la matière discale est expulsée en arrière : c'est la hernie discale. Si la hernie n'arrive pas au contact des racines nerveuses, les douleurs resteront au niveau lombaire. Si la hernie atteint une racine nerveuse, elle provoque une inflammation et/ou une compression de la racine. Le plus souvent, une douleur irradiant dans un membre inférieur témoignera de la souffrance de cette racine.

3- Analyse de l'étude

3.1 Présentation

Afin de réaliser ce mémoire sur l'apparition de TMS chez les encadrants en plongée loisir, je me suis appuyé sur un questionnaire adressé aussi bien aux initiateurs qu'aux moniteurs, sans oublier les guides de palanquée. La diffusion de ce questionnaire a été faite par email aux encadrants de structures associatives et commerciales qui avaient un mois pour répondre. A l'issue de ce délai, j'ai pu recueillir 200 réponses pour constituer une base de données suffisamment représentative.

Dans certains emails qui accompagnaient les réponses aux questionnaires, on m'a fait remarquer que les TMS devaient sans doute concerner beaucoup plus les moniteurs exerçant dans des structures professionnelles que ceux du secteur associatif.

Les phases d'encadrement ont été volontairement analysées dans leur contexte surface et terrestre. Le contexte subaquatique n'a pas été évalué bien que certaines personnes l'aient abordé dans leurs commentaires.

3.2 L'élaboration du questionnaire

Le questionnaire a été élaboré en respectant certaines contraintes :

- Rapidité de lecture et de réponse (5 à 7 min maximum)
- Rapidité dans l'exploitation des résultats (20 questions maximum avec 2 questions à commentaire possible).
- Diffusable rapidement (diffusion par email avec la participation active de moniteurs chargés d'amorcer la diffusion dans leur entourage)
- Analyser la diversité d'environnement et d'habitude de pratique de l'encadrement.

Le questionnaire adressé est le suivant :

Questionnaire destiné aux encadrants

Je me présente, je suis Stéphane BENEYTO, moniteur de plongée et actuellement Instructeur Régional Stagiaire dans la CTR Corse. Je sollicite votre participation sur une dizaine de minutes afin de pouvoir créer une base de données me permettant de compléter mon mémoire.

Objectif: Afin de mieux comprendre l'origine des troubles musculo-squelettiques liés à l'activité d'encadrant dans la plongée loisir, j'ai besoin de recueillir quelques renseignements sur votre pratique. Ce questionnaire restera anonyme. Il sera traité afin d'essayer d'identifier et de proposer des solutions aux encadrants afin de mieux préserver leur intégrité physique.

Pour répondre surlignez juste le carré ou remplacez-le par une **X**. Plusieurs réponses sont possibles sur certaines questions. Retour des questionnaires avant le 10 Juin 2016.

1 - **Homme** **Femme**

2 - Age ? :

Moins de 29ans **entre 30 et 39ans** **entre 40 et 49ans**

Entre 50 et 59 ans **plus de 60ans**

3 - **En activité** **Arrêt d'activité d'encadrant** **depuis combien de temps**.....

4 - Nombre de plongées avant d'être d'encadrant ? :

Moins de 50 **50 à 100** **100 à 150** **150 à 200** **plus de 200**

5 - Niveau ? : **E1** **E2** **N4** **stagiaire pédagogique** **E3** **E4**

6 - Encadrez-vous le plus souvent en structure **associative** ou **commerciale**

7 - Nombre de jours d'encadrement par an ? :

Moins de 30 **30 à 60** **60 à 90** **90 à 120** **plus de 120**

8 - Nombre d'années de pratique dans l'encadrement ? :

Moins de 5 ans **entre 5 et 10ans**

Entre 10 et 15ans **plus de 15 ans**

9 - Environnement habituel de pratique actuelle ? :

bateau **plage** **piscine**

départ quai départ plage

Suite ▶▶▶▶▶▶▶▶▶▶

10 - Type de plongée dominante ? :

formation baptême tek exploration eau froide

plongée enfant autres (précisez)

11 - Nombre de plongées par an ? :

moins de 50 entre 50 et 100 entre 100 et 150

entre 150 et 200 plus de 200

12 - Avez-vous déjà ressenti une douleur à une articulation (hors accident de plongée) au cours de votre activité d'encadrant ? :

Oui Non

13 - si **OUI** pouvez-vous la localiser ? :

cervicales épaule coude poignet dos

hanches genoux cheville autre (précisez).....

14 - A quel moment est-elle apparue ? :

Portage du bloc Remontée à l'échelle Pendant un baptême

En aidant un élève En préparant le bateau

En remontant à bord les blocs des élèves dans le bateau en fin de plongée

En faisant le gonflage En remontant le mouillage Manutention

Autres précisez :.....

15 - Cette douleur était-elle : occasionnelle ? récurrente ?

16 - Cette douleur a-t-elle disparue avec l'arrêt de l'activité ? : oui non

17 - Avez-vous été pris en charge par un médecin ? : oui non

18 - Cette douleur a-t-elle disparue aujourd'hui ? : oui non

19 - En analysant avec attention l'environnement global de cette activité, que trouvez-vous d'éprouvant physiquement ?

.....
.....
.....

20 - Si vous deviez arrêter maintenant votre activité, les contraintes physiques en seraient-elles la cause ? : oui non

3.3 Analyse par questions

1 – Homme Femme

	Total	Avec TMS	Sans TMS
Total	200	118	82
Homme	173 (86,5%)	103 (87%)	72 (85%)
Femme	27 (13,5%)	15 (13%)	12 (15%)

Commentaires :

L'apparition des TMS liés à l'encadrement de la plongée touche aussi bien les hommes que les femmes et dans les mêmes proportions.

2 – Age ? :

Moins de 29ans entre 30 et 39ans entre 40 et 49ans

Entre 50 et 59 ans plus de 60ans

	Total	Avec TMS	Sans TMS
Total	200	118	82
...< 29	5 (2,5%)	1 (1%)	4 (5%)
30<...<39	41 (20,5%)	24 (20%)	17 (21%)
40<...<49	61 (30,5%)	38 (32%)	23 (28%)
50<...<59	70 (35%)	45 (38%)	25 (30%)
60<...	23 (11,5%)	10 (8%)	13 (16%)

Commentaires :

Il est tout d'abord intéressant de constater que sur les 200 personnes qui ont répondu au questionnaire 77% ont plus de 40 ans et que la tranche d'âge la plus représentative est entre 50 et 59ans (35%).

Ce résultat nous montre que les douleurs apparaissent surtout à partir de 40 ans. On ne peut pas affirmer que c'est exclusivement la plongée qui a provoqué ces douleurs. Cependant, elle les entretient voir les aggrave.

3 – En activité Arrêt d'activité d'encadrant depuis combien de temps.....

Commentaires :

On peut noter que 95% des réponses concernent des encadrant encore en activité. Cette question permet juste de replacer l'encadrant dans le contexte de son activité. Elle permet d'évaluer l'ancienneté de la pratique. Elle peut être analysée seule, mais elle est complémentaire à d'autres questions que l'on retrouvera ultérieurement.

4 – Nombre de plongées avant d'être d'encadrant ? :

moins de 50 50 à 100 100 à 150 150 à 200 plus de 200

	Total	Avec TMS	Sans TMS
Total	200	118	82
...< 50	11 (5,5%)	6 (5%)	5 (6%)
50<...<100	53 (26,5%)	34 (29%)	19 (23%)
100<...<150	43 (21,5%)	28 (24%)	15 (18%)
150<...<200	33 (16,5%)	19 (16%)	14 (17%)
200<...	58 (29%)	30 (25%)	28 (34%)

Commentaires :

Cette question permet d'évaluer l'expérience du plongeur avant de devenir encadrant. Elle donne une idée de l'impact physique que peut avoir l'activité avant de prendre en compte une activité d'encadrement.

L'analyse globale ne permet pas de mettre en cause l'impact de l'activité plongée sur l'individu avant qu'il ait une activité d'encadrement au niveau de l'apparition des douleurs. En effet les proportions restent les mêmes. On peut noter cependant qu'une majorité d'encadrants ont un vécu important avant de prendre en charge des plongeurs.

5 – Niveau ? : E1 E2 N4 stagiaire pédagogique E3 E4

	Total	Avec TMS	Sans TMS	Par niveau/TMS
Total	200	118	82	
E1	31 (15,5%)	14 (11,9%)	17 (20,7%)	45,16%
E2	43 (21,5%)	22 (18,6%)	21 (25,6%)	51,16%
N4	8 (4%)	4 (3,4%)	4 (4,9%)	Non évaluable
Stagiaire péda	11 (5,5%)	7 (5,9%)	4 (4,9%)	Non évaluable
E3	75 (37,5%)	50 (42,4%)	25 (30,5%)	66,6%
E4	32 (16%)	21 (17,8%)	11 (13,4%)	65,6%

Commentaires :

Les résultats montrent clairement que ce sont les moniteurs 1 degré qui sont les plus touchés. 66,6% des moniteurs E3 qui ont répondu, se sont plaint de douleurs liées à l'activité d'encadrement. Arrivent en deuxième position, les E4, avec 65,6%. Il est intéressant de noter que les troubles concernent un nombre important de moniteurs.

Je pense qu'il est intéressant dans un second temps, de détailler davantage leur environnement de pratique. La base de données fournie par les questionnaires, nous permettra de trouver des pistes de réflexions intéressantes.

6 – Encadrez-vous le plus souvent en structure *associative* *commerciale*

	Total	Avec TMS	Sans TMS	TMS/secteur
Total	200	118	82	
Associatif	185 (92,5%)	109 (92,4%)	76 (92,7%)	58%
Structures Pro	19 (9,5%)	13 (11%)	6 (7,3%)	68,4%

Commentaire :

Le secteur associatif a été en grande majorité représenté dans les résultats. Ceci s'explique par le fait qu'à la période d'envoi des questionnaires, les structures commerciales agréées n'étaient pas encore en activité, leurs salariés (saisonniers) travaillent à l'étranger ou dans les Antilles françaises. Il sera donc impossible de faire une comparaison entre le secteur professionnel et le secteur associatif.

Pour pouvoir comparer les deux secteurs, il aurait fallu qu'il y ait une quasi parité dans le nombre de réponses issue de part et d'autre. Une extension de l'étude pourra être envisagée ultérieurement dans ce sens.

7 – Nombre de jours d’encadrement par an ? :

moins de 30 *30 à 60* *60 à 90* *90 à 120* *plus de 120*

	Total	Avec TMS	Sans TMS
Total	200	118	82
...< 30	65 (32,5%)	27 (22,9%)	38 (46,3%)
30<...<60	68 (34%)	45 (38,1%)	23 (28%)
60<...<90	21 (10,5%)	16 (13,6%)	5 (6,1%)
90<...<120	17 (8,5%)	13 (11%)	4 (4,9%)
120<...	25 (12,5%)	16 (13,6%)	9 (11%)

Commentaires :

Cette question devait permettre d’établir un nombre de jours d’encadrement à partir duquel le risque devient plus important. On peut constater que le nombre de jours d’encadrement est en général inférieur à 60 jours par an pour une grosse majorité. La tranche la plus touchée par les TMS, se situe entre 30 et 60 jours par an avec 38,1%. Les personnes qui ne signalent pas de troubles, effectuent en moyenne moins de trente jours par an d’encadrement.

Il y a une augmentation des troubles avec le nombre de jours d’activité. Ces données seront à analyser plus précisément dans une deuxième partie de l’étude, en les recoupant avec le contexte environnemental de la pratique.

8 – Nombre d’années de pratique dans l’encadrement ? :

moins de 5 ans *entre 5 et 10ans*
entre 10 et 15ans *plus de 15 ans*

	Total	Avec TMS	Sans TMS	TMS/Périodes
Total	200	118 (59%)	82 (41%)	
...< 5	68 (34%)	37 (31,3%)	31 (37,8%)	54,4%
5<...<10	54 (27%)	31 (26,3%)	23 (28%)	57,4%
10<...<15	27 (18%)	18 (15,3%)	9 (11%)	66,6%
15<...	51 (27,5%)	32 (27,1%)	19 (23,2%)	62,7%

Commentaires :

On constate qu’une majorité d’encadrant a moins de 5 années d’expérience dans la pratique. On constate clairement que le pourcentage de personnes atteintes augmente avec les années de pratique.

On peut dire que le nombre d’années d’encadrement favorise l’apparition des douleurs musculo-squelettiques. Cette analyse est également à prendre en compte avec l’augmentation de l’âge des moniteurs.

9 – Environnement habituel de pratique actuelle ? :

bateau *plage* *piscine*

départ quai *départ plage*

	Total	Avec TMS	Sans TMS	TMS/Environ.
Total	200	118 (59%)	82 (41%)	
Bateau	140 (70%)	86 (72%)	54 (65,9%)	61,4%
Plage	29 (14,5%)	20 (16,9%)	9 (11%)	68,9%
Piscine	157 (78,5%)	92 (78%)	65 (79,3%)	58,5%
Départ quai	86 (18%)	53 (44,9%)	33 (40,2%)	61,6%
Départ plage	44 (22%)	30 (25,4%)	14 (17,1%)	68,1%

Commentaires :

Cette question permet de prendre en compte l'environnement dans lequel les encadrants évoluent le plus souvent. Une majorité a coché plusieurs cases, ce qui permet de mettre en évidence la dominance de l'activité piscine propre au secteur associatif. Le « départ quai » et « départ plage » sont deux zones sensibles parce qu'elles représentent des contraintes physiques importantes en terme de portage de matériel (sol meuble, glissant, rochers, etc.), de difficulté d'accès (éloignement des points de mise à l'eau) et de préparation (embarquement du matériel sur le bateau). Il manque à mon étude la prise en compte de l'environnement de la plongée en carrière qui a été plusieurs fois noté dans les remarques liées au questionnaire.

Les réponses mettent bien en évidence l'apparition de TMS dues au portage et à l'accessibilité des sites (embarquement, mise à l'eau, ...) avec des pourcentages importants dans les secteurs « plage » et « départ plage ».

10 – Type de plongée dominant ? :

formation *baptême* *tek* *exploration* *eau froide*

plongée enfant *autres (précisez)*

	Total	Avec TMS	Sans TMS	TMS/Types
Total	200	118 (59%)	82 (41%)	
Formation	166 (83%)	102 (86%)	64 (78%)	61,4%
Baptême	64 (32%)	36 (30,5%)	28 (34,1%)	56,2%
Tek	20 (10%)	15 (12,7%)	5 (6,1%)	75%
Exploration	98 (49%)	60 (50,8%)	38 (46,3%)	61,2%
Eau Froide	64 (32%)	37 (31,4%)	27 (32,9%)	57,8%
Plongée enfant	25 (12,5%)	19 (16,1%)	6 (7,3%)	76%
Autres	7 (3,5%)	3 (2,5%)	4 (4,9%)	42,8%

Commentaires :

La question sert à évaluer le type de plongée que l'encadrant fait le plus souvent pour cibler une activité prédominante dans l'apparition des TMS. Plusieurs réponses pouvaient être envisagées. Le faible taux de participants à l'encadrement de la plongée tek (plongée aux mélanges) ne permet pas de rendre exploitable le pourcentage qui lui est associé, de même que pour la plongée enfant qui est elle aussi très peu représentative.

Il est intéressant de comparer dans un second temps les résultats de cette question avec la question précédente en tenant compte uniquement le cas de la plongée de formation (102 soit 86%).

Plongées de formation	Total	Bateau	Plage	Piscine	Départ quai	Départ plage
Total	102	77	17	78	47	24
Environ./Formation		75,5%	16,7%	75,5%	46,1%	23,5%

Le résultat nous montre bien l'importance dans les plongées de formation, de l'environnement bateau et piscine pour le secteur associatif. Ceci montre toute l'importance qu'il peut y avoir à essayer de trouver des solutions dans ces deux domaines de la pratique.

11 – Nombre de plongées par an ? :

moins de 50 *entre 50 et 100* *entre 100 et 150*

entre 150 et 200 *plus de 200*

	Total	Avec TMS	Sans TMS	TMS/nb Plong
Total	200	118 (59%)	82 (41%)	
...< 50	86 (43%)	46 (39%)	39 (47,6%)	53,4%
50<...<100	78 (39%)	49 (41,5%)	29 (35,4%)	62,8,4%
100<...<150	17 (8,5%)	12 (10,2%)	5 (6,1%)	70,58%
150<...<200	5 (2,5%)	5 (4,2%)	0 (0%)	100%
200<...	12 (6%)	5 (4,2%)	5 (8,5%)	41,6%

Commentaires :

La question cible l'impact du nombre de plongées effectuées par an sur l'apparition des TMS. Il s'agit du nombre de plongée globale sans distinguer le type de plongée. La majorité des encadrants effectue moins de 50 plongées par an en considérant qu'il s'agit de plongée en milieu naturel. La majorité des personnes ne se plaignant d'aucun trouble se situe également en dessous du seuil des 50 plongées par an.

Le pourcentage de gens touchés par des TMS augmente avec le nombre de plongée effectué par an.

12 - Avez-vous déjà ressenti une douleur à une articulation (hors accident de plongée) au cours de votre activité d'encadrant ? :

Oui *Non*

Commentaires :

Les douleurs articulaires mises en avant dans la question sont apparentées à des troubles musculo-squelettiques que l'activité d'encadrant entretient ou aggrave, mais qui n'ont pas forcément pour origine de la pratique de cette activité. Le résultat est que sur 200 cas, il y en a 118, soit 59%, qui se sont plaints d'avoir déjà eu des douleurs articulaires durant leur pratique.

Les résultats confirment tout l'intérêt qu'il peut y avoir à rechercher des pistes de solutions pour essayer de minimiser les conséquences de ces pratiques et essayer de préserver au mieux l'intégrité physique des encadrants (souvent bénévoles).

13 – si ***OUI*** pouvez-vous la localiser ? :

cervicales *épaule* *coude* *poignet* *dos*

hanches *genoux* *cheville* *autre (précisez).....*

	Total
Total	118 cas
Cervicales	29 (24,6%)
Epaule	37 (31,4%)
coude	21 (17,8%)
poignet	8 (6,8%)
dos	77 (65,3%)
hanches	8 (6,8%)
genoux	22 (18,6%)
chevilles	1 (0,8%)
autres	7 (5,9%)

Commentaires :

La zone qui est la plus touchée est le dos avec 65,3% des résultats. Les épaules arrivent en 2ème position avec 31,4% et enfin les cervicales avec 24,6%

Les zones les plus affectées sont situées en majorité sur la partie supérieure du corps, bien que les genoux semblent également atteints dans quelques cas. Les réponses « autres » pour seulement 6%, sont souvent localisées dans les zones déjà citées.

14 – A quel moment est-elle apparue ? :

Portage du bloc *Remontée à l'échelle* *Pendant un baptême*

En aidant un élève *En préparant le bateau*

En remontant à bord les blocs des élèves dans le bateau en fin de plongée

En faisant le gonflage *En remontant le mouillage* *Manutention*

Autres *précisez* :

	Total
Total	118 cas
Portage du bloc	78 (66,1%)
Remontée à l'échelle	22 (18,6%)
Pendant un baptême	3 (2,5%)
En aidant un élève	12 (10,2%)
En préparant le bateau	6 (5,1%)
Remontée des blocs	36 (30,5%)
En faisant le gonflage	16 (13,6%)
En remontant le mouillage	10 (8,5%)
Manutention	50 (42,4%)
Autres	18 (15,3%)

Commentaires :

Le portage du bloc et la manutention sont les deux activités principalement citées. Dans les remarques inscrites dans « autres », apparaissent des commentaires intéressants :

- la nage capelée sur grande distance (N4 et MF2).
- La navigation en pneumatique.
- Les longues sessions de baptême.
- Portage du bloc sous l'eau,
- Capelage à terre.

Les remarques qui ont été formulées sont intéressantes parce qu'elles permettent de préciser d'avantage certaines circonstances d'apparition de la douleur. La manutention reste cependant un réel problème dans notre activité et on ne peut pas dire que les fabricants de matériel aient progressé dans ce domaine. Les bouteilles pèsent toujours autant. Il est donc important de pouvoir trouver des solutions ailleurs que dans le choix de l'équipement, même si celui-ci permet de résoudre quand même certains problèmes.

Il y a également une autre activité qui n'a pas été mentionnée dans cette étude, il s'agit des journées d'inspection visuelle des bouteilles. En effet, au cours de ces journées, des charges importantes peuvent être déplacées. Les bouteilles, une fois leurs robinetteries et leur poignée démontées, peuvent plus difficilement être manipulées.

15 - Cette douleur était- elle *occasionnelle* ? *récurrente* ?

	Total 118 cas
Occasionnelle	80 (67,8%)
Récurrente	38 (32,2%)

Commentaires :

La douleur reste occasionnelle dans la majorité des cas. Cette donnée est intéressante à analyser si elle est prise en compte avec les questions suivantes.

16 – Cette douleur a-t-elle disparue avec l’arrêt de l’activité ? : *oui* *non*

	Total 118 cas
oui	67 (56,8%)
non	46 (39%)

Commentaires :

Certaines personnes n’ont pas répondu à la question ce qui fait que l’on ne retrouve pas les 118 cas du début.

On peut remarquer que dans la majorité des cas, la douleur disparaît avec l’arrêt de l’activité ce qui est une des caractéristiques des TMS. Il reste cependant 39% des cas où la douleur reste chronique.

17 – Avez-vous été pris en charge par un médecin ? : **oui** **non**

	Total 118 cas
oui	44 (37,3%)
non	74 (62,7%)

Commentaires :

Une majorité des encadrant n'ont, à première vue, pas été pris en charge médicalement parlant. Cependant une comparaison avec les questions 15 et 16 est intéressante si on isole les cas où la douleur est récurrente.

Douleurs récurrentes 38 cas	Disparition après arrêt	Prise en charge médicale	Disparition aujourd'hui
Sans réponse	3	0	0
Oui	11 (28%)	24 (63,2%)	11 (28,9%)
Non	24 (62,3%)	14 (36,8%)	27 (71,1%)
Douleurs occasionnelles :80 cas			
Sans réponse	2	0	0
Oui	56 (70,9%)	20 (25%)	56 (70%)
Non	22 (27,8%)	60 (75%)	24 (30%)

Au vu du dernier tableau, il est intéressant de constater que la prise en charge médicale n'est pas systématique, surtout pour les cas où la douleur est récurrente. Je pense qu'il y a un effort à faire dans la sensibilisation des encadrants sur ce problème lié à notre activité. Le pincement d'un disque intervertébral peut devenir une contre-indication à la pratique de la plongée.

18 – Cette douleur a-t-elle disparue aujourd'hui ? : **oui** **non**

La question a été posée pour compléter les questions précédentes. On constate que dans une majorité des cas où la douleur est occasionnelle, les troubles disparaissent avec l'arrêt de l'activité. On est bien dans le cas typique de troubles musculo-squelettiques dus à la pratique d'une activité sportive.

19 – En analysant avec attention l'environnement global de cette activité que trouvez-vous d'éprouvant physiquement ?

Dans cette question, je souhaitais avoir un avis des encadrants. Dans la majorité des réponses, c'est la manutention et le portage des bouteilles qui sont cités.

20 – Si vous deviez arrêter maintenant votre activité, les contraintes physiques en seraient-elles la cause ? : **oui** **non**

Cette question m'a permis d'évaluer la place que les encadrants accordent à la contrainte physique de notre activité. Parmi les gens qui ont répondu à cette question, une grande majorité, 68,5%, considère que les contraintes physiques ne nécessitent pas un arrêt de l'activité. Il reste néanmoins 26,5% des cas où les contraintes physiques seraient bien à l'origine d'un arrêt. Ce résultat est à rapprocher de l'âge des encadrants qui ont répondu dans ce sens.

« Vos commentaires relatifs au questionnaire et précisez si vous souhaitez être informé des conclusions en me laissant votre email qui ne sera jamais diffusé en dehors de la réception de ce mémoire. »

Commentaires :

Cette dernière question a permis de recueillir des informations intéressantes permettant de mieux comprendre le résultat de certains questionnaires. Elle a également permis de mesurer l'intérêt que les gens ont accordé à cette étude en demandant à être informé des résultats.

Il y a eu 64% des personnes qui m'ont demandé un retour et 48,5% qui ont émis des remarques sur le questionnaire. Tout ceci me conforte dans le choix de cette étude en espérant que je pourrai à travers ce mémoire apporter quelques idées permettant de sensibiliser d'avantage nos encadrants et pourquoi pas de trouver quelques solutions.

3.4 Analyse de l'activité pour l'encadrant

3.4.1 Un profil à risque

Les résultats de l'étude nous montrent que le moniteur E3 se trouve dans la catégorie d'encadrant la plus touchée (42,4%). En regardant quelques chiffres, on peut donner un profil de ce moniteur E3 atteint de TMS.

Il s'agit tout d'abord d'un homme (88%) dont l'âge se situe entre 50 et 59ans (42%) qui a un vécu de 100 à 150 plongées (26%) avant d'être encadrant, qui évolue dans le secteur associatif (88%). Il effectue entre 30 et 60 jours d'encadrement par an (36%) et il a entre 5 et 10 ans d'ancienneté dans l'encadrement (32%). Son environnement habituel de pratique est le bateau (80%) ou la piscine (78%) et il effectue en moyenne 50 à 100 plongées par an (42%). Il se plaint de douleurs au dos (62%), aux épaules (36%) et aux cervicales (34%). Ces douleurs apparaissent lors du portage de bouteilles (74%), de la manutention (40%) et de la remontée des bouteilles sur le bateau en fin de plongée (36%). Cette douleur reste occasionnelle (60%) et disparaît avec l'arrêt de l'activité (52%).

Cette analyse reflète bien la réalité de l'activité d'un moniteur de plongée qu'il évolue en piscine ou en milieu naturel.

3.4.2 Une activité physique à risque

Si l'on observe en détail l'activité physique et les efforts fournis en milieu naturel, on constate un enchaînement de plusieurs phases actives et de repos sans aucune transition :

- Phase active : manutention pour la préparation du matériel.
- Phase repos possible : déplacement en bateau suivant les conditions
- Phase active : équipement à bord
- Phase repos : immersion
- Phase active : la sortie de l'eau
- Phase repos possible : transport en bateau
- Phase active : manutention à l'arrivée.

Ces phases où se succèdent activités musculaires et temps de repos peuvent se reproduire plusieurs fois dans la même journée. Le fait qu'il n'y ait pas vraiment de transition entre une activité de repos et une activité musculaire a pour conséquence de solliciter les muscles et les articulations sans passer par une phase d'échauffement comme cela devrait être le cas avant toute activité physique normale et répétée.

3.4.3 Les facteurs endogènes

a) La déshydratation

Physiologiquement, la phase d'immersion et les variations brutales de températures, provoquent sur notre organisme une déshydratation importante aussi bien lors des phénomènes de thermogénèse (lutte contre le froid) que de thermolyse (lutte contre le chaud). Chez un encadrant, ce phénomène de perte d'eau important peut-être à l'origine d'accidents musculaires et d'inflammation des tendons (tendinites) pendant les phases d'efforts musculaires répétés dans la journée.

b) La fatigue

La fatigue générale provoquée par les longues journées d'encadrement affecte le tonus musculaire et favorise les situations à risques. Les postures ergonomiques se détériorent de plus en plus et des blessures peuvent survenir plus facilement au niveau des articulations et du dos.

c) Le stress

L'encadrement dans la plongée peut générer parfois un stress important qui peut réduire la vigilance du moniteur lors d'une activité physique. Ce phénomène affecte la stabilité de ses appuis aux sols lors des phases de manutention dans des environnements instables (bateau, rochers, sols glissant, etc.) et peut augmenter ainsi le risque de blessure.

3.4.4 Un environnement à risques pour nos élèves

a) Etudes de cas « il y a des jours où on devrait rester coucher »

Un senior, niveau 3 me raconte sa participation à une journée d'inspection visuelle des bouteilles de plongée :

« Ça avait mal commencé car le responsable m'avait attribué une planche non horizontale sur laquelle allonger la bouteille de plongée, ce qui fait que pendant les vérifications, pas-de-vis (filetage), intérieur, etc...elle avait tendance à rouler sur le côté. En plus, on avait enlevé tout ce qui permettait de la saisir, poignée, robinet (c'est normal) filet...ça n'a pas manqué : la 3ème bouteille a fichu le camp et pour éviter qu'elle ne cogne le sol, je me suis tordu le dos pour la rattraper. Voilà comment ont commencé 4 mois de galère...Immobilisé le lendemain, ostéopathe le surlendemain qui n'a rien compris mais 60 € quand même !

Impossible de me déplacer ; puis docteur rhumatologue qui a diagnostiqué la hernie discale, première piqure, petit soulagement, puis scanner ou IRM, et c'était bien ça.

Faut-il opérer ? Ce n'est pas sans danger et 88 % des hernies s'améliorent et se résolvent entre 5 mois et un an. J'ai choisi de souffrir quelques mois. 7 piqures en tout ; une fois sur deux ça soulageait la douleur et je pouvais me déplacer mieux mais au bout d'1 mois et demi, je marchais avec 2 cannes et m'arrêtais souvent. Le 4ème mois, je suis arrivé en Corse avec une seule canne que j'ai vite supprimée : c'était arrivé un 20 février et vers le 10 juillet, j'allais presque normalement. Cette période a été un cauchemar que je ne voudrais pas revivre. Ceci dit, il reste des séquelles : une légère paralysie des orteils du pied droit qui va et vient, une crampe qui fait pareil sur la cuisse quand je suis allongé et en tout cas, l'interdiction absolue de me retordre le dos ou de faire un mouvement qui s'en approche.

Il faut dire aussi que 2 ans auparavant, j'avais aidé un plongeur à remonter sa bouteille assis sur le bord et le corps en extension : lumbago (3 mois de douleurs) mais peut-être aussi préparation du terrain à ce qui allait m'arriver plus tard. »

b) Analyse

Le moins que l'on puisse dire c'est que le pratiquant peut se blesser sérieusement quand le formateur ne prend pas en compte les contraintes liées à l'activité pour ses élèves. Il est anormal que des bénévoles qui participent à une activité associative organisée au sein d'une école de plongée puissent repartir avec autant de séquelles.

c) En conclusion

La prise en compte par l'encadrant des contraintes pouvant générer des troubles musculo-squelettiques me semble incontournable. La preuve en est que de nombreuses personnes disent souffrir de ce problème, mais continuent malgré tout à pratiquer cette activité. Il est donc nécessaire d'essayer de trouver des solutions pour permettre à nos encadrants de continuer à vivre leur passion dans de meilleures conditions afin de mieux préserver leur intégrité physique.

4- Etablir un plan de prévention

4.1 La prévention

Un guide de palanquée ou un moniteur de plongée, évoluant en association ou en structure professionnelle, est toujours en contact avec un public de pratiquants. Les différents cursus de formation de nos encadrants abordent en termes de prévention uniquement, les accidents de plongée. Je pense que nous devons être acteur en prévention dans tous les domaines de notre environnement. L'étude a montré que la manutention d'un matériel lourd était souvent mise en cause. Nous allons donc voir comment apporter des solutions pour préserver notre intégrité physique et celle de nos élèves.

Si ces solutions existent, on ne les trouvera pas dans la diminution du poids du matériel de plongée car dans ce domaine les fabricants n'ont pas fait beaucoup de progrès. Les bouteilles sont toujours aussi lourdes bien que les bouteilles en aluminium commencent de plus en plus à faire leur apparition en France ce qui améliore le portage, mais ne change rien pendant l'immersion avec du lest rajouté souvent à la ceinture.

Il convient alors d'essayer de trouver des solutions dans le domaine des positions ergonomiques et de la préparation physique.

4.2 L'analyse des positions ergonomiques

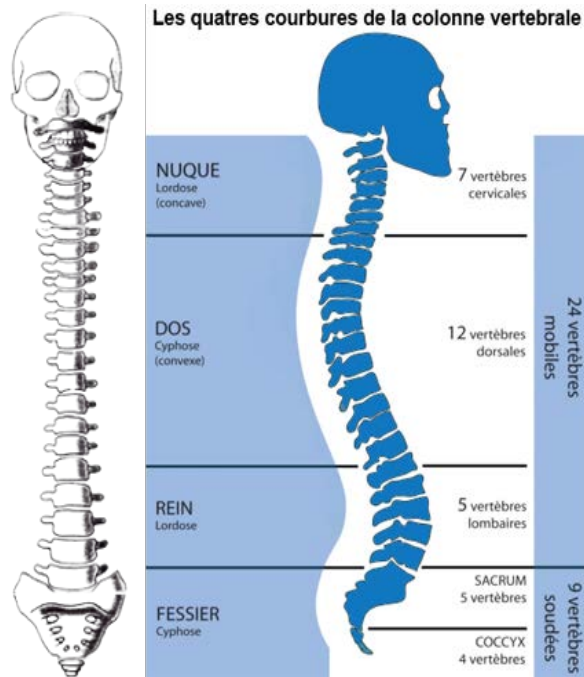
Afin de pouvoir comprendre tout l'intérêt qu'il y a à adopter des positions ergonomiques adéquates, il me semble important de passer par un petit rappel de quelques notions.

4.2.1 Anatomie de l'appareil locomoteur

La colonne vertébrale :

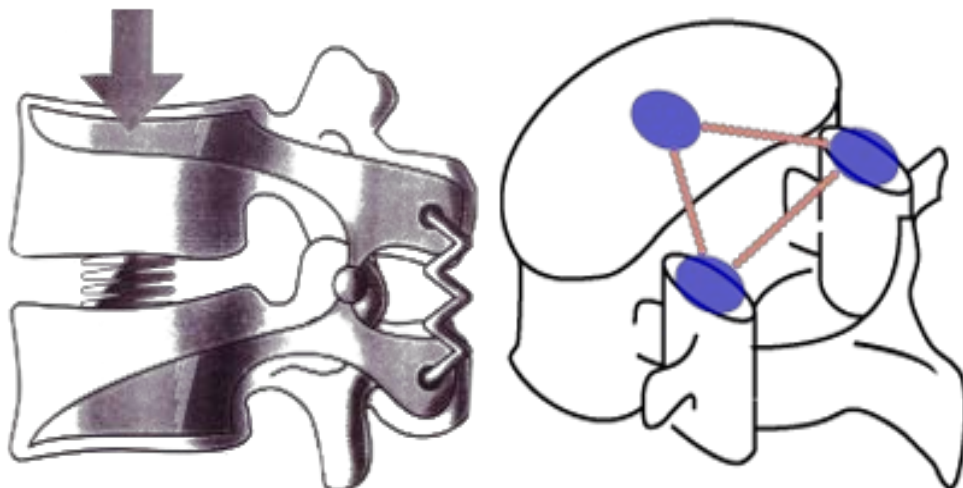
Une mécanique parfaite.

Vue de face la colonne vertébrale est un empilement rectiligne de 24 vertèbres, représentant un mât creux à la fois rigide et souple, haubané par des centaines de muscles. Par contre de profil on constate qu'elle représente une sorte de S (tel une tôle ondulée) grâce à la superposition de courbures alternées. Chaque vertèbre est reliée à sa voisine en avant par un disque (système d'amortisseur) reposant sur le corps vertébral et en arrière par deux petites articulations postérieures maintenues par de puissants ligaments qui se tendent et se rétractent pour accompagner le mouvement.



Les vertèbres :

Une vertèbre est comparable à un trépied assurant une bonne stabilité. Le tout est animé par des centaines de muscles dont le rôle est double à la fois stabilisateur et moteur.



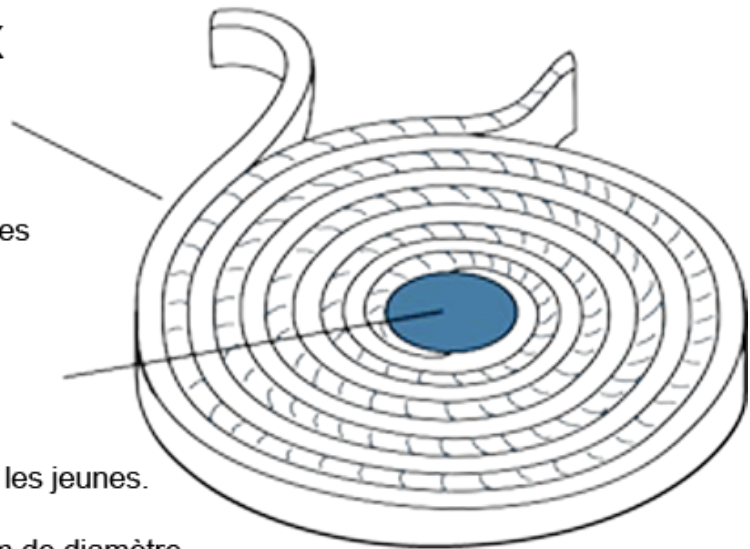
Les disques intervertébraux : Une suspension hydraulique

Un amortisseur Hydraulique

L'ANNEAUX FIBREUX

Composé à 65% d'eau.

Il est formé par un ensemble de lamelles verticales concentriques disposées à la manière des couches d'une tranche d'oignon.

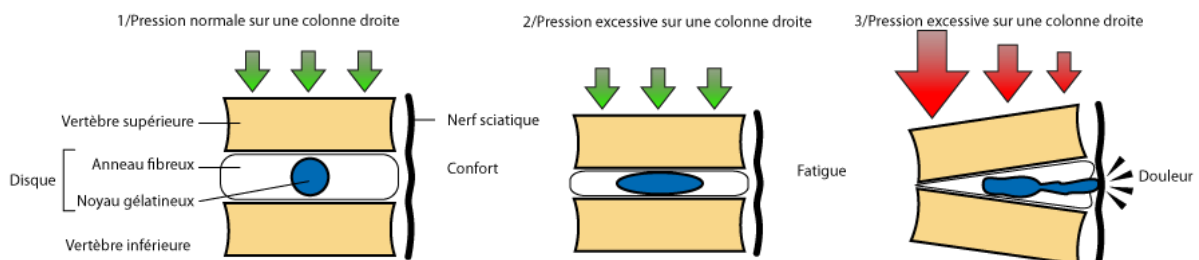


LE NOYAU DISCAL

Composé jusqu'à 88% d'eau chez les jeunes.

A la forme d'une bille de 1 à 1,5 cm de diamètre et est constitué d'une substance gélatineuse.

Le disque intervertébral est à la fois un ligament qui unit deux vertèbres et un tampon qui amortit. Il reçoit des charges considérables, surtout dans la région lombaire qui supporte le poids de l'ensemble du tronc auquel se surajoutent les efforts de flexion ou les levers de charges. Le noyau constitue un véritable amortisseur hydraulique de pression : il absorbe 75 % de la charge. Les 25% restants sont absorbés par l'anneau fibreux. Le disque n'est pas une structure inerte et peut se comparer à une éponge imbibée d'eau qui se gorge de liquide la nuit et lors du repos allongé, et pendant la journée, sous l'effet du poids du corps, elle se vide progressivement de cette eau comme si on la pressait. C'est la raison pour laquelle notre taille diminue entre le matin et le soir. La perte de hauteur pour l'ensemble de la colonne peut atteindre 2 cm. L'anulus, ou anneau, composé de 65 % d'eau, est fait de fibres qui ressemblent à un gros ligament, dont le rôle est d'attacher les vertèbres les unes aux autres. Ces fibres s'entrecroisent et forment un maillage serré qui résiste à l'étirement dans toutes les directions. Le nucléus ou noyau inséré dans l'anulus a la forme d'une bille de 1 à 1.5 cm de diamètre. Il est constitué d'une substance gélatineuse et très hydratée (88 % d'eau chez les jeunes) qui joue le rôle d'un amortisseur qui absorbe les chocs et rend la colonne souple et mobile.



Les courbures du dos : Le « S » physiologique

De profil, la colonne vertébrale présente 3 courbures :

la lordose cervicale : Courbure concave (en creux) au niveau du cou

la cyphose dorsale : Courbure convexe (arrondie) au niveau du haut du dos

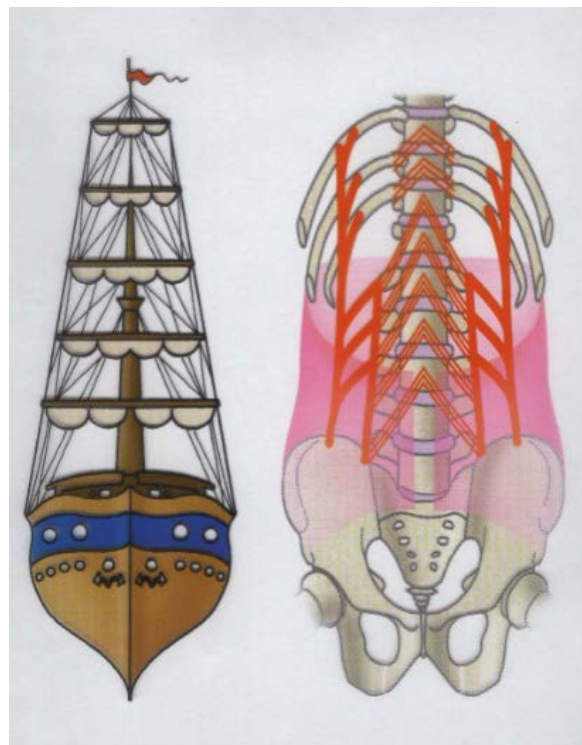
la lordose lombaire : Courbure concave (en creux) dans le bas du dos (creux des reins)

Ces 3 courbures sont aussi appelées le "S physiologique". La colonne vertébrale est conçue pour être érigée. L'alternance de ces courbures donne une plus grande solidité à la colonne vertébrale dans son ensemble ; elle participe également à notre stabilité, à notre équilibre en position debout. Si la colonne vertébrale était droite et rigide, nous aurions du mal à maintenir notre stabilité, laquelle nécessite, bien entendu, des muscles de posture en bon état. La courbure lombaire est particulière dans son fonctionnement. Elle supporte la majeure partie du poids du corps. C'est donc la courbure qui travaille le plus, très sollicitée dans tous les mouvements de flexion et de rotation. C'est la région de la colonne vertébrale à la fois la plus puissante et ceci explique que les vertèbres lombaires sont plus volumineuses que les vertèbres dorsales et cervicales. C'est la plus sollicitée mais également la plus menacée

Les muscles posturaux : Les haubans

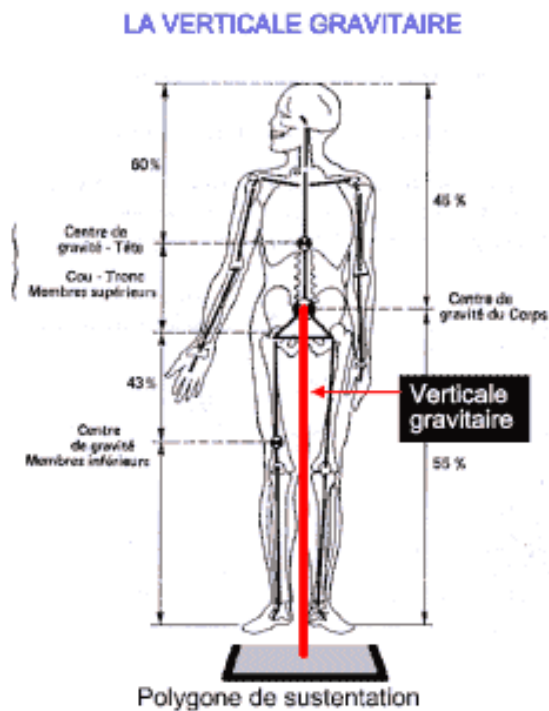
La colonne vertébrale est animée par des muscles dont le rôle est double : À la fois stabilisateur et moteur. On peut donc comparer l'empilement des vertèbres à un mât de navire dont les haubans sont remplacés par les muscles.

Selon le docteur Jean Yve Maigne :
« Pour attacher les vertèbres les unes aux autres, outre le disque il y a des ligaments solides des muscles disposés tout autour de la colonne comme un manchon, et d'autres muscles attachant la colonne aux épaules et au bassin. Les premiers relient les vertèbres entre elles, ils sont épais. Les seconds attachent les vertèbres aux ceintures, plus fins que les premiers, leurs actions est en tout point comparable à l'haubanage du mât d'un navire. Ils contribuent à la verticalisation du dos. En cas d'anomalie vertébrale, ces muscles peuvent se contracter tout autour de la colonne et devenir spasmodiques et douloureux.

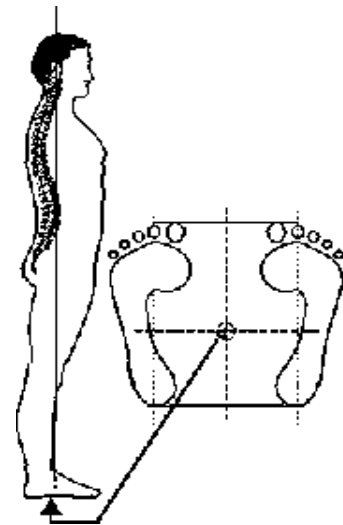


Ils peuvent aussi, lorsque l'on conserve trop longtemps une position mal équilibrée (assis tête penchée en avant par exemple) se fatiguer et être le siège de contractures ».

4.2.2 Des postures adaptées



De nombreux articles ont déjà mentionné le mal au dos du plongeur et montre des positions adaptées à la manutention des bouteilles de plongée. Il sera donc facile de retrouver ces articles sur la toile et de s'en inspirer pour savoir comment il faut faire. Ce qui m'intéresse, c'est d'insister sur les notions qui vont permettre de constater qu'une position ou un mouvement est inadapté pour le pouvoir le corriger.

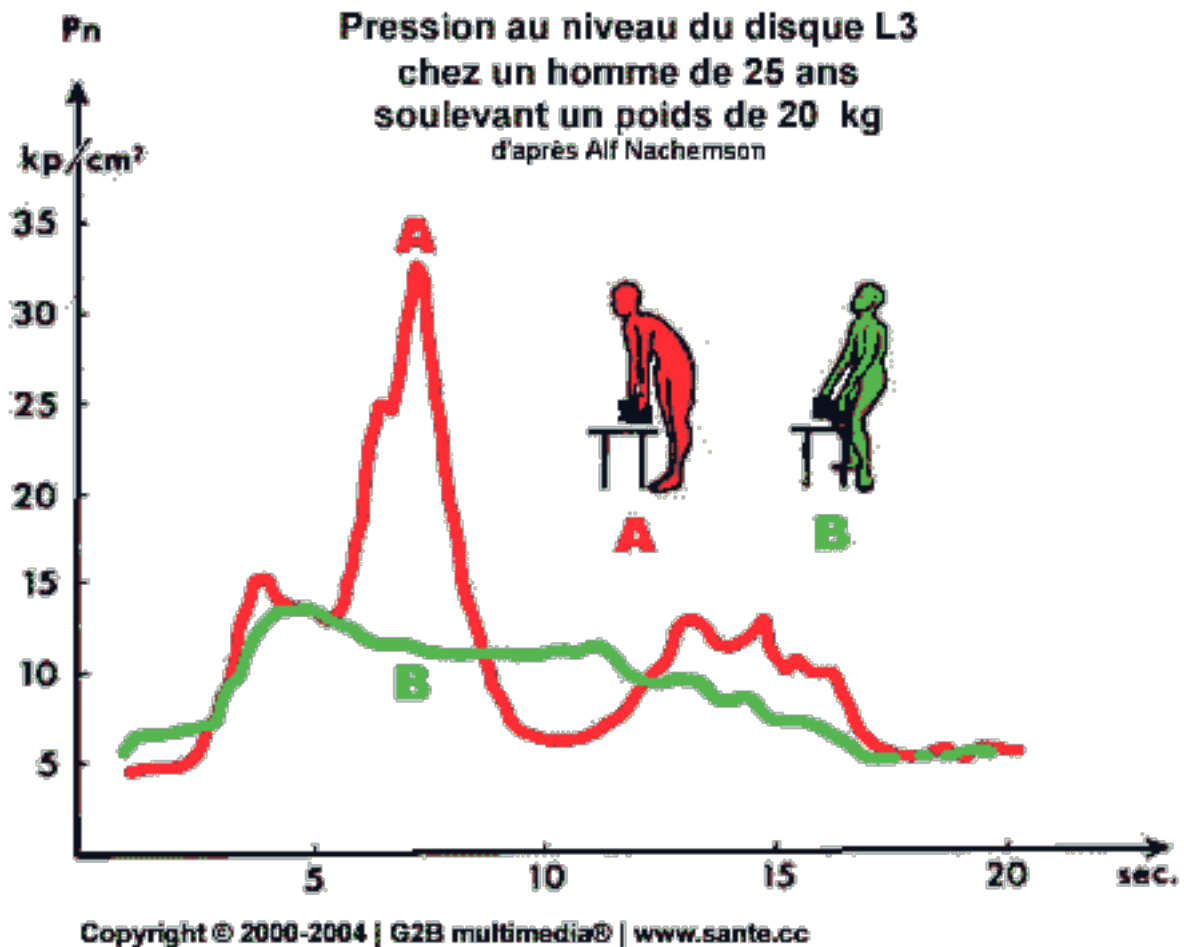


Partons du principe que pour pouvoir rester simplement debout en équilibre et maintenir la verticale gravitaire, il y a déjà des tensions de certains groupes musculaires chargés en permanence de rétablir notre équilibre autour du centre de gravité. La projection du centre de gravité au sol est située au centre du polygone de sustentation. Les pieds déterminent les limites de ce polygone. Plus les pieds sont écartés et plus la position est stable car le polygone est agrandi. Le centre de gravité est sensiblement situé au niveau du nombril en situation d'équilibre statique debout.

En soulevant une charge de 10 daN (10kg), on peut, suivant l'inclinaison du tronc, faire varier la pression sur les disques intervertébraux de 50 daN (50kg) à 150 daN (150kg).

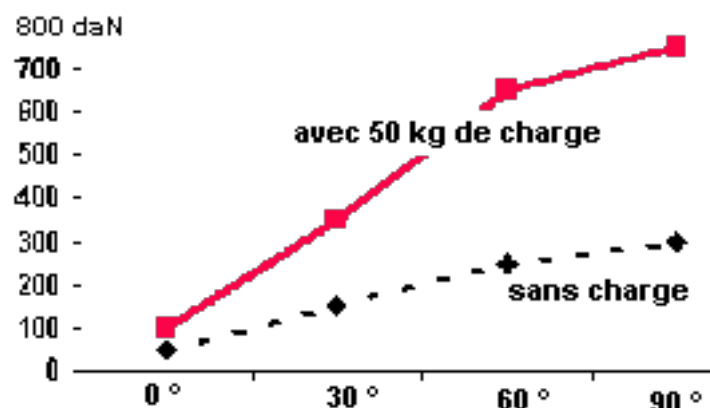
Si de plus les vertèbres ne sont pas parallèles (dos rond), la pression peut atteindre 100 daN/cm² sur une portion du disque.

La pression acceptable sans dommage par le disque intervertébral est environ de 20 daN/cm².



Dans la position debout normale, la ligne de gravité passe le plus souvent par la 3^{ème} vertèbre lombaire et légèrement en avant du genou et de la cheville. Plus la ligne de gravité s'éloigne vers l'avant, plus les efforts musculaires du dos pour conserver la station debout sont élevés

Mesures des tensions musculaires vertébrales en fonction de l'inclinaison et de la charge soulevée :





La colonne vertébrale n'est pas la seule structure solide reliant les épaules au bassin.

En se bloquant sur une inspiration forcée, on crée un caisson rigide qui soulage de 30% la pression sur les disques lombaires et de 50 % la tension des muscles lombaires.

Mais cette inspiration bloquée ne doit pas être maintenue longtemps, car elle crée une surpression sanguine pouvant provoquer l'ouverture d'un foramen ovale perméable si l'effort se situe peu de temps après la plongée comme pendant la remontée d'un mouillage par exemple.

4.2.3 Les principes de sécurité physique

On entend par principe de sécurité physique, l'ensemble des actions qui vont permettre de limiter les contraintes physiques sur la colonne vertébrale dues à la manutention de charges.

- Etre parfaitement équilibré et mobile sur ses pieds : déplacer et ORIENTER ses pieds
- Etre face à la charge et ne pas avoir à tordre le tronc, rester face à la charge, ne jamais faire de torsion avec le tronc mais changer de direction en déplaçant vos pieds
- Garder le tronc le plus vertical possible, déplacer ses appuis, écarter ses appuis, ne pas se "voûter" , ne pas se "cambrier", conserver les courbures normales du dos en les "figeant" pour conserver les corps vertébraux parallèles.
- Abaisser le centre de gravité : se fléchir sur les jambes, porter la charge le plus bas possible : gardez les bras tendus
- S'approcher au maximum de la charge : se coller à la charge pour diminuer le levier résistant : distance entre la charge à porter et la ligne de gravité
- Utiliser ses jambes et non son dos pour soulever et reposer la charge : Utiliser les muscles des cuisses et des fessiers qui sont les plus puissants du corps humain. Les bras doivent contrôler la charge et non la soulever
- Bloquer la respiration au moment où l'on fait l'effort pour soulager les muscles du dos et les disques vertébraux *sauf dans les premières minutes qui suivent la plongée ou l'effort doit être effectué sans bloquer la respiration (risque important d'ouverture du FOP ou risque d'hyperpression pulmonaire).*
- Multiplier les appuis : se caler avec une cuisse, prendre un appui supplémentaire avec une main, un genou sur le bord du bateau ou du pneumatique quand on effectue la remontée de l'équipement des plongeurs encore dans l'eau. Changer régulièrement de côté ou de position pour éviter de solliciter toujours la même chaîne musculaire et la même articulation.

4.3 La préparation physique

Malgré le fait que la plongée sous-marine doit rester un loisir sans devenir une activité sportive contraignante, il me semble important de considérer le fait qu'un minimum de condition physique est nécessaire pour préserver notre intégrité physique devant les nombreuses contraintes que peut susciter l'action d'encadrer.

4.3.1 La préparation d'une période d'activité intense.

Pour les éducateurs sportifs et les stagiaires pédagogiques évoluant dans certaines structures, la pratique de l'encadrement est une activité saisonnière allant de 1 mois à 6 mois par an. A l'approche de ces périodes, il est important d'effectuer une préparation physique adaptée. Tout au long de cette étude nous avons vu que les zones les plus sensibles aux contraintes physiques dues à la manutention de nos bouteilles de plongée, étaient le dos et les épaules. Nous allons donc voir comment orienter notre préparation physique pour essayer de mieux nous préserver.

a) La planification

Une activité saisonnière en tant qu'encadrant dans la plongée doit se préparer comme si l'on allait participer à une épreuve sportive. Une fois que la saison a commencé, il est très difficile de se maintenir en condition physique si cela n'a pas été prévu avant l'activité saisonnière. Les périodes de repos hebdomadaire doivent être planifiées avec des activités sportives de détente ou de relaxation. La préparation de la saison doit s'effectuer sur une période de trois mois pour être complète et progressive. Cette préparation doit comporter une phase de travail d'endurance indispensable qui va permettre de repousser le seuil de fatigue et une phase de renforcement musculaire. L'harmonisation des deux est importante. Pour répondre à la problématique du sujet à savoir « Les troubles musculo-squelettiques liés à la pratique de l'encadrement en plongée » je ne tiendrai compte que des différents groupes musculaires qu'il est intéressant de renforcer afin de mieux se préparer et se préserver.

Les groupes musculaires les plus sollicités sont la ceinture scapulaire (épaules, omoplates, sternum, clavicule), le dos et la ceinture abdominale.

b) Le renforcement musculaire de la ceinture scapulaire.

Le renforcement musculaire de la ceinture scapulaire va permettre de limiter les lésions de la coiffe des rotateurs sollicitée lors des efforts de manutention et va permettre le maintien de l'articulation de l'épaule.

Principaux muscles :

- Le grand pectoral
- Le petit pectoral
- Le dentelé antérieur
- Le supra épineux
- L'infra épineux
- Le petit rond
- Le grand rond

- Le sous-scapulaire
- Le deltoïde

c) Le renforcement des muscles du dos

Les muscles du dos sont constitués des muscles extrinsèques qui concernent les membres supérieurs et la cage thoracique et les muscles intrinsèques qui concernent les mouvements de la colonne vertébrale et de la tête.

Principaux muscles :

- Trapèze
- Élévateur de la scapula
- Grand dorsal
- Rhomboïdes

Le renforcement musculaire des muscles du dos aide à prévenir les lombalgies.

d) Le renforcement de la sangle abdominale

La sangle abdominale contribue efficacement au maintien de la colonne vertébrale. Elle est constituée des muscles suivants :

- Grand droit
- Obliques internes
- Obliques externes
- Transverse

Pour renforcer l'ensemble des groupes musculaires abordés précédemment, il est préférable de travailler avec un programme préparé par un professionnel dans une salle de musculation adaptée. Cependant pour ceux qui ne sont pas adeptes des salles de sport, il existe d'autres solutions intéressantes.

4.3.2 L'intérêt de pratiquer d'autres activités sportives

Pratiquer une autre activité sportive peut contribuer également à un renforcement musculaire afin de lutter contre le risque des TMS liées à l'encadrement. Je prendrai ici deux exemples d'activités complémentaires à la plongée sous-marine qui peuvent procurer un réel intérêt.

a) La marche nordique

Cette activité de plus en plus répandue qui consiste à marcher à l'aide de deux bâtons, permet à la fois de développer l'endurance et participe au renforcement musculaire de la ceinture scapulaire, de la sangle abdominale et des muscles du dos. Cette

activité est plus intéressante que la marche car plus complète et reste moins douloureuse pour les articulations que la course à pieds.

Les avantages de la marche nordique :

- facile à apprendre et à pratiquer (aucun passé sportif n'est nécessaire),
- recommandée aux personnes souffrant de problèmes de genoux ou de dos,
- soulage les tensions musculaires au niveau de la nuque et des épaules,
- idéale pour perdre du poids,
- plus efficace que la marche sans bâtons (dépense énergétique supérieure à 400 kcal/h au lieu de 280 kcal/h)
- dépense jusqu'à 46 % de calories et d'oxygène en plus qu'une marche au même rythme,
- donne une impression de sécurité même sur sol relativement glissant,
- entraîne l'endurance aérobie et muscle le torse,
- meilleure performance cardiovasculaire et abaissement de la tension artérielle,
- augmente le transport d'oxygène dans tout l'organisme,
- excellente discipline à pratiquer en plein air pour se remettre des suites d'un accident du sport,
- peut-être pratiquée à tout âge,
- occasionne peu de courbatures,
- prévention de l'arthrose et de l'ostéoporose,
- plaisir en groupe,
- diminution du stress,
- accessible à toute personne qui désire commencer une activité physique et qui veut se bouger.

b) La natation et le dos crawlé

La natation est un sport bénéfique sur de nombreux plans. En effet, il s'agit d'un sport idéal :

- en aérobie : il fait travailler l'appareil cardiovasculaire en douceur,
- d'endurance : il permet de contrôler son poids,
- décontracturant : il permet d'évacuer stress et tensions,
- en décharge : il n'est pas traumatisant pour le squelette et les articulations.

Comme pour tous les sports, les entraînements de natation, pour être bénéfiques, doivent être réguliers, mais non excessifs.

La natation est une activité physique de prévention efficace contre le mal de dos car elle permet de se remuscler en douceur.

La natation est de plus un sport adapté à tous : qui peut être pratiqué à tout âge, par la femme enceinte ou les personnes en surpoids !

Le dos crawlé est l'une des nages les plus recommandées lorsque l'on souffre du dos, elle permet :

- un travail harmonieux de la musculature dorsale
- un développement du thorax avec une augmentation du volume respiratoire
- une correction des problèmes de courbures du dos
- Le dos crawlé est d'ailleurs recommandé pour la prévention et la correction des scoliozes de l'enfant.

Afin d'être bénéfique, la pratique du dos crawlé doit être correctement pratiquée. C'est pourquoi il est recommandé de prendre quelques cours avec un professionnel avant de pouvoir la pratiquer seul.

4.3.3 Les étirements

Dans notre activité d'encadrant les tensions musculaires sont souvent inégalement réparties. En effet nous sollicitons souvent un bras plus que l'autre dans la manutention des bouteilles et ceci est amplifié par une manutention plus fréquente.

Le stretching ou étirement actif permet de gagner en souplesse et de redonner la mobilité articulaire. Après un exercice physique, nos muscles se raidissent et nos articulations perdent en mobilité. Les étirements relâchent et décontractent les muscles, les assouplissent et leur redonnent leur longueur initiale et leur élasticité. S'étirer semble donc fondamental si l'on ne veut pas perdre en souplesse, développer des tendinites ou souffrir de pathologies liées à la perte de mobilité. Là encore la pratique des étirements doit être faite de manière encadrée car s'ils ne sont pas réalisés correctement ils peuvent accroître les traumatismes.

ATTENTION : Les étirements, par leur effet analgésiant, repoussent le seuil de douleur et peuvent par conséquent être dangereux (attention aux déchirures ou autres lésions). Ils ne doivent jamais être réalisés sur un muscle froid, enraidit, fatigué, courbaturé ou blessé. Un étirement ne doit pas faire mal. Des étirements mal faits peuvent être à l'origine de blocages (dos, etc.). Demandez conseil avant de les pratiquer.

5- Sensibiliser les encadrants par la formation.

Nous sommes une majorité de cadres à évoluer dans le contexte de la FFESSM, aussi bien en tant que professionnels que comme bénévoles, dans une association. Au même titre que le RIFA ou la formation TIV, nous pourrions créer une formation sous forme d'un module PREVENTION adressée aux cadres qui permettrait de sécuriser notre activité fédérale dans un contexte plus global.

Quelques éléments de réflexions m'ont permis de faire une ébauche d'un contenu de ce module PREVENTION.

5.1 Les objectifs pédagogiques

Les objectifs pédagogiques qui s'y rapportent sont les suivants :

5.1.1 Mieux comprendre le fonctionnement du corps humain

C'est dans cette partie que sera abordée l'anatomie et la physiologie du corps humain avec un intérêt particulier sur le squelette, les muscles, et quelques notions de base en biomécanique. Ces quelques notions devront permettre aux encadrants de mieux comprendre l'origine des contraintes physiques que l'on peut rencontrer dans notre activité au sein des structures de plongée.

5.1.2 Identifier les situations à risque

L'objectif est de pouvoir mettre en place un outil d'analyse d'une situation à risque ou d'un public à risque. C'est ici que l'on pourra identifier des situations potentiellement dangereuses. L'intérêt est de sensibiliser l'encadrant aux actions de prévention en dehors du contexte subaquatique, pour essayer ensuite de supprimer les facteurs à risques.

5.1.3 Savoir appliquer des principes de sécurité physique

L'application des principes de sécurité physique doit permettre aux encadrants de mieux comprendre comment choisir le geste idéal pour mieux se préserver.

5.1.4 Concevoir une action de prévention

A l'aide d'études de cas propres à notre activité, permettre aux encadrants de mettre en place une démarche de prévention à leur niveau.

5.2 Les méthodes pédagogiques

L'animation de cette formation fera appel à différentes méthodes pédagogiques

- l'exposé interactif
- Les pratiques d'exercices gestuels sur les principes de sécurité physique.
- La démonstration à l'aide de mannequin permettant de visualiser le mouvement du squelette.
- La répétition des gestes adaptés à notre activité
- La visualisation d'études de cas pour étudier les améliorations possibles.

5.3 Contenus de formation et volumes horaires

Il me semble intéressant de pouvoir diviser la formation en deux parties. Un module commun de 4 heures pour tous les encadrants et un module complémentaire de 2 heures lié à la spécificité des niveaux d'encadrement.

Module commun de 4heures :

- Anatomie et physiologie de l'appareil locomoteur (1h)
- Analyse des risques liés à l'encadrement dans notre activité (1h)
- Application des principes de sécurité gestuelle (1h)
- Etudes de cas en travaux pratiques (1h)

Module spécifique TIV (2h) :

- L'environnement particulier des séances de TIV (sensibilisation des plongeurs sur la gestuelle, préparation des différents ateliers, etc.).

Module spécifique Technicien gonflage (2h) :

- L'environnement Technicien gonflage en rapport avec les phases de manutention liées à l'utilisation spécifique des stations de gonflage.

Module spécifique Directeur de Plongée / Responsable Prévention (3h) :

- L'environnement spécifique du DP en rapport avec l'organisation de l'activité sur le bateau ou au bord du bassin (Gestion des équipes de moniteurs et des tâches, notion d'ergonomie sur l'aménagement spécifique des locaux etc.)

5.4 La sensibilisation du secteur associatif

De la même manière que la « sous-commission » TIV (technicien en inspection visuelle) dans les comités régionaux de la FFESSM gère le contrôle annuel des bouteilles de plongée, on pourrait imaginer la création d'une cellule PREVENTION chargée de mettre en place ces modules de formation dans les régions afin de sensibiliser les encadrants. Les responsables de cette cellule pourraient avoir un rôle de conseiller auprès des présidents de club.

6- Conclusion

Pour une activité sportive de loisir comme la plongée sous-marine, vouloir devenir un jour encadrant, c'est vouloir partager sa passion avec les autres et ne plus plonger uniquement pour son plaisir. C'est également accepter de s'investir intellectuellement et physiquement pour assurer la sécurité de nos élèves. C'est enfin vouloir accepter que les risques d'accidents ne sont pas uniquement liés à l'immersion mais qu'ils peuvent être présents dans le contexte organisationnel de notre activité.

La première partie de ce mémoire qui a permis d'analyser l'activité de quelques 200 encadrants a mis en évidence le lien qu'il peut y avoir entre leur pratique et l'apparition ou le développement de troubles musculo-squelettiques. Les contraintes physiques liées à l'organisation de notre activité sont loin d'être négligeables, et méritent que l'on s'y intéresse davantage aussi bien dans le cadre associatif que commercial.

Encore une fois, je ne me permettrai pas de dire que seule la plongée est à l'origine de ces TMS car comme bon nombre de nos bénévoles, le poids des années a contribué à laisser des séquelles parfois douloureuses sur notre organisme. Mais est-ce une raison pour ne pas évoquer les cas de ces personnes qui se sont blessées en voulant aider un élève et les considérer comme un simple fait divers qui n'apparaîtra jamais dans nos statistiques d'accidents de plongée.

Si des solutions existent, elles passent d'abord par le fait d'accepter que pour un encadrant, la plongée est une activité physique à part entière et que plus sa pratique est importante, plus sa préparation physique doit être adaptée en conséquence.

Une sensibilisation de l'encadrement à tous les niveaux me semble importante afin que chacun contribue à adopter des principes de préventions pour ses élèves mais aussi pour lui. Cette sensibilisation ne peut se faire qu'à travers la formation des cadres dans notre fédération et, pourquoi pas, montrer l'exemple aux autres fédérations.

En espérant que la lecture de ce mémoire incitera d'autres formateurs à participer à la recherche de solutions afin de pouvoir limiter ces contraintes pour que « le plaisir ne soit pas que sous l'eau », et que nous puissions continuer à vivre notre passion le plus longtemps possible.

7- Bibliographie

Sites internet :

<http://www.inrs.fr/accueil/demarche/evaluation-risques.html> : Site INRS sur l'évaluation des risques.

<http://www.ecolenatationcambo.com/> : Site de l'école de natation Cambo.

<http://www.osteopathebuonomo.fr/> : Site d'ostéopathie.

<http://www.plongemarseille.fr/plonger-marseille/osteopathie-et-plongee> :

Article sur l'ostéopathie et la plongée.

<http://aresub.pagesperso-orange.fr/medecinesubaquatique/medecineplongee/accid/herniedisc/herniedisc.htm> :

Article de ARESUB sur les hernies discales lombaires la plongée.

http://www.docvadis.fr/michel-struye/page/mes_conseils_pratiques/votre_activite_physique/je_souffre_de_lombalgie_quels_sont_les_exercices_a_faire_chez_moi.html :

Site sur l'activité physique et le mal au dos.

http://www.fgentili.net/trucs_astuces_dos.htm : Site sur la plongée et les problèmes de dos par un kinésithérapeute.

http://www.cestp.aract.fr/fileadmin/Fichier/Module_e_learning/SCO_0001/default.htm : Le site du CESTP – ARACT Picardie. Animation sur les TMS.

<http://www.travailler-mieux.gouv.fr/3d/module3d.htm> : Site sur les TMS en 3D.

<http://www.travailler-mieux.gouv.fr/Les-TMS-en-bref,599.html> : Site sur les TMS.

<http://www.blog-micronutrition.com/post484.htm> : Site sur les TMS et la micro nutrition.

<http://www.ast74.fr/fr/informations-sante-travail/dossier-thematiques/theme-3-risques-physiques/id-10-troubles-musculo-squelettiques-tms-pathologie> : Site santé au travail ANNECY

<http://www.epaule douleur.com/> : Site sur la tendinite de l'épaule.

http://www.moizi.de/home/fr/ergonomie/la_colonne_vertbrale : Site sur la colonne vertébrale.

<http://www.problemes-de-dos.com/ergonomie.html> : Site sur l'ergonomie et les problèmes de dos.

http://www.vepi.fr/colonne_vertbrale.htm#.UYLzNiuwhKd : Site sur la colonne vertébrale.

[http://joomla.ffessm67.fr/attachments/article/162/3.Mal%20de%20dos%20nation%20et%20plong%C3%A9e%20\(C.Karger\).pdf](http://joomla.ffessm67.fr/attachments/article/162/3.Mal%20de%20dos%20nation%20et%20plong%C3%A9e%20(C.Karger).pdf) : Mal au dos, natation et plongée.

<http://bernard.lefort.pagesperso-orange.fr/> Site sur l'éducation physique

http://www.ecoledefoot.fr/documents/connaissances_generales/renforcement_musculaire_simple.pdf : Site de renforcement musculaire.

<http://www.rollerenligne.com/articles-1509-se-renforcer-pour-sameliorer-le-gainage.html> : Site sur le gainage.

<http://bphiver2011.hautetfort.com/media/02/02/3252031037.pdf> : Muscles de la ceinture scapulaire.

<http://www.vetraz-marche-nordique.com/> : Site sur la marche nordique.

Documents :

- Programme de la formation PRAP INRS (Prévention des risques liés à l'Activité Physique).
- Transparent formation PRAP (INRS).
- Norme NF X35-109.

Livres :

- « Prévention des troubles musculo-squelettiques chez le sportif » de M. Julia, J.-L. Croisier, S. Perrey, A. Dupeyron, C. Hérisson aux éditions SAURAMPS MEDICAL.
- BD « Jeunes plongeurs » de Laurent Couineau et Davina Bénier.