FFESSM

COMITÉ INTER RÉGIONAL

Ile-de-France/Picardie

Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins

Fondée en 1948, membre fondateur de la Confédération mondiale des activités subaquatiques

French Underwater Federation

COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE – Ile De France - Picardie

Document d'Archive
Collège IdF-P - 2004

LES VETEMENTS HUMIDES DE PLONGEE

Mémoire présenté dans le cadre du stage d'instructeur régional

Octobre 2004

Patrick SAVEL

Table des matières

1 REMERCIEMENTS 2
2 INTRODUCTION 3
3 POURQUOI SE PROTEGER ? 3
4 HISTORIQUE 4
5 LE MATERIAU 5
6 LA FABRICATION 6
7 LES VETEMENTS DE PLONGEE ET LA NORMALISATION EUROPEENNE 10
8 LES DIFFERENTS MARQUAGES 20
9 INFORMATIONS DEVANT ETRE FOURNIES PA LE FABRICANT 21
10 CHOIX, ENTRETIEN ET STOCKAGE 24
11 AVENIR OU UTOPIE 25
12 CONCLUSION 27

1 REMERCIEMENTS

Jean François CAVANNA	Instructeur Régional
Lucien DUSSARAT	Instructeur Régional
Frédéric GIRARD	Moniteur Fédéral 2ème degré
Thierry LAPALME	Moniteur Fédéral 2ème degré
Jean Pierre MONTAGNON	Instructeur National
Patrick POINCELET	Instructeur Régional
Richard POTHIER	Instructeur National
Patrice VOGEL	Magasin "le vieux plongeur"
Jean Jacques LEVEQUE	L'Ile aux plongeurs – ISOVET CREATION

Société NAO

Société FADIS

Société STAR FRANCE

Société AQUALUNG

2 INTRODUCTION

La démarche qui m'a conduit à essayer de faire une étude sur les combinaisons de plongée et plus particulièrement les combinaisons dites humides est la suivante :

Tout plongeur ou plongeuse, qui a eu un jour la possibilité de concrétiser le rêve de pouvoir pénétrer cet univers que l'on appelle le monde du silence, qu'il ou elle ait eu l'occasion de le faire de façon anecdotique ou non auparavant, a réellement pris conscience de ce qui lui arrivait à deux moments précis.

- Dés l'enfilage du vêtement qui allait le protéger du froid et qui symbolisait ce que l'on appelait l'homme grenouille,
- Et dans un deuxième temps bien évidemment dés la découverte de cette respiration subaquatique au travers d'un détendeur, avec aussi le port sur le dos d'une réserve d'air comprimé.

Oublions cette réserve d'air comprimé, pour ce qui est du détendeur, beaucoup d'études ont été réalisées. D'autre part, il ne faudrait pas oublier que, par le passé, quand le plongeur n'était pas autonome, le détendeur n'existait pas et de plus, dans l'avenir, peut être serons nous amenés à nous affranchir de cet appareil.
La combinaison étant donc le premier symbole du passage d'une vie aérienne à une vie aquatique, il m'a semblé intéressant de l'étudier sous certains aspects.

Je me suis trouvé fortement conforté dans ma démarche quand, après interrogations de nombreux plongeurs, j'ai pu constater que peu d'entre eux connaissaient réellement leur propre combinaison et que peu d'entre eux aussi l'entretenaient correctement.

Il m'a semblé indispensable et incontournable au début du 21^{éme} siècle d'articuler l'essentiel de ma démarche autour de l'arrivée de l'Europe et son intrusion avec tout que cela comporte de positif ou de négatif, surtout dans le monde de la plongée.

Nous verrons plus tard, à l'issue de l'étude du projet de normalisation européenne, ce que ces normes pourraient avoir de positif, et de sécurisant pour le plongeur "lambda" et le pourcentage de chances qu'elles ont d'être adoptées, appliquées et généralisées.

3 POURQUOI SE PROTEGER ?

Lors de la plongée, le plongeur va se refroidir s'il n'utilise pas de protection. Ces protections sont nécessaires car un plongeur qui a froid est un plongeur qui entre autre, **désature** moins bien. Afin de se protéger, la méthode essentielle va consister à utiliser une combinaison de plongée. Si la plongée est en eau chaude et/ou de courte durée, le plongeur utilisera une combinaison dite humide.

Composées comme nous le verrons, en général de néoprène de 3 à 8 mm, ces combinaisons sont plus ou moins chères et pour peu qu'elles soient bien ajustées, isolent suffisamment le plongeur qui n'a pas à lutter contre le froid et dont la durée d'immersion n'est pas trop longue.
Une certaine quantité d'eau pénètre entre la combinaison et la peau. Plus elle plaquera à la peau du plongeur, plus l'eau pénétrera doucement et se réchauffera au contact de la peau du plongeur. Comme nous le verrons plus tard, une combinaison mal ajustée provoquera une entrée d'eau rapide et celle ci n'ayant pas le temps de se réchauffer, elle entraînera au passage quelques calories prélevées au plongeur.
Dés que la température fraîchit ou que les paliers s'allongent, il faudrait au moins une combinaison semi-sèche qui permet de mieux protéger le plongeur. Mais dans ce cas, la majorité des plongeurs **techniques**, préfèrera passer à la combinaison sèche.
L'argument qu'une combinaison en néoprène même percée ou en mauvais état, ou gardant les traces d'un certain nombre de plongées, voire d'expériences, garde des propriétés isothermes et donc permet de finir ses paliers en toute sécurité est fausse.
Lors des plongées sur épaves ou en eaux froides, les gants seront nécessaires, généralement en néoprène et éventuellement protégés par une paume en cuir ou en kevlar.
N'oublions pas non plus qu'en dehors de la désaturation qui pourrait être ralentie par le froid, une bonne protection isothermique permettra de toutes façons de mieux profiter de la plongée et d'apprécier au maximum ce qu'il y a à découvrir.
Pour les plongeurs habitués aux eaux chaudes, la combinaison peut parfois se révéler être une protection mécanique plutôt qu'isothermique. Insistons encore sur la protection isothermique des enfants qui devraient systématiquement utiliser des combinaisons adaptées car, comme chacun sait, ils se refroidissent beaucoup plus vite que les adultes et vis-à-vis d'eux, nous sommes tenus, non seulement à une obligation de moyen, mais aussi à une obligation de résultat.
N'oublions pas non plus qu'une première incursion réussie dans le milieu aquatique, conditionnera la future vie d'un plongeur.

4 HISTORIQUE

C'est la partie qui reste floue. Après plusieurs enquêtes et d'après plusieurs sources, pour certains, le néoprène, aurait été inventé par un vietnamien, avant les années 50.
Pour d'autres, il s'agirait d'un anglais nommé Wallace Hume Carothers mais qu'importe.

Pour ce qui est de la fabrication, et du passé, les américains y auraient aussi contribué par le biais d'une société dont le nom est la Rubatex. De tout cela, il reste quelque chose d'essentiel, c'est que 99 % du néoprène utilisé en plongée (ou d'en d'autres disciplines) est actuellement originaire de pays asiatiques, tels que la Chine, le Vietnam, Taiwan, Hong Kong, etc.…

Au début des années 60, le néoprène était reçu par les fabricants européens sous forme de plaques sans Nylon ni Lycra.

Il fallait alors le tailler à l'épaisseur souhaitée et appliquer par collage, les feuilles de Nylon ou de Lycra nécessaires.
C'est sans doute cette partie collage qui a favorisé l'hégémonie actuelle des pays asiatiques sur le néoprène dans le monde.
En effet, sans oublier que la main d'œuvre est nettement moins chère dans ces pays, la législation du travail y est aussi beaucoup moins exigeante, ce qui fait qu'ils peuvent utiliser des colles beaucoup plus efficaces et plus résistantes que dans les pays européens où il faudrait, pour obtenir les mêmes résultats, de tels dispositifs de sécurité et d'hygiène, que cela rendrait la fabrication du matériau beaucoup trop onéreuse et donc à un prix de revient prohibitif.

Ce que l'on peut constater aussi depuis quelques années, c'est que pour les mêmes raisons, arrivent sur les marchés européens, non seulement du néoprène brut mais des combinaisons prêtes à l'emploi.
Preuve en est, s'il en fallait, que beaucoup de savoir faire, d'origine européenne, quittent ou vont définitivement quitter leurs pays d'origines, pour des raisons purement mercantiles.

5 LE MATERIAU

La combinaison est comme une deuxième peau pour le plongeur. Il est donc important de bien la choisir, selon le lieu de plongée, la température de l'eau, et surtout sans négliger le paramètre de la fréquence d'utilisation auquel s'ajoute la profondeur d'utilisation car, comme nous le verrons plus tard, le néoprène, comme beaucoup de matériaux élastiques, a une capacité à être comprimé et décomprimé qui n'est pas infinie.

Le néoprène, puisque c'est de lui dont il s'agit, est une matière synthétique. Il se présente sous forme de granulés que l'on chauffe et que l'on pétrit pour obtenir une pâte.
On y ajoute de la poudre d'azote. Le mélange est ensuite moulé et chauffé à très haute température. Cela provoque la transformation de l'azote en particules gazeuses. Ces micro bulles pénètrent dans la matière qui gonfle jusqu'à prendre la forme du moule. Plus il y a de bulles et plus le vêtement est souple et de bonne qualité du point de vue de l'isothermie.

Mais l'effet de la pression et de la loi de Mariotte provoquant l'écrasement des bulles la qualité isothermique du vêtement s'en trouvera réduite d'autant.
L'épaisseur du néoprène varie entre 1 et 14 mm en général. Pour consolider la combinaison, le néoprène est souvent doublé sur une face ou les deux avec du Nylon ou du Lycra.
Ces Nylon ou Lycra, favorisent aussi l'enfilage et permettent à chaque utilisateur ou fabricant de laisser libre cours à ses goûts ainsi qu'à l'esthétique.

L'épaisseur du néoprène classiquement utilisé pour la fabrication des combinaisons de plongée varie elle, de 3 à 8 mm.

6 LA FABRICATION

Ce qui ressort de l'interrogation ou de la visite de plusieurs professionnels fabricants ou vendeurs de combinaisons de plongée, c'est une certaine unanimité concernant certains points dont nous reparlerons plus tard et par contre, ce qui n'est pas pour satisfaire les utilisateurs que nous sommes, d'énormes divergences sur d'autres points qui peut être se révèleront n'être que des arguments commerciaux. Tous les fabricants de combinaisons sont d'accord, depuis quelques décennies, le néoprène arrive en l'état de produit fini, c'est-à-dire recouvert sur les deux faces de Nylon ou de Lycra.

Photo 1 Mandrins de néoprène avant fabrication du vêtement .

Après découpage suivant le "patron", le néoprène est collé bord à bord grâce tout simplement à de la colle néoprène (colle à solvant) et la technique essentielle consiste surtout à diluer cette colle qui est par nature trop épaisse et impossible à travailler, puis cousu avec des machines que certains appellent surjeteuses et d'autres, surfileuses (Photo 2). Peu importe le nom qu'on lui donne, ce qui est important afin de conserver au matériau une isothermie maximum, c'est que les aiguilles de ces outils à coudre, ne transpercent pas le matériau dans toute son épaisseur, afin d'éviter au maximum les entrées d'eau.

Photo 2 Machine à surfiler (ou à surjeter)

Toutes les parties d'une combinaison sont ensuite fabriquées et assemblées grâce à des "patrons" comme n'importe quel vêtement de prêt-à-porter. L'astuce et la performance qui en découle, consistent à fabriquer des combinaisons qui soient le plus près du corps et adaptées à la morphologie de chaque plongeur.
En résumé, il y a tout d'abord confection du "patron" en papier Kraft.

Les plaques de néoprène sont ensuite découpé suivant ce "patron".

Dans le domaine de la plongée, la confection sur mesure serait elle le garant d'une meilleure protection isothermique ? La solution se résumerait-elle, à l'image de ce qu'a fait un fabricant de combinaisons, qui par ailleurs fabrique aussi d'autres équipements de plongée, que je ne citerai pas, et qui s'était adjoint les services d'un ancien couturier parisien afin de commercialiser et plus astucieusement de fabriquer des "patrons" respectant de la façon la plus exacte possible, la morphologie du corps humain.
Les femmes seront, je pense, d'accord avec moi pour dire que les combinaisons tenant compte de leur morphologie, sont beaucoup plus confortables et surtout beaucoup plus efficaces dans la lutte contre le froid.

La meilleure preuve serait de regarder un enfant à qui l'on fait un baptême **affublé** d'une combinaison qui n'est manifestement pas faite pour lui et qui de ce fait, va se refroidir beaucoup plus vite et qui, si les plongées n'étaient pas effectuées dans de

petites profondeurs, risquerait d'être exposé plus rapidement à certains types d'incidents ou d'accidents.
Sans aller dans les extrêmes, reconnaissons que certaines parties du corps ne sont pas toujours respectées par les fabricants de vêtements isothermiques.

- Pliures des coudes et des genoux
- Galbe du mollet
- Galbe du triceps
- Poitrine

Voici maintenant les différentes mesures nécessaires à la confection d'un vêtement de plongée dit "sur mesure" :

- La hauteur totale, différentes longueurs et certains diamètres.
- Du haut de la fesse à la base du cou.
- De l'entre jambes jusqu'au sol.
- Du bras non plié jusqu'au poignet.
- De l'entre jambes jusqu'à la cheville.
- De la base du cou jusqu'au sommet de la tête.
- Tour de tête à la hauteur des sourcils.
- Tour de cou.
- Tour de biceps.
- Tour de l'avant bras.
- Tour du poignet.
- Tour de poitrine.
- Tour de cuisse.
- Tour du genou.
- Tour de cheville.

Pour ce qui est des combinaisons féminines, certaines mesures supplémentaires seront nécessaires.
La longueur de la pointe du sein jusqu'à la base du cou, le tour de poitrine sous la poitrine et la profondeur de bonnet.
La nécessité de toutes ces mesures pourra peut être permettre à certains fabricants européens de résister à l'invasion asiatique.

Pour avoir essayé différents types de combinaisons, l'isolation thermique ne serait elle pas aussi efficace sur une combinaison semi-sèche que sur une combinaison dite humide, mais épousant le plus parfaitement possible le corps du plongeur ? C'est à dire limitant au maximum la quantité d'eau en contact avec la peau.
Le vêtement étant ainsi assemblé, il reste à lui adjoindre la ou les fermetures éclair, cousues avec des machines à coudre spéciales comportant en fait plusieurs entraînements et permettant de faire avancer le néoprène (matériau souple et déformable) et le tissu servant de support à la fermeture, (matériau plus rigide) en phase. (Photo 3)

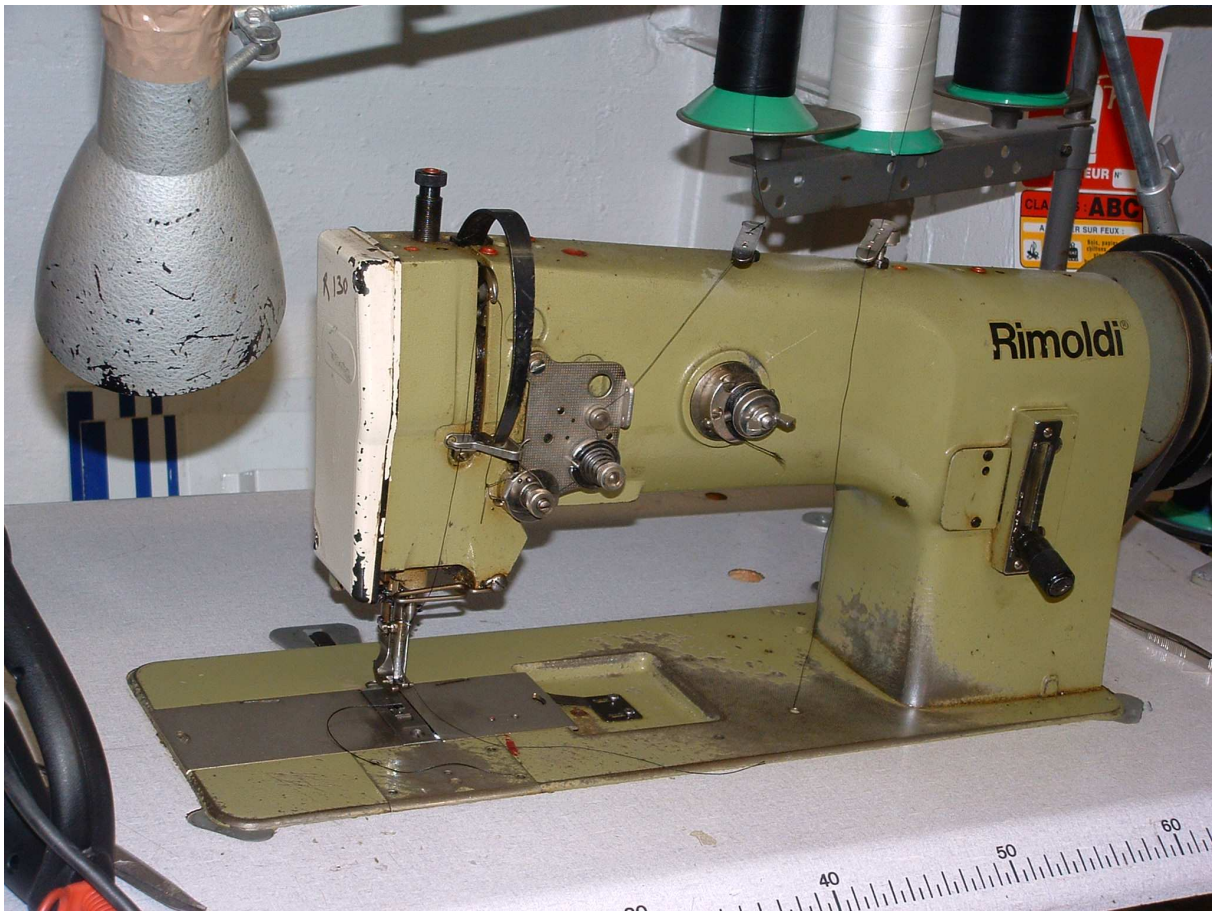

Photo 3 Machine à coudre multi entraînements

Ce travail terminé, dans certains cas, il y a adjonction de manchons, diminuants les entrées d'eau, toujours avec la surjeteuse, qui, pour être plus efficaces, ne sont souvent recouverts de Lycra qu'à l'extérieur.

La face lisse peut parfois se trouver à l'extérieur, la face doublée étant à l'intérieur pour faciliter l'enfilage. Il faudra alors rabattre le manchon vers l'intérieur pour obtenir une certaine étanchéité.

Une autre technique peut être utilisée dans la fabrication ou la finition des combinaisons c'est la pose de bandes ou rubans, renforçant la résistance ou l'étanchéité ou tout simplement par esprit d'esthétique. (Photo 4)

Ces bandes vont tout simplement adhérer au néoprène, sans colle, grâce à leur structure car recouvertes de plastique d'un côté, celui-ci va tout simplement fondre et se retrouver inclus dans le néoprène. Les réglages de ces machines à "thermocoller" comportent les paramètres suivants : temps, température de chauffe et force de la presse.

Photo 4 Presse servant au thermocollage

7 LES VETEMENTS DE PLONGEE ET LA NORMALISATION EUROPEENNE

Dans ce chapitre, nous nous attacherons à étudier la terminologie utilisée dans le projet de normalisation européenne des vêtements de plongée et plus spécifiquement, celle des combinaisons humides, ainsi qu'aux différents tests nécessaires à l'obtention de la norme.

Les index utilisés dans ce chapitre, sont directement issus du projet de normalisation et n'ont donc aucun lien avec les différents chapitres de ce mémoire.

3.1 Tout d'abord ce que le projet de normalisation appelle vêtement de plongée. C'est un vêtement adapté aux activités sous marines **volontaires**, pendant lesquelles l'utilisateur respire sous l'eau.

3.2 Un vêtement humide sera composé d'un matériau isolant thermique, qui couvrira tout ou partie du corps et qui devra réduire le flux d'eau qui circule entre le plongeur et le vêtement.

3.3 Ce matériau isolant thermique devra fournir à la personne qui le porte, un certain degré d'isolation vis-à-vis de la température extérieure.

3.4 La résistance thermique sera mesurée comme suit : la différence de température entre les deux faces du matériau textile ou synthétique, divisé par la résultante du flux de chaleur sèche, dans le sens du gradient de température, exprimé en Kelvin par mètre carré par watt :

$$Km^2W-1$$

Note : le flux de chaleur sèche peut être constitué d'un ou plusieurs composants conducteurs, convecteurs ou radiants.

3.5 La résistance thermique immergée d'un matériau, synthétique ou textile, sera celle dudit matériau, immergé dans de l'eau et soumis aux effets de la pression hydrostatique. Les normalisateurs ont aussi voulu définir la notion de risque.

3.6

$$R = L . S$$

Où R sera le risque,
L sera la probabilité d'être exposé à un danger
S sera l'importance des conséquences si exposition au danger.

3.7 Ils introduisent aussi la notion de risque résiduel qui sera le risque qui pourrait subsister après que toutes les mesures aient été prises afin de supprimer le risque.

3.8 Les fermetures sont aussi définies comme étant un système d'ouverture, permettant de revêtir et d'utiliser une combinaison de plongée.

3.11 Qu'est ce qu'une fermeture éclair ? C'est une fermeture avec un appareil constitué.

3.12 Informations du consommateur sur le point de vente. Information disponible sur le point de vente, permettant au consommateur de choisir le vêtement humide adapté à l'activité qu'il ou elle entend pratiquer.

Orale ou écrite ? Cela n'est pas précisé.

3.13
Instructions d'utilisation . Information devant permettre aux personnes qualifiées et **entraînées** de choisir, de porter et d'utiliser le vêtement de la manière la plus sécurisante possible.

Voici maintenant, les différents tests que devront subir les matériaux des combinaisons de plongée.

4.1 Performances mécaniques

4.1.1 Résistance aux basses et hautes températures.

Des échantillons de chaque matériau du vêtement, seront soumis à des tests de résistance à de très hautes températures .suivis par des tests à de très basses températures sous conditions précisées dans la norme EN 1809 : 1997, respectivement étudiés dans les paragraphes 5.2.2 et 5.2.3.
Le vêtement sera inspecté avec les critères définis en 5.3.
Il ne devra y avoir aucune preuve visible de déchirure ou de relâchement de couture ou de distorsion à la surface du textile de la combinaison .

4.1.2 Résistance à l'eau de mer

Des échantillons de chaque matériau du vêtement**,** seront soumis à des tests d'exposition à l'eau de mer en accord avec le paragraphe 5.4.1.3.
Après chaque cycle, le vêtement et les échantillons, seront inspectés visuellement en accord avec le paragraphe 5.3. Il ne devra y avoir aucun signe de détérioration.

4.1.3 Résistance au nettoyage et à la désinfection

Tout ou partie du vêtement sera soumis au nettoyage et à la désinfection en accord avec le protocole 5.4 .1.3 et sera inspecté visuellement en accord avec le paragraphe 5.3. Il ne devra y avoir aucun signe de détérioration.

4.1.4 Résistance aux pressurisations successives dans l'eau

Après avoir été testé suivant le protocole 5.4.2., le matériau d'isolation thermique, utilisé dans la fabrication du vêtement, ne devra pas avoir perdu plus de 5 % de son épaisseur initiale.

4.1.5 Résistance à la tension du matériau

Lorsque des échantillons du matériau d'isolation thermique, testés suivant le protocole 5.4.2, sont testés selon le protocole 5.4.4, ils devront supporter une charge de tension de 150 Newton sans rompre.

4.1.6 Résistance aux déformations permanentes

Après avoir été testés en accord avec le protocole 5.4.5 et 5.4.6 et mesurés selon le protocole 5.4.7, l'élongation permanente du matériau du vêtement ne devra pas être supérieure à 5 % de la longueur initiale.

4.1.7 Solidité des coutures

Lors des tests selon les protocoles 5.4.3 et 5.4.5, chaque type de couture utilisé, pour la fabrication du vêtement, devra supporter une charge en tension de 100 Newton pendant 10 secondes sans rompre.

4.1.8 Solidité des fermetures

Testées selon les protocoles 5.4.3 et 5.4.6, tous les types de fermetures, devront supporter une charge en tension de 100 Newton pendant 10 secondes sans s'ouvrir.

4.2 Limitation du flux d'eau à l'intérieur et à l'extérieur du vêtement

4.2.1 Coutures

Toutes les liaisons entre les différentes parties du matériau d'isolation thermique, devront être faites de telle sorte (colle , couture, ruban, etc. …) qu'il n'y ait aucune libre circulation d'eau à travers la liaison lorsque celle-ci sera testée selon les protocoles 5.3 et 5.4.5.

4.2.2 Fermetures

Toutes les fermetures, y compris le velcro, devront être équipées de moyens permettant de réduire la circulation d'eau par la fermeture, par exemple par un rabat pouvant être attaché au dessus de la fermeture, lors des test selon le protocole 5.3.

4. 3 Performances thermiques du matériau du vêtement

Le matériau, isolant thermique, utilisé pour la fabrication du vêtement devra correspondre aux classes précisées dans le tableau 1 qui suit, quand il sera testé selon le protocole 5.4.3.

Tableau 1 – Classes de performances thermiques basées sur la résistance thermique en immersion de 1 à 6 bars.

Classe de performance thermique	Résistance thermique immergée à la surface *	Résistance thermique en immersion à 6 bars *
A	≥ 0,15	≥ 0,03
B	0,10 – 0,149	≥ 0,02
C	0,07 – 0,099	≥ 0,01
D	0,05 – 0,069	≥ 0,01

* en $K.m^2.W^{-1}$

Si des matériaux de résistances thermiques différentes sont utilisés pour les poignets, les chevilles et le cou, ils ne devront pas représenter plus de **20 %** de la surface totale du vêtement. Et cela ne sera autorisé que dans un but d'amélioration du confort et de l'étanchéité.

4.4 Les tailles de vêtement

Le fabricant devra utiliser le système de tailles de la norme prEN 2003. Si le fabricant utilise un système différent de ce dernier, il devra informer l'éventuel utilisateur d'au moins la hauteur en centimètres et du tour de poitrine.

4.5 Performances pratiques

Lors des tests selon le protocole 5.5.6.2, il devra être possible de revêtir et d'enlever la combinaison avec l'assistance au maximum d'une personne.

5 Les méthodes de tests

5.1 Généralités

Des exemples de matériau utilisés dans la fabrication du vêtement seront utilisés et au moins trois d'entre eux, comprenant un de chaque taille si possible. Ceux ci seront tous soumis à une inspection visuelle et aux tests.
Un vêtement subira des tests de laboratoire selon le protocole 5.4.1.3, des échantillons de matériau subiront des tests de laboratoire selon le protocole 5.4, et **les trois vêtements subiront des tests de performance pratique dans des conditions réalistes** selon le protocole 5.5.

Que signifie ici le mot réaliste ?

5.2 Séquences de tests

Les tests seront menés dans l'ordre donné par la Figure 1

a) Tests sur des échantillons

- Résistance aux basses et hautes températures (EN 1809, 5.2.2 et 5.2.3)
- Résistance à l'eau de mer (5.4.1.2)
- Résistance au nettoyage et à la désinfection (5.4.1.3)
- Tests de résistance aux pressurisations successives dans l'eau (5.4.2)
- Résistance thermique en immersion (5.4.3)
- Tension en force du matériau isolant thermique (5.4.4)
- Tension en force des coutures (5.4.5)
- Tension en force des fermetures (5.4.6)
- Résistance aux déformations permanentes du même matériau (5.4.7).

b) Tests sur des vêtements

- Résistance au nettoyage et à la désinfection (5.4.1.3)
- Tests de performances pratiques (5.5).

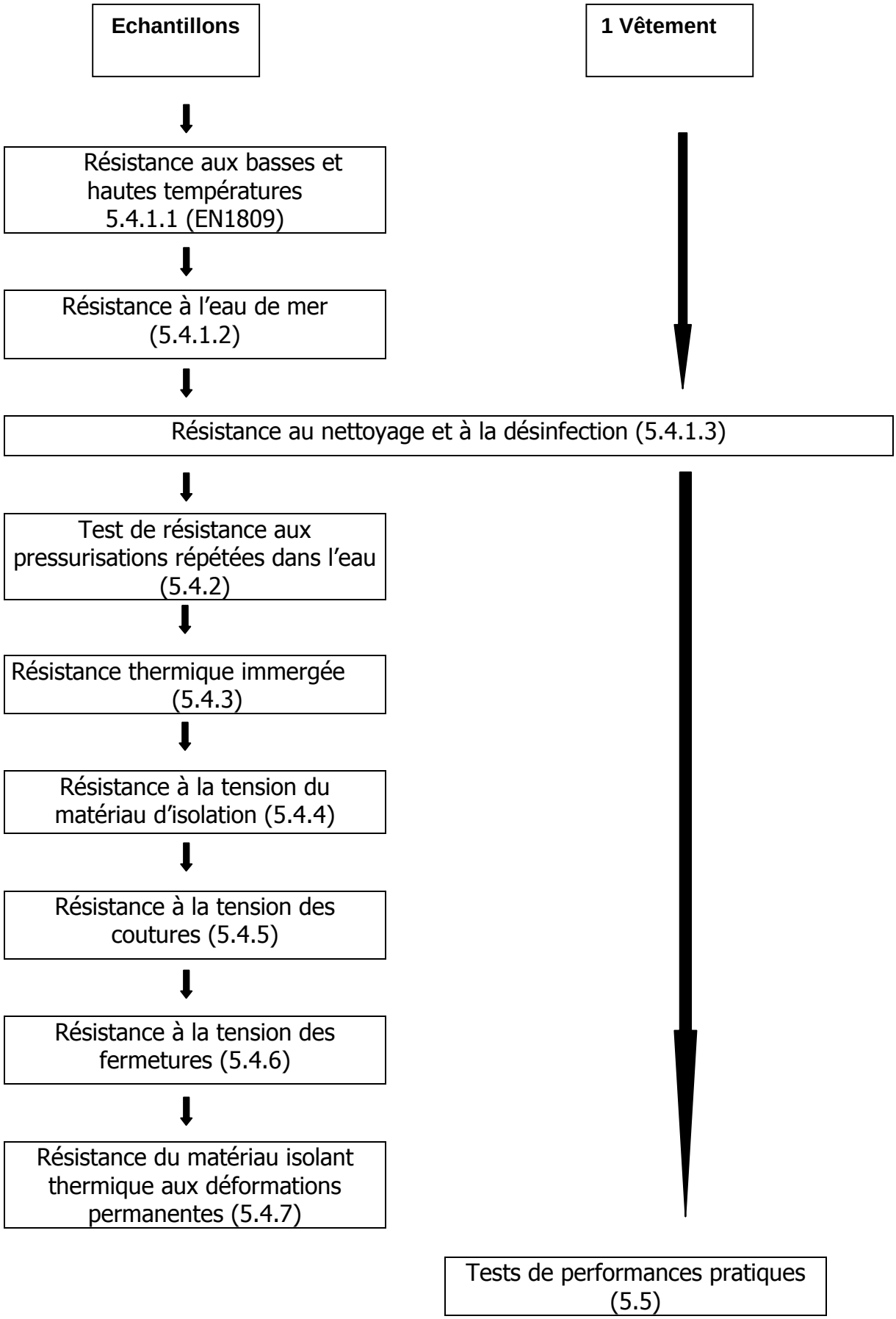

Figure 1 Séquence de tests

5.3 Inspection visuelle

L'inspection visuelle des échantillons de matériau et de chaque vêtement sera menée **par le biais d'une vision normale et correcte, sans exagération**, avant et après des tests pratiques et en laboratoire.
L'inspection visuelle devra contrôler que le vêtement a été assemblé en accord avec la fiche technique du constructeur.

5.4 Méthodes de tests mécaniques

5.4.1 Tests préliminaires

5.4.1.1 Résistance aux basses et hautes températures

Soumettre chaque échantillon et chaque vêtement à des tests de hautes températures suivies de basses températures selon les conditions précisées dans la norme EN 1809 : 1997

5.4.1.2 Résistance à l'eau de mer

Soumettre chaque échantillon à de l'eau de mer artificielle (EN 1809 :1997), Annexe A , à une température comprise entre 15 et 25° C pendant 8 h 05 mn. Sans nettoyer les échantillons à l'eau douce, les laisser sécher pendant 16 h 30 mn à une température comprise entre 15 et 25°C et dans une humidité relative inférieure à (75 ± 5) %. Répéter la séquence **plusieurs fois.** Inspecter visuellement les échantillons selon le protocole 5.3 après chaque séquence.

5.4.1.3 Nettoyage et désinfection

Soumettre chaque échantillon et chaque vêtement au nettoyage et à la désinfection recommandés par le constructeur. **Les concentrations et les temps d'immersion stipulés dans le manuel seront doublés.**
Exécuter le test 10 fois. Si aucune température n'est précisée dans le manuel d'utilisation, la température sera de (25 ± 2) ° C. Inspecter visuellement les échantillons et le vêtement selon le protocole 5.3.

5.4.2 Tests de résistance aux pressurisations répétées dans l'eau

Avant de passer aux tests selon les protocoles 5.4.4, 5.4.5, 5.4.6 et 5.4.7, les 5 échantillons du matériau isolant, qui seront utilisés pour chacun des tests, seront soumis à 10 cycles successifs de pressurisation, à 6 bars de pression absolue dans une eau à une température de (20 ± 2)° C, dans une chambre de pressurisation.

Chaque cycle de pressurisation sera composé des étapes suivantes :

- Atteindre la pression de 6 bars pendant 3 minutes
- Maintien de cette pression pendant 10 minutes
- Relâchement de cette pression pendant 5 minutes
- Mesure de l'épaisseur de chaque échantillon en son centre avant immersion et après séchage à température ambiante pendant 24 h 00 (± 1) , après réalisation du test.

5.4.3 Résistance thermique immergée du matériau isolant

La résistance thermique de chaque matériau isolant utilisé dans la fabrication du vêtement sera mesuré dans de l'eau fraîche par la méthode précisée dans l'Annexe A.

Les mesures seront faites sur trois échantillons de chaque matériau. Chaque échantillon devra avoir la forme d'une feuille cylindrique de 210 mm de haut et de 150 mm de diamètre afin de donner à la surface exposée un flux de chaleur de 0,1 m².

Le récipient dans lequel "l'appareil" sera immergé devra être à une température uniforme comprise entre 10 et 15 ° C et la différence de température entre "l'appareil" et l'eau externe, devra être entre 25 et 30° C.

Chaque échantillon sera testé à des pressions absolues de 1 et 6 bars.

5.4.4 Résistance du matériau isolant à la tension

Si réalisables, pour chaque de matériau isolant utilisé dans la fabrication de la combinaison, six échantillons devront être testés, 3 dans le sens de la trame et 3 dans le sens de la chaîne.
Chaque échantillon devra mesurer 250 mm de large et devra être d'une longueur suffisante pour permettre le positionnement de deux points d'ancrage, distants de 100 mm l'un de l'autre, placés l'un au dessus de l'autre.
Ces deux points seront placés sur la médiatrice de l'échantillon.
Une largeur de 50 mm de matériau à chaque point d'ancrage devra être maintenue dans une machine à tester la résistance à la tension et une force de 150 N sera appliquée entre les 2 points pendant 10 secondes.
Si un matériau différent est utilisé pour les poignets, les chevilles et le cou, le test devra être réalisé en utilisant 6 échantillons pour chaque type de matériau.

5.4.5 Résistance des coutures à la tension

Pour chaque type de couture utilisé dans la fabrication de la combinaison, 5 échantillons devront être testés. Chaque échantillon devra mesurer 250 mm de large et la couture devra courir horizontalement sur les 250 mm, chaque échantillon sera d'une longueur suffisante pour permettre le positionnement de deux points d'ancrage, distants de 100 mm, équidistants de la couture, placés l'un au dessus de l'autre.
Ces deux points seront placés sur la médiatrice de l'échantillon.
Une largeur de 50 mm de matériau à chaque point d'ancrage devra être maintenue dans une machine à tester la résistance à la tension et une force de 100 N sera appliquée entre les deux points perpendiculairement à la couture pendant 10 s.
Les coutures devront être testées pour la pénétration de l'eau. Un simple contrôle de la protection UV pourra être réalisé sur ce genre de vêtement : il suffit de tenir le vêtement face à une ampoule à filament de 100 Watts, à bout de bras (environ 1 m) et si la lumière est visible au travers, alors l'eau passera.

5.4.6 Résistance des fermetures à la tension

Pour chaque type de fermeture utilisé dans la fabrication de la combinaison, 5 échantillons de matériau comprenant la fermeture seront testés. Chaque échantillon devra mesurer 250 mm de large et la fermeture devra courir horizontalement sur les 250 mm, chaque échantillon sera d'une longueur suffisante, pour permettre le positionnement de deux points d'ancrage, distants de 100 mm, équidistants de la fermeture, placés l'un au dessus de l'autre.
Ces deux points seront placés sur la médiatrice de l'échantillon.
Une largeur de 50 mm de matériau à chaque point d'ancrage devra être maintenue dans une machine à tester la résistance à la tension et une force de 100 N sera appliquée entre les deux points perpendiculairement à la fermeture pendant 10 s.

5.4.7 Résistance à la déformation permanente du matériau isolant .

Pour chaque échantillon soumis au protocole 5.4.4, la distance entre les deux points d'ancrage, sera mesurée avant le test et 1 heure après la fin du test.

5.5 Tests de performance pratique

5.5.1 Echantillonnage

Au moins trois combinaisons devront être testées, si possible dans des tailles différentes, selon la nomenclature du fabricant.

5.5.2 Jury

Le test sera effectué par au moins 3 personnes **expérimentées** dans l'utilisation et l'évaluation de vêtements humides.

5.5.3 Plongeurs testeurs

Le vêtement sera testé par au moins trois plongeurs qui ne sont pas membres du jury, qui ont au moins 18 ans et qui utilisent **régulièrement** des vêtements humides.
Ils seront médicalement examinés et certifiés afin d'effectuer les procédures de test.
Ils seront informés et instruits des buts des tests.
Les tests de vêtements féminins, seront effectués par des plongeuses.
Chaque plongeur testeur, portera un vêtement adapté à sa morphologie.
Au moins un d'entre eux, (en respectant les contraintes de l'âge) aura une taille appartenant à la gamme inférieure telle que précisée par le fabricant, en préférant la taille inférieure de la tranche. A l'inverse, un plongeur testeur, devra avoir une taille appartenant à la tranche supérieure du fabricant, en privilégiant la partie supérieure de cette tranche.

Tableau 2 – Exemple de sujets pour une tranche de taille de vêtements constructeur

Tranches de tailles fabricant			Tailles des testeurs	
TAILLE	**Hauteur (cm)**	**Tour de poitrine (cm)**	**Hauteur (cm)**	**Tour de poitrine (cm)**
SMALL	170-182	88-96	170-174	88-92
MEDIUM	182-194	96-104	190-194	100-104
LARGE	194-200	104-112	194-200	104-112

NOTE : L'attention est attirée sur la déclaration de l'association médicale mondiale d'HELSINKY en 1964 concernant des tests sur des sujets humains et les législations nationales concernant la plongée.

5.5.4 Vêtements de test
Si nécessaire, le plongeur testeur pourra porter des chaussons.

5.5.5 Equipement de plongée
- Appareil respiratoire (Norme EN 250 : 2000), une bouteille d'au moins 10 litres gonflée à 200 bars
- Compensateur de flottabilité (EN 1809 : 1997)
- Masque facial (avec communication si nécessaire (EN 250 : 2000)
- Palmes
- Lest
- Couteau
- Ligne de vie en surface (si nécessaire).

5.5.6 Procédures de tests
5.5.6.1 Généralités
Chaque plongeur testeur lira les informations sur le point de vente, les instructions d'utilisation et le marquage sur le vêtement.
Il effectuera deux plongées dans une zone où la température de l'eau correspondra à celle préconisée par le fabricant et effectuera les tests selon les protocoles 5.5.6.2 et 5.5.6.3.

5.5.6.2 Plongées de test
Chaque plongeur testeur exécutera les procédures de tests suivantes :

1. Revêtir une combinaison (assistance permise) en respectant les indications du fabricant. Le jury devra établir si les informations fournies par le fabricant

concernant la taille, sont satisfaisantes ou pas. Revêtir une cagoule si celle-ci n'est pas attenante à la combinaison

2. Marcher au moins 25 m (sur une surface humide)
3. Revêtir l'appareil respiratoire et le SSG (assistance permise)
4. Enfiler les palmes
5. Enfiler des gants si aucun n'est attaché de façon permanente au vêtement
6. Exécuter un saut droit dans l'eau d'une hauteur de 2 m
7. Se maintenir en surface
8. Nager en surface, 25 m face dans l'eau, 25 m face en l'air
9. Exécuter une descente contrôlée verticalement les pieds en premier à une profondeur d'au moins 3 m
10. Contrôler le côté opérationnel du couteau et du lest .
11. Contrôler le bon fonctionnement du SSG dans différentes positions. Exécuter une remontée contrôlée de 2 m. Démontrer la possibilité d'effectuer une rotation de 360° verticalement et horizontalement .
12. Exécuter une remontée contrôlée dans une position verticale.
13. Oter les palmes dans l'eau.
14. Monter au moins 3 m sur une échelle verticale
15. Enlever l'équipement (assistance permise)
16. Oter la cagoule
17. Enlever la combinaison en accord avec les instructions du constructeur (assistance permise). La totalité de la plongée dans l'eau de l'étape 7 à l'étape 13 doit être d'au moins 30 mn.

5.5 6.3 Test de profondeur

Chaque plongeur testeur devra effectuer une plongée d'au moins 15 mn à 15 m et devra respecter la procédure suivante.

- Effectuer une descente contrôlée
- Contrôler la fonctionnalité, l'ergonomie et l'opérationnalité de tout l'équipement
- Effectuer une remontée contrôlée tête en haut.

5.5.7 Critères d'échec et /ou de réussite

Si un vêtement, testé par un plongeur, ne passe pas les tests de performance pratique, deux vêtements supplémentaires de la même taille seront testés par d'autres plongeurs du même sexe et de la même taille, avant le même panneau de test. Si les deux vêtements passent les tests de performance technique, ils seront tous considérés comment ayant passé les tests. Si l'un des deux vêtements échoue aux tests, ils seront tous considérés comme ayant échoué aux tests .

8 LES DIFFERENTS MARQUAGES

Le vêtement, ou dans le cas d'un système de vêtement, chaque pièce de l'ensemble sera marquée des informations suivantes.
Le marquage sera soit sur le vêtement lui-même, ou sur une étiquette attachée de façon permanente au vêtement.

- A) Le numéro du standard européen
- B) Le nom du fabricant
- C) Une indication du type de vêtement (ex. : vêtement humide)
- D) Une marque d'identification du vêtement (ex. : numéro de série ou numéro de lot)
- E) La classe de performance thermique en accord avec le tableau 1
- F) Sur chaque composant, les performances qui pourraient être affectées par l'ancienneté, l'utilisation, la date de fabrication.
- G) La taille en accord avec le paragraphe 4.4
- H) Les conseils d'entretien par pictogrammes, en conformité avec la norme EN 23758 : 1994
- I) Le nombre maximum d'opérations de nettoyages
- J) Sur les composants ou sous ensembles, d'une importance capitale pour la sécurité un marquage les identifiant comme tels. Si l'un d'eux est trop petit ou s'il n'est pas aisé d'y apposer une étiquette, cette information sera donnée avec les conseils d'utilisation
- K) Un conseil de lecture des instructions d'utilisation
- L) Une mise en garde des risques possibles d'utilisation du vêtement et des changements de flottabilité dus à la profondeur ainsi que des réactions allergiques éventuelles sur certains individus.

Les marquages ou les étiquettes seront placées de façon à être vus de façon lisible, avant d'enfiler le vêtement. Les caractères seront d'au moins 2 mm et les pictogrammes d'au moins 10 mm de hauteur.
NOTA : Il est recommandé que les caractères soient en noir sur fond blanc.
Après que le vêtement ait été soumis aux tests de résistance au nettoyage et à la désinfection en accord avec le protocole 5.4.1.3, les marquages devront rester lisibles et les étiquettes ne devront pas avoir été détériorées.

9 INFORMATIONS DEVANT ETRE FOURNIES PA LE FABRICANT

9.1 INFORMATIONS DEVANT ETRE FOURNIES AVEC LE VETEMENT

Les instructions suivantes seront fournies avec chaque vêtement, dans le langage officiel du pays où il doit être vendu.

--- Nom et adresse complète du fabricant et/ou de son représentant
--- Type de vêtement
--- Classe de performance thermique du matériau
--- Numéro du Standard Européen
--- Liste de tous les composants fournis
--- Liste des accessoires et éléments séparés qui sont disponibles
--- Explication de tous les pictogrammes et des étiquettes.

9.2 INFORMATIONS DEVANT ETRE DISPONIBLES SUR LE POINT DE VENTE

Les informations devront couvrir les caractéristiques essentielles du vêtement de plongée. Elles devront accompagner le vêtement et pourront être lues sans ouvrir l'emballage.

Le fabricant devra indiquer sur chaque point de vente et avec chaque vêtement, les informations suivantes :

--- Conditions et limitations d'utilisation
--- Type d'utilisateur pour lequel est désigné ce vêtement, si possible
--- Niveau de performance et son explication
--- Taille
--- Compatibilité entre le vêtement et d'autres équipements
--- Une mise en garde des risques possibles d'utilisation du vêtement et des changements de flottabilité dus à la profondeur ainsi que des réactions allergiques éventuelles sur certains individus
--- Conseils de choix pouvant minimiser les risques d'une utilisation non adaptée au type de vêtement (humide, semi étanche, sec).

9.3 INSTRUCTIONS D'UTILISATION

Avec chaque vêtement, le fabricant devra fournir des instructions donnant au moins les instructions suivantes

a) Application

Limitations d'utilisations

b) Instructions pour l'assemblage des composants

c) Avertissement

- Cette combinaison doit être utilisée par une personne ayant reçu un **entraînement approprié** ou qui se trouve sous la surveillance d'un moniteur de plongée **diplômé**
- Mention des plages de températures pour lesquelles la combinaison est destinée
- Rythmes de travail qu'il est possible d'effectuer vêtu de ce vêtement
- Variation de la flottabilité en fonction de la profondeur
- Perte d'isolation en fonction de la profondeur
- Instructions sur l'ajustage correct de la combinaison et information sur l'importance de s'assurer de cet ajustage
- Avertissement concernant les risques possibles d'éventuelles réactions allergiques de certaines personnes.

d) Instructions pour les contrôles de transports du vêtement

Avant l'utilisation

Après la plongée

e) Instructions pour s'assurer que le vêtement est à la taille correcte, pour le revêtir,

pour l'ajuster et l'ôter

f) Instructions pour une utilisation correcte du vêtement pendant la plongée

g) Procédures d'entretien, de réparation et de modification du vêtement
h) Intervalles d'inspection recommandés
i) Procédures de nettoyage et de désinfection du vêtement
j) Instructions de stockage
k) Méthodes de destruction du vêtement à la fin de sa vie.

9.4 CONCLUSION

Verrons-nous un jour sur le marché des combinaisons portant l'étiquette prouvant qu'elles ont obtenu et subi avec succès les tests de normalisation européenne ?
Est-ce à souhaiter, nul ne le sait, mais en reliant et en analysant toutes les épreuves que devraient subir les matériaux ainsi que les combinaisons, plusieurs constatations peuvent être faites.

Parfois on comprend que le but de certains tests est de rassurer et de sécuriser le plongeur consommateur mais avec quand même en arrière plan, une certaine américanisation du phénomène à grande tendance procédurière an cas d'anomalie ou d'incident.

Ce que l'on imagine facilement ausi, c'est que certains tests risquent quand même d'être assez coûteux pour les fabricants qui souhaiteraient obtenir la norme.

D'autre part, tout en essayant d'être le plus précis et exhaustif possible dans les tests que les matériaux devront subir, il reste malgré tout quelques zones d'ombre.

Nous avons pu lire que les tests devraient être effectués par quelqu'un d'expérimenté et utilisant régulièrement une combinaison. Faudra t 'il avoir un niveau minimum requis et afficher un certain nombre de plongées par an et si oui lesquels ?

Le consommateur devra être mis en garde et avoir un entraînement approprié pour utiliser la combinaison. Quel est ce genre d'entraînement ?

Il pourra aussi se faire accompagner d'un moniteur diplômé. De quel diplôme s'agit il ?
A chaque fois qu'une désinfection est nécessaire, aucun produit spécifique n'est mentionné.
En résumé et en utilisant la phrase prononcée par un fabricant de combinaisons que je ne citerai pas : "La normalisation européenne je n'en ai rien à f……." et d'ajouter : "Je n'ai pas 3.000 ou à 4.000 Euros à mettre dans cette mascarade".

Je comprends tout à fait ce qu'il veut dire mais dans ce domaine, ne sera–t–il pas obligatoire d'y "passer" à partir du moment où un ou deux fabricants auront mis le doigt dans l'engrenage ?
Le prix de revient de l'obtention de la norme, ne condamnera t-il pas les petits fabricants à fermer boutique ?
D'autre part et seul l'avenir nous le dira, les consommateurs que nous sommes s'intéresseront ils à cette petite étiquette cousue au vêtement qu'ils achèteront ?

Une question importante qui reste en suspens : qu'en sera-t-il de la responsabilité d'un individu qui subira un incident ou un accident , en utilisant un vêtement n'ayant pas reçu la norme ?

10 CHOIX, ENTRETIEN ET STOCKAGE

Les nombreux modèles de combinaison, s'adaptent à des catégories bien spécifiques de plongées. Pour les eaux tropicales, les vêtements en textile LYCRA, ou en néoprène de 3 ou 4 mm, avec fermetures, seront très adaptés. Pour les eaux méditerranéennes, en été, un vêtement deux pièces de 5 mm, veste à cagoule attenante, avec fermeture à glissière, et pantalon montant, ou mono pièce 5 mm, sera conseillé. Pour les mêmes eaux méditerranéennes au printemps, ou la côte ouest de la France, un vêtement complet en néoprène de 6 à 7 mm, avec cagoule attenante, sans fermeture ou avec demi glissière et manchon d'étanchéité aux poignets , chevilles et autour du visage, sera recommandé. Pour les plongées d'hiver ou en eaux froides, les vêtements dits semi-étanches (sur lesquels nous reviendrons plus loin) ou secs seront particulièrement conseillés.
Depuis quelques années sont apparus sur le marché des vêtements isothermiques bénéficiants, surtout d'après les revendeurs, des dernières technologies. Je veux parler ici de ce que certains appellent le "plush" et de l'utilisation de matériaux tels que le Titanium.
Examinons tout d'abord le cas du plush. Matériau, sans aucune contestation très doux et permettant de façon certaine, un enfilage plus aisé.
Par contre à opposer à ces deux qualités, il faut lui reconnaître quelques défauts que beaucoup de revendeurs ne citent jamais, sauf s'il n'y en a pas dans les vêtements qu'ils vendent. Le premier est que ce matériau est beaucoup plus long à sécher. Le deuxième c'est que son aspect et sa structure bouclés favorisent énormément l'accrochement de petites impuretés telles que grains de sable et brins d'herbes.
Et le troisième, mais pas le moindre, c'est que ce matériau peut se transformer très rapidement en bouillon de culture pour microbes ou bactéries, dans le cas où bien évidemment la désinfection ne serait pas effectuée de façon régulière.
Mais est-ce que beaucoup de plongeurs ou plongeuses désinfectent pendant leur saison de plongée ou entre deux saisons, leur combinaison ?
Maintenant pour ce qui est du Titanium les avis sont beaucoup plus partagés.
Certains affirment qu'il ne résisterait pas à l'usure et d'autres démontrent en examinant une coupe de vêtement que l'on obtient une isolation optimum.
On trouve ainsi depuis la surface, différentes couches :

Jersey (ou Lycra)
Titanium
Néoprène cellulaire
Titanium
Jersey (ou Lycra)

Pour ce qui est de l'entretien de la combinaison de plongée, tous les fabricants ainsi que, me semble-t-il tous les utilisateurs, seront d'accord avec le conseil suivant : un rinçage à l'eau douce après chaque utilisation garantira la pérennité du confort et de

l'isolation ainsi que le bon vieillissement de celle-ci. Si les conditions ne le permettent pas, un rinçage par jour à l'eau douce serait souhaitable (et oui).
En tout état de causes, ce qui est absolument à prohiber, c'est le séchage en plein soleil. Mieux vaut faire sécher le vêtement dans un endroit aéré , ne laissant pas passer la lumière directe du soleil, mais bien ventilé.

De façon moins fréquente dans l'année c'est-à-dire au rythme d'une fois par an, il serait de bon ton de laver et de désinfecter la combinaison en machine, évidemment avec des produits non agressifs et à des basses températures (maximum 30° C) et si possible selon les recommandations du fabricant s'il y en a.

Une astuce consisterait à revêtir la combinaison sous la douche et à se laver (ou se faire laver) à l'aide d'un gel douche non agressif et à recommencer l'opération une seconde fois en ayant enfilé la combinaison à l'envers. Ceci sera, bien entendu, beaucoup plus difficile à réaliser sur une combinaison semi-sèche et carrément impossible sur une combinaison sèche, mais celle-ci n'étant pas censée être mouillée à l'intérieur, seul le problème de la désinfection persistera.

Pour finir par le stockage qu'il soit de courte ou de longue durée, il ne faut jamais stocker un vêtement de plongée plié et il est fortement conseillé de le garder sur un cintre, à condition de bien choisir le cintre, qui doit être le plus large possible, afin de prévenir tout écrasement du néoprène, écrasement qui en cet endroit précis (les épaules) réduirait considérablement la capacité d'isolant thermique du vêtement.

Pour les plongeurs qui ne souhaiteraient pas investir dans un cintre large que l'on trouve actuellement dans le commerce, l'astuce peut consister à regrouper plusieurs cintres plus fins en les recouvrant d'une protection (mousse ou chiffon).

De façon plus anecdotique et je m'adresse aux plongeurs qui habitent en pavillon, maison ou qui souhaiteraient entreposer leur combinaison d'une saison à l'autre dans un local isolé et parfois humide, que l'on appelle cave, n'oublions pas que les rongeurs tels que souris, musaraignes et rats **adorent** le néoprène.

Que les plongeurs qui conservent leurs combinaisons d'une saison sur l'autre, ne s'étonnent donc pas de les retrouver agrémentées de petits prélèvements en les sortant de la cave.

11 AVENIR OU UTOPIE

Pour protéger les plongeurs du froid, des ingénieurs de la marine américaine ont conçu une nouvelle combinaison qui agit comme un radiateur au fur et à mesure que la température diminue.
L'astuce consiste à ajouter de la mousse contenant des petites billes de cire dans l'épaisseur de la combinaison.
Lorsque le plongeur s'habille la chaleur du corps réchauffe la cire qui devient alors liquide.

Une fois dans l'eau, le froid force la cire à se solidifier, ce qui produit de la chaleur (en fait la cire restitue la chaleur emmagasinée au contact du plongeur) et réchauffe donc le plongeur.
L'avantage de la cire, c'est sa capacité à changer d'état à une température compatible avec celle du corps. En l'occurrence, le changement de phase, s'opère à 18° C.
Pour prolonger l'autonomie, l'US Navy étudie la possibilité d'augmenter la dose de cire ou d'utiliser des cires à points de fusion différents pour répartir le plus possible dans le temps la production de chaleur.

Tous les plongeurs, du débutant au confirmé, ont bien entendu compris que le port d'un vêtement de protection, en particulier en néoprène, augmente en général la flottabilité du plongeur. Afin de compenser cette augmentation de flottabilité, les plongeurs (et les candidats au niveau 4 s'en souviennent, grâce aux savants calculs qu'on leur demande de faire) sont habitués à embarquer un lest en plomb, qu'ils portent soit sur une ceinture, soit dans des poches adaptées de leur Gilet. Pourquoi ne pas imaginer une structure de néoprène, incluant, en plus des bulles d'azote, des micro billes de plomb, tendant à donner au matériau, une flottabilité nulle.

Il resterait évidemment dans ce cas à résoudre quelques petits points de détails, comme la coexistence de l'azote et du plomb, et surtout, la confection du vêtement, car il semble peu probable, que les aiguilles des machines destinées à surjeter et coudre les différentes parties, résistent à la frappe sur une bille de plomb, même de petite taille. Cela pourrait même avoir quelques petits inconvénients pour les plongeurs habituer à fréquenter les compagnies aériennes.

Avez-vous déjà entendu parler de ce que l'on appelle "l'effet LOTUS" ?
Il traduit une particularité des feuilles de Lotus, plante apparentée aux nénuphars et originaire d'Asie.
Ces feuilles ont en effet la faculté de ne jamais être sales et de ne jamais laisser d'eau stagner à leur surface. C'est d'ailleurs ce qui fait qu'elles ne sont jamais sales, car l'eau en ruisselant, entraîne toutes les saletés ou impuretés.

Beaucoup de gens pensent que, pour qu'une surface laisse glisser au maximum un liquide, il faut qu'elle soit le plus lisse possible (exemple : le polish sur la carrosserie d'une voiture).

Or en observant au microscope électronique la structure de la surface des feuilles de Lotus, un chercheur allemand s'est aperçu qu'elle était au contraire constituée de milliers de minuscules petites pointes qui empêchaient n'importe quelle goutte de liquide de stagner à l'endroit où on la déposait (ce phénomène serait lié à la diminution de la tension superficielle de l'eau). Cette goutte, sans éclater, d'ailleurs était au contraire repoussée à la périphérie de la feuille, entraînant au passage toutes les poussières ou impuretés se trouvant sur son passage.
Des essais ont même été tentés avec du miel, matériel visqueux et adhérent. Même résultat, il n'adhère pas à la feuille et glisse comme de l'eau.

Ce chercheur a même tenté de renverser sur une feuille de Lotus, le colorant utilisé pour teinter de façon indélébile les billets de banque en cas d'agression des convoyeurs, et il a obtenu le même résultat que pour le miel.
De cette découverte ont été tirées quelques applications dans certains domaines industriels.
Parmi celles-ci, un matériau reproduisant la structure de la feuille de Lotus a été fabriqué et déposé sur la surface interne d'un récipient permettant à celui-ci de ne pas s'imprégner du liquide et de le laisser glisser comme de l'eau.

Vous me direz, quel est le rapport entre la feuille de Lotus et la plongée ?

Pourquoi ne pas imaginer que sur la face externe des combinaisons, en lieu et place du Lycra ou du Nylon, on fixe un matériau, ayant la structure des feuilles de Lotus, ce qui forcerait l'eau à glisser de façon révolutionnaire et permettrait un meilleur hydrodynamisme et peut être même une meilleure isolation.

Une société fabricant des combinaisons de plongée et d'autres matériels , fournisseur d'une grande surface spécialisée dans le sport, a même envisagé de fabriquer des vêtements dont l'épaisseur ne serait pas constante en fonction des parties du corps concerné, afin de privilégier l'isothermie et l'aisance du mouvement.

12 CONCLUSION

En conclusion, l'avenir parait peu prometteur et surtout peu novateur, tout au moins à court terme, car avant que nous ne voyons arriver sur le marché des combinaisons en néoprène contenant des microbilles de cire, nous utiliserons sûrement encore longtemps nos bonnes vieilles combinaisons en néoprène classique.

Sans doute verrons nous parfois apparaître quelques nouveautés qui seront certainement plus des arguments commerciaux tels qu'ont pu l'être le plush ou le titanium.
Les quelque idées novatrices que j'ai citées verront peut être le jour mais les verrons nous ou seront elles réservées à nos petits enfants ?
Pour ce qui est de la normalisation européenne, elle aurait pu apporter quelque chose de constructif si elle n'avait pas eu, à mon sens, ce côté américanisé permettant d'éviter toute polémique et donc toute procédure juridique en cas d'incident. Sans oublier quand même qu'elle ne concernera que les produits commercialisés en Europe et que chaque fabricant est libre de les appliquer ou non. Le reste du monde et en particulier, toute la zone d'influence américaine n'est pas à négliger.

En espérant très modestement avoir éclairé quelques zones d'ombre, je crains fort que les derniers fabricants de vêtements isothermiques européens, voire français pour ceux qui restent, ne puissent pas résister, comme dans beaucoup d'autres domaines d'ailleurs, à l'invasion asiatique.