



REVUE FRANCAISE DE PLONGEE

Revue d'informations du Groupement National de Plongée Universitaire

DECEMBRE 2006

Numéro 6

SOMMAIRE

EDITORIAL (F. LEMAITRE)	3
<u>ARTICLE ORIGINAL</u> : MODIFICATIONS VENTILATOIRES CHEZ LES PLONGEURS SENIORS AMATEURS : ETUDE TRANSVERSALE (F. LEMAITRE, J. JUGE, MC. LEMOUTON)	3
<u>ARTICLE ORIGINAL</u> : APPROCHE GEOGRAPHIQUE DE L'ACTIVITE DE PLONGEE SUR L'ILE DE LA REUNION (O. NARIA).....	11
<u>ARTICLE ORIGINAL</u> : REFLEXIONS SUR L'EVOLUTION DE LA VITESSE DE REMONTÉE ASSOCIEES AUX PROCEDURES DE DECOMPRESSION DE LA PLONGEE LOISIR A L'AIR (T. FALZONE).....	26
<u>ARTICLE ORIGINAL</u> : UNE HISTOIRE DU GNPU : ENTRE RECONNAISSANCE ET AUTONOMIE (V. MASCRET)	39
PRECEDENT SOMMAIRES :	45
 RUBRIQUE QU'EN AVEZ-VOUS PENSE?.....	48
 THESES SOUTENUES.....	49
 RECHERCHES EN COURS.....	50
 INSTRUCTIONS AUX AUTEURS.....	51

EDITORIAL

Enfin, voici le numéro 6 de la Revue Française de Plongée, revue dont l'objectif est plus que jamais de regrouper différentes recherches universitaires portant sur la plongée ainsi que toutes les autres thématiques susceptibles d'intéresser le milieu universitaire mais aussi le plus grand nombre. Cette année de multiples événements sont venus perturber sa sortie : grèves, manque d'articles etc... Notre revue est plébiscitée par la plupart d'entre vous, aussi, si vous voulez vraiment qu'elle perdure, n'hésitez pas à nous envoyer vos réalisations. Toutes vos propositions d'articles sont les bienvenues et ce, quelle que soit la thématique (physiologie, enseignement, entraînement, biologie, archéologie, juridique, histoire, pédagogie etc...). Cette année le numéro 6 vous propose plusieurs articles originaux sur la plongée en apnée et la plongée avec scaphandre, avec également des articles orientés sciences humaines.

J'espère que ce numéro vous donnera non seulement envie de le lire mais également d'y participer en proposant vos travaux de recherche ou des observations et réflexions fruits de votre expérience sur le terrain ou encore en donnant votre avis sur un article publié. Nous sommes également intéressés pour connaître les travaux en cours ou à venir (exemple mémoire de maîtrise, DEA ou thèse). N'hésitez pas à nous envoyer vos propositions de manuscrits et faites connaître la revue autour de vous (amis, collègues, plongeurs). En attendant et en espérant vous lire prochainement, bonnes plongées et apnées à tous.

Frédéric Lemaître

Responsable de la publication
frederic.lemaitre@univ-rouen.fr

Modifications ventilatoires chez les plongeurs seniors amateurs : études transversales

F. Lemaître¹, J. Juge¹, MC. Lemouton²

¹ Centre d'Etudes des Transformations des Activités Physiques et Sportives, EA UPRES N°3832, Université de Rouen, France. E-Mail : frederic.lemaitre@univ-rouen.fr . ² Centre Hospitalier Universitaire de Rouen, France.

Résumé – L'existence d'une obstruction bronchique est rapportée comme un effet à long terme de la plongée chez les plongeurs professionnels. Chez le plongeur amateur, ces modifications sont controversées. Le but de notre travail est d'étudier les effets de la plongée amateurs sur la fonction pulmonaires. Au cours de notre étude, nous avons réalisé des mesures de débits et volumes pulmonaires chez 32 plongeurs amateurs expérimentés de sexe masculin ($51,6 \pm 7,4$). Les volumes pulmonaires sont significativement ($p < 0,01$) plus importants que leurs normes théoriques respectives (ERS 93) et tendent à diminuer moins rapidement avec l'âge. D'autre part, les débits expiratoires maximaux ($DEM_{50\%}$, $DEM_{25\%}$ et $DEM_{25-75\%}$) sont significativement diminués ($p < 0,05$). Toutefois, ces diminutions n'indiquent pas forcément une obstruction bronchique débutante au regard des valeurs de VEMS et de CVF élevées et plus importantes que les normes théoriques.

Mots clés : *obstruction bronchique, plongée amateur, plongeurs expérimentés, fonction pulmonaire.*

Abstract - Long-term effects on respiratory function have been found in adult professional divers indicating development of small-airway disease. Results are more controversial in recreational divers. The aim of our study was to investigate the effects of recreational diving on ventilatory function. During this transversal study, we have measured flow / volume curves of 32 male experienced recreational divers (51.6 ± 7.4). The lung volumes are significantly ($p < 0.01$) more important than the theoretic standards (ERS 93). They tend to decrease less rapidly as people get older. Moreover, the mid-expiratory flows at 50%, 25%, 25-75% of vital capacity ($MEF_{50\%}$, $MEF_{25\%}$ and $MEF_{25-75\%}$) are significantly decreased. However, these reductions don't necessarily indicate a development of small-airway disease because of the normal ventilatory function found in these divers.

Key words: *bronchial obstruction, recreational diving, trained divers, pulmonary function.*

INTRODUCTION

Les effets à long terme de la plongée sous-marine, bien connus chez les plongeurs professionnels, indiquent généralement la présence d'une obstruction bronchique (Tetzlaff et coll., 1998a). L'obstruction, par l'augmentation des résistances

respiratoires qu'elle entraîne, peut être à l'origine d'un accident de plongée, en cas de remontée rapide. En effet, au cours de la plongée en scaphandre, les poumons sont soumis aux variations de pression de l'environnement par l'intermédiaire de la

paroi thoracique et des alvéoles pulmonaires. Les variations de pression de l'environnement sont considérables puisque les plongées à des profondeurs de vingt à soixante mètres sont fréquentes. Les sollicitations les plus importantes du système mécanique ventilatoire surviennent au cours de la remontée car l'augmentation du gaz intra thoracique sollicite les propriétés élastiques du tissu pulmonaire (Friemel et coll., 1983).

Notre étude propose donc de mesurer la fonction respiratoire de plongeurs de plus de 40 ans pratiquant la plongée loisir depuis plus de 15 ans et de les comparer par rapport aux normes européennes en vigueur pour les explorations fonctionnelles respiratoires.

MATERIELS ET METHODES

Cette étude porte sur 33 plongeurs expérimentés de sexe masculin. Ces plongeurs sont des amateurs pratiquant la plongée sous marine dans le cadre de leurs loisirs. Ils ont été recrutés au sein de différents clubs de plongée de l'agglomération rouennaise. Le tableau 1 regroupe les paramètres anthropométriques ainsi que les habitudes tabagiques des 32 sujets de l'expérimentation au moment de leurs tests spirométriques.

	n = 32
Age (année)	51,6±7,4
Taille (cm)	174,3±5,6
Masse corporelle (kg)	79,1±9,2
Heures sports/sem	3,2±1,4
Tabac (paquet/an)	2,4±7,2
% fumeurs	21,9%
NAP (année)	21,5±7,1
Nombre de plongée	505,6±350,2
Nombre de plongées/NAP (plongées/année)	23,5±17,6
Temps moyen des plongées (min)	34,1±5,0
Profondeur moyenne (m)	24,9±3,3
Profondeur max (m)	56,1±10,9

Tableau 1: Données anthropométriques et paramètres de plongée.

Protocole d'étude

Les expérimentations se sont déroulées sur les lieux (piscines municipales) et aux

horaires d'entraînement des différents clubs (fin d'après-midi).

Mesures

Les mesures sont effectuées grâce à un spiromètre portatif de type KIT micro (Cosmed, Italie) relié à un ordinateur portable. Les sujets réalisent un minimum de trois courbes débit-volume (toutes enregistrées) avec une période de repos entre les mesures. Les valeurs des paramètres sont mesurées durant toute la durée de l'étude et sont aussi exprimés en pourcentage de la valeur théorique de la

norme ERS 93. Les paramètres mesurés sont : la capacité vitale forcée (CVF), le volume expiré au maximum en une seconde (VEMS), le débit expiratoire de pointe (DEP), les débits expiratoires mesurés à 75%, 50% et 25% de la CVF ($DEM_{75\%}$, $DEM_{50\%}$, $DEM_{25\%}$) et le débit expiratoire mesuré entre 25% et 75% de la CVF ($DEM_{25-75\%}$). Le rapport de Tiffeneau est, lui, calculé.

ANALYSE STATISTIQUE

Les valeurs théoriques et expérimentales, ainsi que les pourcentages de la valeur théorique en fonction de différents paramètres sont comparés à l'aide du test t de Student.

Par la suite, des régressions simples ont été utilisées lorsque les comparaisons étaient significatives. Les valeurs de probabilité d'erreur p sont attribuées de la manière suivante : * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$. Le traitement statistique est effectué à l'aide du logiciel StatView version 5.0 (Copyright SAS Institute Inc.).

RESULTATS**Volumes pulmonaires (tableau 2)**

Les CVF et VEMS de nos plongeurs sont supérieurs aux normes théoriques ($p < 0,01$). Le rapport de Tiffeneau est lui-même significativement supérieur aux normes ERS 93.

Débits expiratoires (tableau 3)

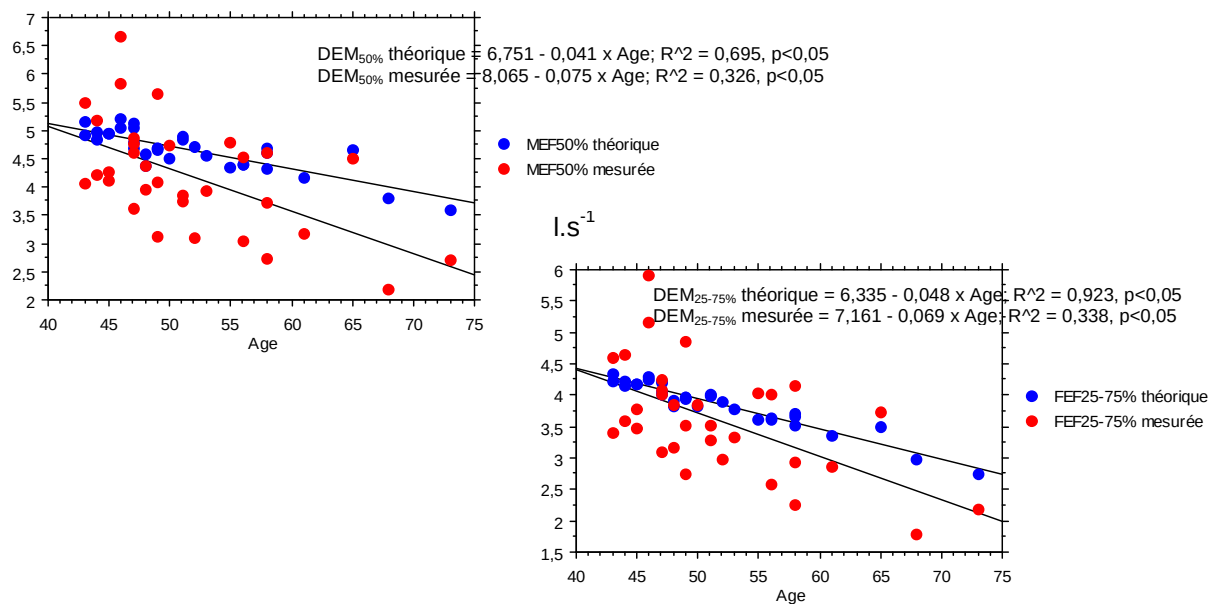
Excepté le $DEM_{75\%}$, les débits expiratoires sont tous diminués par rapport aux normes théoriques ($p < 0,05$). Le DEP est le seul paramètre significativement augmenté ($p < 0,01$).

N=32	Valeurs mesurées	p	Valeurs théoriques	% théorie
CVF (l)	4,6±0,6	**	4,4±0,4	104,9±9,1
VEMS (l)	3,7±0,6	**	3,5±0,4	106,0±10,0
VEMS/CVF	81,4±4,3	**	77,9±1,3	104,4±5,0

Tableau 2 : Données spirométriques des volumes pulmonaires, ** : $p < 0,01$.

N=32	Valeurs mesurées	p	Valeurs théoriques	% théorie
DEP (l.s ⁻¹)	10,0±1,5	**	8,6±0,5	115,9±15,7
DEM _{75%} (l.s ⁻¹)	7,4±1,5	ns	7,5±0,4	98,3±18,2
DEM _{50%} (l.s ⁻¹)	4,2±1,0	*	4,7±0,4	89,5±17,7
DEM _{25%} (l.s ⁻¹)	1,7±0,5	*	1,9±0,3	91,7±20,6
DEM _{25-75%} (l.s ⁻¹)	3,6±0,9	*	3,9±0,4	92,8±18,5

Tableau 3 : Données spirométriques des débits expiratoires. * : p<0,05 ; ** : p<0,01.



Figures 1 et 2 : Evolutions des DEM_{50%} et DEM_{25-75%} en fonction de l'âge des sujets.

Corrélations

Aucune relation n'apparaît entre les paramètres pulmonaires, les habitudes tabagiques et les différents paramètres de plongée. Seuls la CVF et le DEP sont corrélés avec le nombre d'année de pratique (p<0,05). Nous retrouvons une corrélation « classique » (p<0,01) entre tous les paramètres pulmonaires et l'âge des plongeurs. Les courbes obtenues montrent une chute plus importante des débits expiratoires des sujets par rapport aux normes théoriques.

Sujets

Notre population de plongeurs est plus âgée (51,6±7,4) que dans la plupart des autres études (par rapport aux professionnels, les militaires, les pompiers ou aux amateurs). Or, c'est seulement à partir de 40 ans que les volumes pulmonaires commencent à diminuer (Burrows et coll., 1983). Seuls Reuter & coll. (1999) s'intéressent à une population de plongeurs relativement âgés (49,6±9,4).

La proportion de sujets fumeurs (21,9%) de notre étude est faible par rapport aux autres études car Provendier (1986) et Skogstad et coll. (2000), chez des professionnels, avaient des pourcentages de 58% et 50%. Le faible nombre de

DISCUSSION

fumeurs peut expliquer l'absence de corrélation avec les débits expiratoires.

Notre population expérimentée a un nombre d'année de pratique (21,5 ans) largement supérieur aux autres études (de 3,9 à 9,5 ans) portant sur les plongeurs amateurs. Le nombre de plongées totales (506 ± 350) est du même ordre de grandeur que Cahen (1983) (415 ± 570) et Le Chanoine (1984) (430 ± 570).

Les entraînements en piscine de nos plongeurs sont réguliers mais principalement voués à la natation et à l'apnée. L'utilisation des bouteilles de plongées se déroule dans le cadre des baptêmes et de la formation des plongeurs débutants par les initiateurs et les moniteurs. Dans la plupart des clubs visités, ces formateurs opèrent un roulement, ce qui entraîne une marginalisation de leurs interventions subaquatiques. Nous minimisons aussi volontairement l'importance du nombre d'heures d'entraînement sportif par semaine de chaque sujet car, avec l'âge, les obligations familiales et professionnelles augmentent et rendent ce paramètre trop aléatoire.

Paramètres ventilatoires

Les résultats de notre étude montrent une augmentation significative de la CVF (+4,9%) par rapport aux normes théoriques d'un même groupe d'âge. Chez les plongeurs amateurs, seules deux études rapportent une augmentation significative de CV (Cahen : +14% et Le Chanoine : +13%) Ces résultats peuvent être discutés au vu de l'ancienneté des normes utilisées. D'autres études indiquent aucune augmentation significative des volumes pulmonaires (Barthélemy et coll., 1991 ; Skogstad et coll., 1996). En ce qui concerne les plongeurs professionnels, militaires et pompiers, de plus grands volumes pulmonaires ont été observés (Skogstad et coll., 2000 : +10% ; Reuter et

coll., 1999 : +7%** ; Bermon et coll., 1997 : +14,8%**).

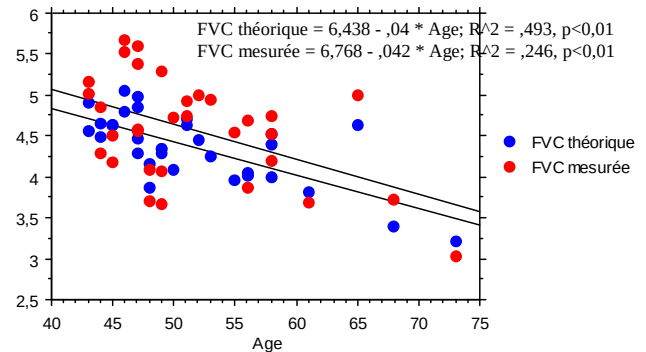


Figure 3 : Evolution de la CVF en fonction de l'âge des sujets.

Cette augmentation de la CVF peut être attribuée à un entraînement des muscles respiratoires lié à la densité des gaz respirés ou à la force de résistance du détendeur (Mascret P., 1986) ce qui a été formellement démenti dans d'autres sports aquatiques (Zinman et coll., 1986).

Il semble difficile de faire une quelconque corrélation entre les plongeurs professionnels et amateurs. Les gaz respirés (trimix, nitrox, héliox ...) mais aussi les paramètres de plongée sont manifestement trop différents pour engendrer un amalgame sérieux. La multiplicité des études concernant les plongeurs amateurs permettra de créer une littérature scientifique propre à cette particularité.

Les valeurs de débits expiratoires ($DEM_{50\%}$, $DEM_{25\%}$ et $DEM_{25-75\%}$) bien que diminués, se situent dans la norme par rapport aux valeurs théoriques (Quanjer et coll., 1993). Ces indices d'abaissement précoce suggèrent généralement une obstruction bronchique légère qui désigne une maladie obstructive débutante. D'autre part, nous avons pu remarquer que la diminution de ces différents débits expiratoires s'accroissaient avec l'âge (Figures 1, 2 et 4). En effet, l'âge apparaît comme un facteur aggravant l'obstruction bronchique et peut donc constituer un

risque dans les accidents barotraumatiques, notamment dans les cas de surpression pulmonaire entraînant la rupture des alvéoles.

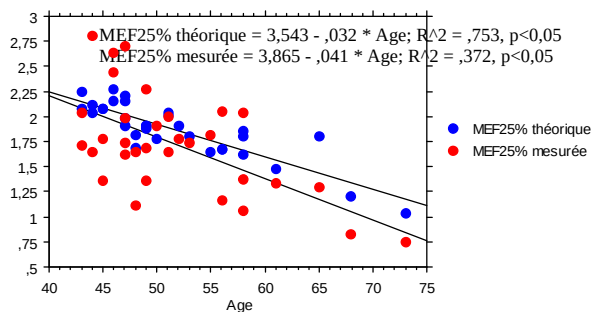


Figure 4 : Evolution du DEM_{25%} en fonction de l'âge des sujets.

Dans notre étude, le VEMS/CVF, qui est un indice tardif d'une obstruction, est significativement augmenté (+4,4%). Ceci indique une élévation de VEMS plus importante par rapport à l'augmentation de la CVF. Ce résultat va à l'encontre des différentes études. Ainsi Cotes et coll. (1987) et Bermon et coll. (1994) observent chez des plongeurs professionnels, respectivement une diminution de -7,5% et -5,1% du rapport de Tiffeneau.

Les débits expiratoires maximaux des sujets de notre étude sont quasiment tous inférieurs de 10% aux normes théoriques. Même si ces valeurs restent dans la normale, nos résultats sont en contradiction avec les différentes expérimentations menées sur des plongeurs amateurs. En effet, Cahen (1983), Le Chanoine (1984) et Barthélemy et coll. (1991) observent une augmentation des DEM_{50%} et DEM_{25%} malgré une diminution du DEM_{25-75%}. En ce sens, nos observations se rapprochent de celles d'auteurs indiquant la présence d'une obstruction bronchique caractérisée par une diminution des débits expiratoires maximaux et ce, que les plongeurs soient professionnels (Reuter et coll., 1999) (Tableau 4), militaires (Tetzlaff et coll., 1998a) ou pompiers (Barthélemy et coll., 1990). De plus, Skogstad et coll. (2000) ont montré l'existence d'un lien entre les

effets d'un entraînement de plongée intensif (15 semaines) et l'apparition d'une obstruction chez les plongeurs à l'air.

	Reuter & al. (1999)	Juge J. (2004)
Nombre de sujets	27	32
Age (année)	49,6±9,4	51,6±7,4
NAP (année)	27	21,5±7,1
DEM_{50%}	-4,4	-10,5
DEM_{25%}	-8,5	-8,3
% fumeurs	33%	22%

Tableau 4 : Comparaisons entre deux études transversales (pro et amateur).

Ainsi, nous pouvons constater la similarité entre l'obstruction bronchique des plongeurs professionnels, souvent jeunes, et les résultats de nos plongeurs amateurs plus âgés, sans perdre de vue le caractère bénin de ces diminutions.

Facteurs explicatifs

Les micro embolies veineuses peuvent générer des inflammations au niveau pulmonaire qui se traduisent, à long terme, par une diminution des débits expiratoires (Tetzlaff et coll., 1998b). Ceci est bien entendu favorisé par les profondeurs importantes que peuvent atteindre les plongeurs amateurs expérimentés car ils sont soumis plus fréquemment aux effets de la décompression.

L'hyperoxie existant au cours des plongées à l'air peut également être responsable d'une limitation des débits. En effet, Lemaître et coll. (2001) ont montré que la respiration d'oxygène à 60% (ce qui correspond à une plongée à l'air à 30 m) pendant 30 minutes entraînait une inflammation des voies aériennes. Ces

paramètres de plongée sont très fréquents et correspondent parfaitement à notre population.

La respiration d'air froid et sec détendu semble générer une hypersensibilité bronchique indiquant une inflammation des voies aériennes (Tetzlaff et coll., 1998b) pouvant induire une diminution du diamètre des voies aériennes et donc une bronchoconstriction.

CONCLUSION

Les volumes pulmonaires des plongeurs amateurs, déterminés par spirométrie, sont significativement plus importants que leurs normes théoriques respectives et tendent à diminuer moins rapidement avec l'âge.

La seule corrélation significative obtenue entre les paramètres de plongée et les volumes pulmonaires se situe dans la relation entre la CVF et le nombre d'années de pratique ; la CVF augmentant avec celui-ci.

REFERENCES

1. Barthélemy P., Mialon P., Sebert P., Scheydeker J.L. Anomalies de la fonction respiratoire chez les pompiers plongeurs sous-marins de la protection civile. *Rev.Pneumol.Clin* ; 46 ; 271-276 ; 1990.

2. Barthélemy P., Michaud A., Buestel C., Sebert P. Plongeurs sous-marins amateurs. Caractéristiques ventilatoires, cardiovasculaires et d'aptitude à l'effort. *Médecine du Sport* ; 65, 3 ; 124-127 ; 1991.

3. Berman S., Lapoussière J.M., Dolisi C., Wolkiewicz J., Gastaud M. Pulmonary function of a firemen-diver population: a longitudinal study. *Eur.J.Appl.Physiol.* ; 69 ; 456-460 ; 1994.

L'économie étant de mise en plongée loisir, la fréquence respiratoire est diminuée mais la résistance du détendeur augmente le volume courant et rend active l'expiration, ce qui peut entraîner un développement de la force des muscles respiratoires.

D'autre part, les débits expiratoires maximaux sont significativement diminués. Toutefois, cette diminution n'indique pas forcément une obstruction bronchique débutante au regard des valeurs de VEMS et de CVF élevées et plus importantes que les normes théoriques.

Au vue du développement exponentiel de la plongée sous-marine amateur, des études longitudinales de plus grandes ampleurs permettraient de préciser l'influence à long terme de la plongée sous-marine sur les modifications pulmonaires.

4. Berman S., Magnie M.N., Dolisi C., Wolkiewicz J., Gastaud M. Decreased pulmonary diffusing capacity of divers over a 6 years period. *Eur.J.Appl.Physiol.* ; 76 ; 170-173 ; 1997.

5. Burrows B., Cline M.G., Knudson R.J., Taussig L.M., Lebowitz M.D. A descriptive analysis of the growth and decline of the FVC and FEV1. *Chest.* ; 83, 5 ; 717-724 ; 1983.

6. Cahen B. La mécanique ventilatoire chez des adultes pratiquant la plongée sous-marine. *Thèse de Médecine, Faculté de Médecine de Créteil* ; 1983.

7. Cotes J.E., Davey I.S., Reed J.W., Rooks M. Respiratory effects of a single saturation dive to 300 m. *Brit.J.Ind.Med.* ; 44 ; 76-82 ; 1987.
8. Friemel F., Cahen B., Larger B., Duizabo D., Seroussi S. Modifications des propriétés élastiques des poumons au cours de la pratique de la plongée sous-marine. *Med.Sub.Hyp.* ; 2,4 ; 1-10 ; 1983.
9. Le Chanoine P. Processus adaptatifs du système mécanique ventilatoire à l'hyperbarie. *Thèse de Médecine, Paris* ; 1984.
10. Lemaître F., Bedu M., Coudert J. Effect of air diving exposure generally encountered by recreational divers : oxidative stress ? ; *Undersea Hyper.Med.* ; 2001.
11. Mascret P. Influence des manodétendeurs de plongée sur la mécanique ventilatoire. *Thèse de Médecine, Université Lille 2* ; 1986.
12. Provendier O. Etude de la fonction ventilatoire d'un groupe de plongeurs professionnels. *Thèse Doct.Méd., Paris* ; 1986.
13. Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E., Pedersen O.F., Peslin R., Yernault J.C. Lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur.Respir.J.* ; 6, suppl. 16 ; 5-40 ; 1993.
14. Reuter M., Tetzlaff K., Steffens J.C., Gluer C.C., Faeseke K.P., Bettinghausen E., Heller M. Functional and high resolution computed tomographic studies of divers lungs. *Scand.J.Work Environ.Health* ; 25, 1 ; 67-74 ; 1999.
15. Skogstad M., Thorsen E., Haldorsen T., Melbostad E., Tynes T., Westrum B. Divers' pulmonary function after open-sea bounce dives to 10 and 50 meters. *Undersea Biomed.Res.* ; 23, 2 ; 71-75 ; 1996.
16. Skogstad M., Thorsen E., Haldorsen T. Lung function over the first 3 years of a professional diving career. *Occup.Environ.Med.* ; 57 ; 390-395 ; 2000.
17. Tetzlaff K., Friege L., Reuter M., Mutzbauer T., Neubauer B. Expiratory flow limitation in compressed air divers and oxygen divers. *Eur.Respir.J.* ; 12 ; 895-899 ; 1998a.
18. Tetzlaff K., Neubauer B., Reuter M., Friege L. Atopy, airway reactivity and compressed air diving in males. *Eur.Respir.J.* ; 65 ; 270-274 ; 1998b.
19. Zinman R., Gaultier Cl. Maximal static pressures and lung volumes in young females swimmers. *Respir.Physiol.* ; 64 ; 229-239 ; 1986.

Approche Géographique de l'activité de plongée sur l'île de la Réunion

O. Naria

Docteur en géographie ; Centre Universitaire de la Recherche en Activité Physique et Sportive (CURAPS). Centre de Recherches et d'Etudes en Géographie de l'Université de la Réunion (CREGUR), Université de La Réunion, Université Campus Sud, 117, rue du Général Ailleret 97430 Le Tampon. E-mail : olivier.naria@univ-reunion.fr

Résumé - L'île de la Réunion offre, en raison de sa situation géographique subtropicale, de sa configuration géomorphologique et de son patrimoine, la possibilité de pratiquer dans des conditions idéales de nombreux sports nature. Parmi ceux-ci, la plongée tient une place de choix tant elle dispose sur un même espace d'une variété et d'une richesse remarquable de sites de pratique. La température de l'eau jamais inférieure à 23°C, une saison hivernale réduite au minimum et une barrière corallienne d'environ 30km constituent des atouts décisifs pour la pratique d'une plongée loisir de qualité. Cette région se situe sans conteste en tête des destinations françaises et parmi les meilleures au niveau mondial. Sites naturels de qualité et prestations professionnelles valorisées, font de la Réunion une destination plongée reconnue.

Abstract - The Reunion Island offers, because of its subtropical geographic situation, of its geomorphological configuration and its heritage, the possibility to practice many nature-sports in ideal conditions. From them, the subaquatic diving held a primary choice because of a wild variety and richness of the many sites available. The water temperature is never under 23°C and the short winter season gives the amateurs ten months of practice during the year. The coral barrier, long of 30km, is visited by many divers because of the different treasures it contains. This region is one of the most travel to by French tourists, and one of the best in the world. Quality natural sites and professional valued benefits have made "La Reunion" a well-known diving destination.

INTRODUCTION

L'île de la Réunion offre, en raison de sa situation géographique subtropicale, de sa configuration géomorphologique et de son patrimoine, la possibilité de pratiquer dans des conditions idéales de nombreux sports nature (Bessy, Naria, 2003). Parmi ceux-ci, la plongée tient une place de choix tant elle dispose sur un même espace d'une variété et d'une richesse remarquables de sites de pratique. Au milieu des années 60, la plongée a bénéficié de l'importation par des métropolitains de la technique et de l'appareillage pour la pratique des activités océaniques (Chateaufreyaud, Lapierre, 1996) sur la zone ouest de La Réunion. Aujourd'hui, les spots de plongée à Saint-Gilles les Bains, à l'Etang-Salé ou encore

ceux de Saint-Pierre sont devenus des sites connus des adeptes du monde entier.

C'est ainsi que l'esprit d'exploration importé par quelques métropolitains avides de reproduire leurs modes de loisirs et de fréquenter un territoire insulaire a permis la transformation d'un littoral réunionnais vierge de cette occupation à un territoire d'aventure de la plongée, accessible au plus grand nombre. Malgré cette géographie exceptionnelle, les principaux acteurs concernés, à savoir le parc marin, le Comité Régional d'Etude et de Sports Sous-marins (CRESS) et les collectivités locales, adoptent un positionnement varié pour le développement de cette pratique, à l'instar des autres sports nature du littoral local (Bessy, Naria, 2002-B). Notre objectif dans cette communication est de montrer que la plongée est un atout du littoral réunionnais

dans la mesure où elle est devenue, au fil du temps, une pratique touristique porteuse d'enjeux en matière de développement local. Dans cette perspective, il s'agit aussi de cerner les caractéristiques de l'offre et de la demande de la plongée, dans un secteur des sports nature qui connaît un dynamisme constant depuis la dernière décennie.

DETOUR THEORIQUE ET POSITIONNEMENT METHODOLOGIQUE

Qu'entend-on par plongée ?

La plongée est un terme qui accepte plusieurs paramètres susceptibles de correspondre aux différentes modalités de pratique de cette activité. En nous inspirant de l'article de R. Rivet (1997), nous distinguerons : la plongée promenade à la demi-journée ou à la journée, la plongée découverte sur un ou plusieurs jours et la plongée sportive sur un ou plusieurs jours également. Nous définirons ici la plongée comme la pratique qui regroupe aussi bien la plongée en scaphandre autonome (avec bouteille) et la plongée « libre » ou randonnée palmée en palmes, masque et tuba (PMT) ou l'apnée, voire la chasse sous-marine. Cette définition prend en compte les baptêmes, les pratiquants en formation et autonomes de l'île. Cette large définition symbolise une nouvelle conception de l'activité présentée comme un loisir sportif pluriel. La plongée est un terme qui accepte plusieurs paramètres susceptibles de correspondre aux différentes modalités de pratique de cette activité. En nous inspirant de l'article de R. Rivet (1997), nous

distinguerons : la plongée promenade à la demi-journée ou à la journée, la plongée découverte sur un ou plusieurs jours et la plongée sportive sur un ou plusieurs jours également. Nous définirons ici la plongée comme la pratique qui regroupe aussi bien la plongée en scaphandre autonome (avec bouteille) et la plongée « libre » ou randonnée palmée en palmes, masque et tuba (PMT) ou l'apnée, voire la chasse sous-marine. Cette définition prend en compte les baptêmes, les pratiquants en formation et autonomes de l'île. Cette large définition symbolise une nouvelle conception de l'activité présentée comme un loisir sportif pluriel.

Méthodologie

Les résultats présentés proviennent de plusieurs sources. Une dizaine d'entretiens semi-directifs ont tout d'abord été passés auprès des acteurs responsables du développement local de l'activité : le Parc Marin, les collectivités locales du Conseil Régional et Général, le Comité Régional d'Etude et de Sports Sous-marins (CRESS), les associations et les prestataires marchands. Notre objectif était de disposer des données historiques, culturelles et économiques sur le marché de la plongée. De plus, une enquête a été menée auprès de 100 pratiquants (cf. tableau 1) à partir d'un échantillon le plus représentatif possible dans le but d'en mieux connaître le profil sociologique. En dernier lieu, des observations participantes réalisées sur quelques spots complètent le dispositif de recueil des données.

Bilan administration questionnaire : Plongée	
	ECHANTILLON REALISE
Baptêmes	20
N I	20
N II	20
N III	15
N IV	5
PMT	20
Total	100
Structures associatives	20
Structures marchandes	62

Auto organisées	20
Total	100
Hommes	55
Femmes	45
Total	100
Résidents	52
Touristes	48
Total	100

Tableau 1 : Enquête auprès des plongeurs, (Source : Bessy, Naria, 2003).

UNE INSCRIPTION MARQUEE SUR LE LITTORAL REUNIONNAIS

Les prémices de la structuration de la pratique de la plongée (De la départementalisation à la fin des années 70)

Les effets de la départementalisation mise en place en 1946 concernant d'abord le développement sanitaire et social. De fait, les loisirs sportifs sont alors peu concernés (Naria, 2005). Jusqu'à la fin des années 70, la plongée et les autres sports nature ne connaissent que de simples balbutiements tant leur pratique demeure confidentielle. « *Le premier club datait des années 1960. Il s'appelait le Club Subaquatique de La Réunion dirigé par le Commandant Legros, qui était alors pompier à la caserne de Saint-Denis* »⁹ affirme J.P. Jasmin. La plongée reste réservée à une élite sportive ou sociale qui s'y distingue, ainsi qu'aux corps des militaires ou sapeurs pompiers qui y trouvent un terrain privilégié d'exercice. Le potentiel géomorphologique exceptionnel de La Réunion, associé à l'esprit d'exploration importé par quelques métropolitains a permis la transformation d'un littoral presque vierge en un espace d'aventure pour la plongée sous-marine.

La plongée, sport nature pionnier de la côte réunionnaise (Les années 1980)

Avec les années 80 s'ouvre une nouvelle période où les sports nature commencent à jouer un rôle dans la « mise en loisirs et en tourisme » de La Réunion. La bande littorale est la première concernée avec l'essor de la plongée. Cette activité est essentiellement promotionnée par l'Agence Régionale de Tourisme Loisir (ARTL) créée par le Conseil Régional en 1982. Les sites de Saint-Gilles les Bains et de Saint-Leu deviennent des spots fréquentés par une grande majorité de résidents métropolitains, et plus rarement par quelques locaux férus de reproduire ce nouveau loisir sportif. Cependant, on peut constater que les espaces maritimes de la côte sous le vent sont globalement moins aménagés que les précédents, en raison de l'absence d'un

acteur catalyseur de projets, comme une « Maison de la Mer »¹⁰ lors de la période de développement des sports nature océaniques. Progressivement, la plongée se structure durant cette période sous l'action conjuguée des deux schémas proposés par le Conseil Régional. Il s'agit, d'une part, du Plan Nautique Régional (1992), et d'autre part, du Schéma de la Mise en Valeur de la Mer intégré au Schéma d'Aménagement de La Réunion (1995). Ces dispositifs essayent d'équiper l'offre fédérale, principalement les clubs de Saint-Gilles et de Saint-Leu en termes d'infrastructures ou en crédits d'achats de matériels. Pour illustration, on peut retenir que la création de la base nautique régionale à Saint-Gilles les Bains regroupe les ligues et les comités régionaux des sports nature océaniques. D'autre part, les communes du littoral ont aussi contribué à cette dynamique en aménageant des ports. A titre d'exemple, on peut noter que depuis Saint-Paul, en passant par Saint-Leu, l'Etang-Salé ou Saint-Pierre, les adeptes de la plongée disposent de zones de départs et d'arrivées sécurisées propices au développement de l'activité sous-marine.

Des aménagements de plus en plus marqués (Les années 90)

Au cours de la décennie 90, les aménagements liés à la plongée s'accroissent. La discipline a profité des agencements récents réalisés dans les différents ports côtiers et sur les spots de pratique. Ces derniers sont balisés par des bouées blanches d'amarrage mises en place par le Parc Marin pour protéger les coraux (Vivier, 2002). Les locaux des clubs se sont agrandis et ont amélioré leur confort. Ils comprennent aujourd'hui vestiaires, douches, salle de réunion et bar (**tableau 2**).

Activités	1989	1993	1998	2003
Plongée (centres)	7	21	25	30

¹ Il fut le vice-président du CRESS de 1978 à 1982, créateur du premier club subaquatique de Sainte-Rose en 1978. Par ailleurs, il fut le délégué réunionnais pendant 10 ans de l'ANMP (de 1990 à 2000).

Tableau 2 : L'évolution des aménagements liés aux centres de plongée

Quels sont les facteurs explicatifs du développement de la plongée sur le territoire réunionnais ? Tout d'abord, l'amélioration du réseau routier facilite l'accès à des sites touristiques sur le littoral de l'ouest et de l'est. Presque toute l'île se trouve alors dans le temps de l'aller-retour quotidien des citadins ou des touristes et donc intégrée dans l'espace des loisirs. Ensuite, les premières formations de Brevet d'Etat mises sur pied par la Direction Départementale de la Jeunesse et des Sports et le Comité Régional d'Etude et de Sports Sous-marins (CRESS) permettent une meilleure structuration de l'offre. On peut citer aussi, la politique de communication du Comité du Tourisme de La Réunion (CTR), un temps centrée l'intensité sportive « d'une Ile à grand spectacle, à une Ile intense ». En effet, l'augmentation très nette durant cette période de la demande sportive de sport nature (de 130000 à 350000 personnes) est principalement due à la progression du nombre de touristes extérieurs¹¹. Enfin, l'évolution des représentations des acteurs locaux mais aussi de la population (Chateaufreynaud, Lapierre, 1996), vis-à-vis de la mer a certainement contribué ce processus de diffusion.

Au final, l'amélioration des conditions de vie, la progression des moyens de communication, et le développement de la société « des temps libres » engendrent des nouveaux loisirs touristiques et sportifs chez les habitants locaux. Aussi, la tendance contemporaine des créoles de se tourner vers les jeux de nature et les exploits solitaires décrits par C. Pociello (1995), l'impact de la médiatisation, ou encore la nouvelle demande de la population créole pour

diverses émotions corporelles, expliquent le succès croissant de la plongée

LES CARACTERISTIQUES ACTUELLES DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE EN PLONGEE SUBAQUATIQUE

La pratique de la plongée sous-marine à La Réunion est en constante augmentation depuis plusieurs années et celle-ci se concentre essentiellement sur les secteurs de Saint-Gilles et de Saint-Leu. En une décennie, le nombre de clubs et le nombre de licenciés a considérablement augmenté.

Une offre variée et structurante de la côte réunionnaise

Durant la période de 1989 à 2003, l'offre de plongée se développe à un rythme constant (**figure 1**). Les structures voient leur nombre évoluer de 14 (1989) à 21 (1993) puis à 25 (1998). Les associations qui passent de 7 à 15, sont à l'origine du développement, car leur nombre est toujours supérieur à celui des entreprises marchandes jusqu'en 1993. Ces dernières évoluent de 6 (1993) à 17 (2003) grâce à une croissance à partir de la décennie 90.

² Les acteurs ont à l'opposé mis en place une Maison de la Montagne pour développer notamment les sports nature dans les hauts de l'île.

³ D'après le CTR, le nombre de touristes extérieurs a évolué de 181769 en 1989 à 400000 en 1998. Et sur l'ensemble 62% pratiquent au moins une APS durant leur séjour, d'après une enquête GB2 sur les comportements des touristes non résidents à l'île de La Réunion, octobre 1998.

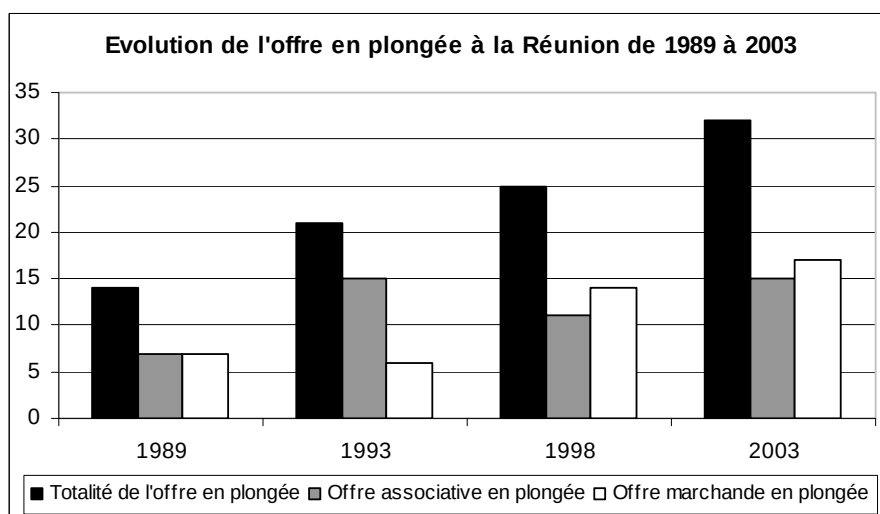


Figure 1 : L'évolution de l'offre en plongée de 1989 à 2003 (Source : Bessy, Naria, 2003).

Cette donnée est conforme aux résultats de l'enquête réalisée par la Chambre de Commerce et de l'Industrie de La Réunion (CCIR) en 1997 sur l'ensemble des entreprises de loisirs. La fin de la période est marquée par un rattrapage de l'offre associative vis à vis de l'offre marchande. On peut observer que le secteur de la plongée représente un marché porteur en termes de retombées économiques et d'enjeux de développement local (Naria, Bessy, 2004-C).

Témoin du dynamisme de cette activité, en 1999, le club de l'Excelcius en partenariat avec le CRESS a organisé le trophée H₂O, un événementiel à caractère participatif afin de promouvoir la discipline au niveau local. Pour finir, la plongée représente l'un sport nature où les retombées économiques sont les plus importantes pour les clubs associatifs et marchands.

La côte ouest concentre l'essentiel des associations et des centres professionnels. Deux sites Saint-Gilles et Saint-Leu rassemblent la quasi totalité des prestataires professionnels. On peut estimer à environ cinquante le nombre d'embarcations équipées pour la plongée. Une trentaine de centres professionnels et associatifs permettent l'accueil des pratiquants. Un nombre équivalent de locaux techniques et de stations de gonflage leurs sont généralement associés.

En ce qui concerne les moniteurs de plongée, cinquante emplois à plein temps ont émergé ces dix dernières années et cinquante autres travaillent de manière régulière en fonction de la demande. Des emplois indirects nombreux existent mais ils sont difficiles à estimer en particulier dans le domaine de la fabrication, de la vente et de l'entretien des embarcations ainsi que de la mécanique qui y est associée.

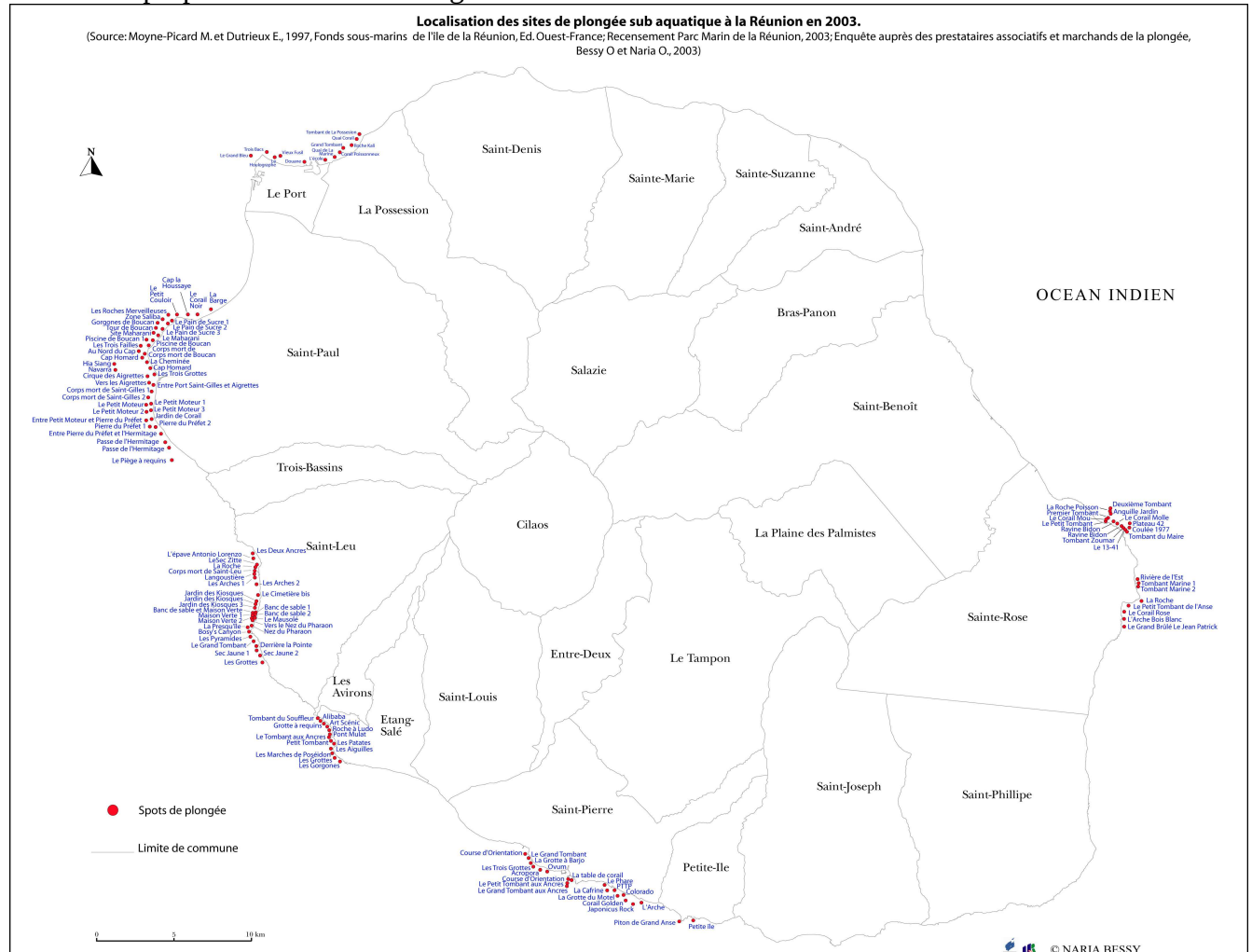
Dans un autre registre, environ trente véhicules terrestres sont affectés au transfert du matériel et des plongeurs vers les zones d'embarquement ou/et des lieux d'hébergement aux locaux d'accueil. Ces infrastructures et la logistique induite génèrent une vingtaine d'emplois « techniques » (secrétariat, conduite des véhicules et bateaux etc...) essentiellement dépendants de l'activité plongée.

Trois magasins de vente de matériel sont d'autre part exclusivement consacrés à la plongée. Pour mieux saisir la vitalité et les investissements existants dans ce secteur économique on peut retenir que sur l'ensemble des structures professionnelles, cinq d'entre elles ont changé de propriétaire entre 1999 et 2003 pour des valeurs marchandes situées entre 130 000 et 250 000 €, et qu'elles ont toutes vu leur chiffre d'affaires progresser.

De part sa place importante dans l'activité économique côtière de la zone la plus

touristique de l'île, dans le secteur des services (hôtellerie, restauration, nettoyage des locaux, transport, etc.), l'impact est tout aussi important et permanent au point que certains centres de plongée envisagent de bâtir leur propre structure d'hébergement

ou de renforcer les liens qui les unissent déjà avec certains prestataires.



Carte 1 : Les spots de plongée à La Réunion (Moyné-Picard M, Dutrieux E, 1997 ; Vivier M, 2002 ; Bessy O, Naria O, 2003).

Selon nos investigations, le recensement des sites de plongée a été évalué au nombre de 139 (cf. carte 1). Cependant 70 % de ces espaces subaquatiques se répartissent entre Saint-Paul (43 spots), Saint-Leu (28 spots), Saint-Pierre (18 spots), et l'Etang-Salé (13 spots) (cf. figure 1 à 4). Par ailleurs, le littoral nord-ouest offre 12 sites du Port à la Possession. Sur la côte au vent, Sainte-Rose dispose de 23 spots de plongée dont la beauté, mal connu, n'a rien à envier à ceux de l'ouest.

La diversité de ces sites de plongée s'explique principalement par la richesse des rivages de La Réunion. En effet, les reliefs montagneux de l'île se prolongent sous la mer par un plateau continental relativement étroit de quelques kilomètres de large (Robert, 1996). Sur ce plateau sous marin, les récifs coralliens se sont développés et ils sont très prisés par les plongeurs. Ils représentent une longueur d'environ 30 kilomètres qui s'étirent de Saint-Gilles à Saint-Pierre.

D'autre part, la côte, escarpée avec de hautes falaises, s'engouffre dans les

excavations de rochers noirs. On peut les trouver sur les spots de Saint-Gilles les Bains ou de la Saline. Enfin, il existe des côtes séparées de l'Océan Indien par des galets, interrompues par des plaines

sédimentaires où débouchent quelques imposantes ravines. A titre d'exemple, c'est le cas des ravines des Trois-Bassins ou de l'Est.

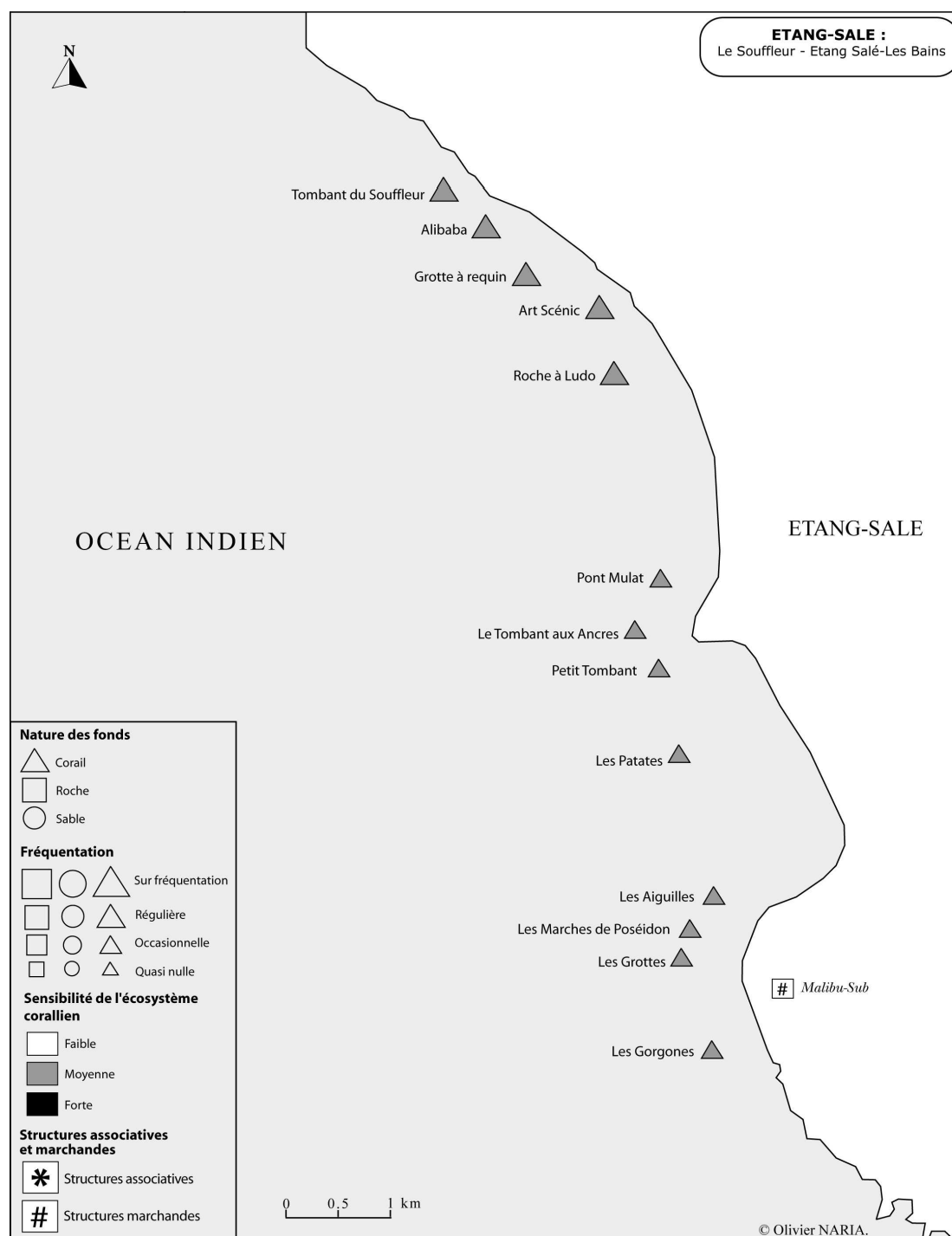


Figure 2 : Les spots de plongée à l'Etang-Salé (Moyne-Picard M, Dutrieux E, 1997 ; Vivier M, 2002 ; Bessy O, Naria O, 2003).

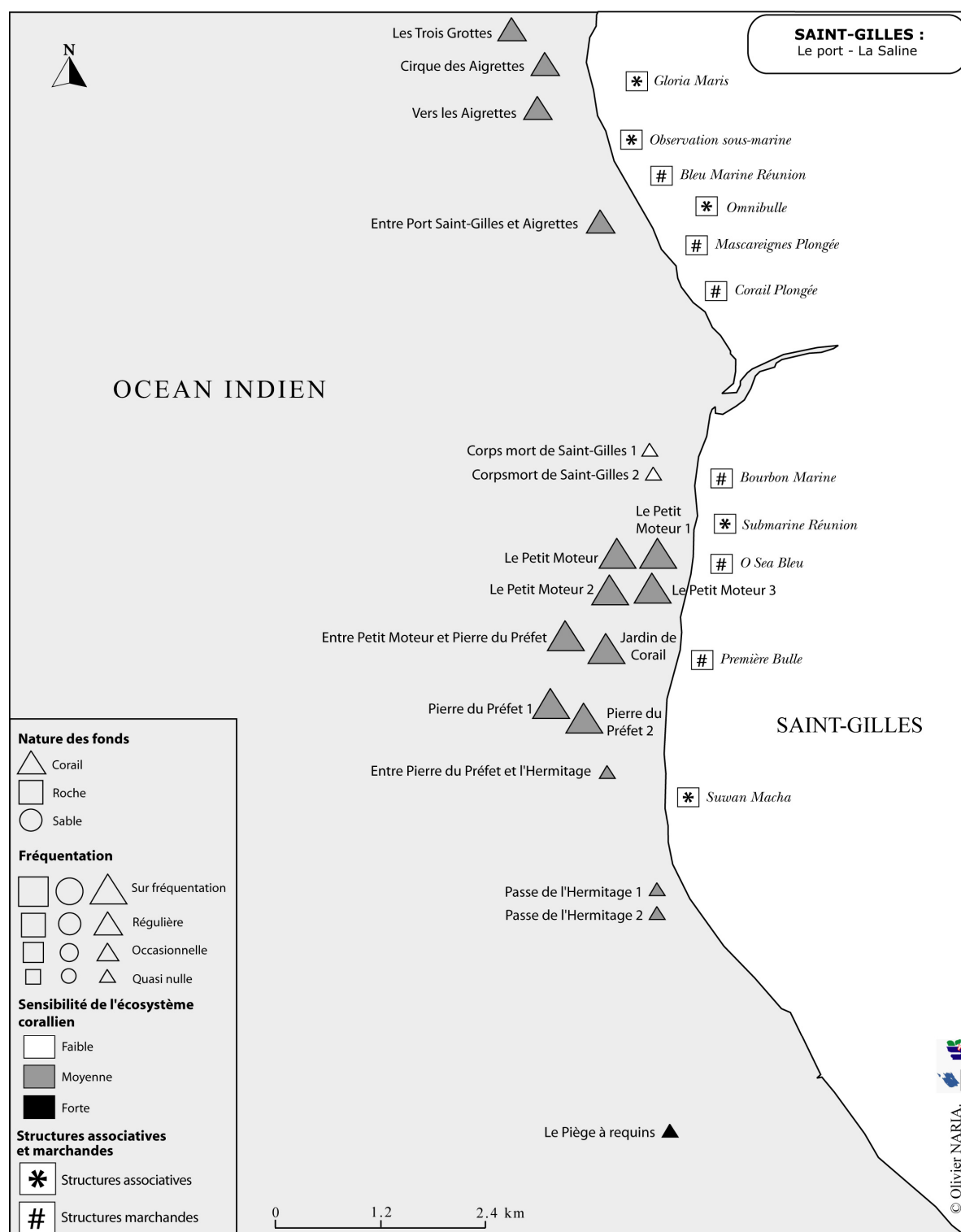


Figure 3 : Les spots de plongée à Saint-Gilles (Moyne-Picard M, Dutrieux E, 1997 ; Vivier M, 2002 ; Bessy O, Naria O, 2003).

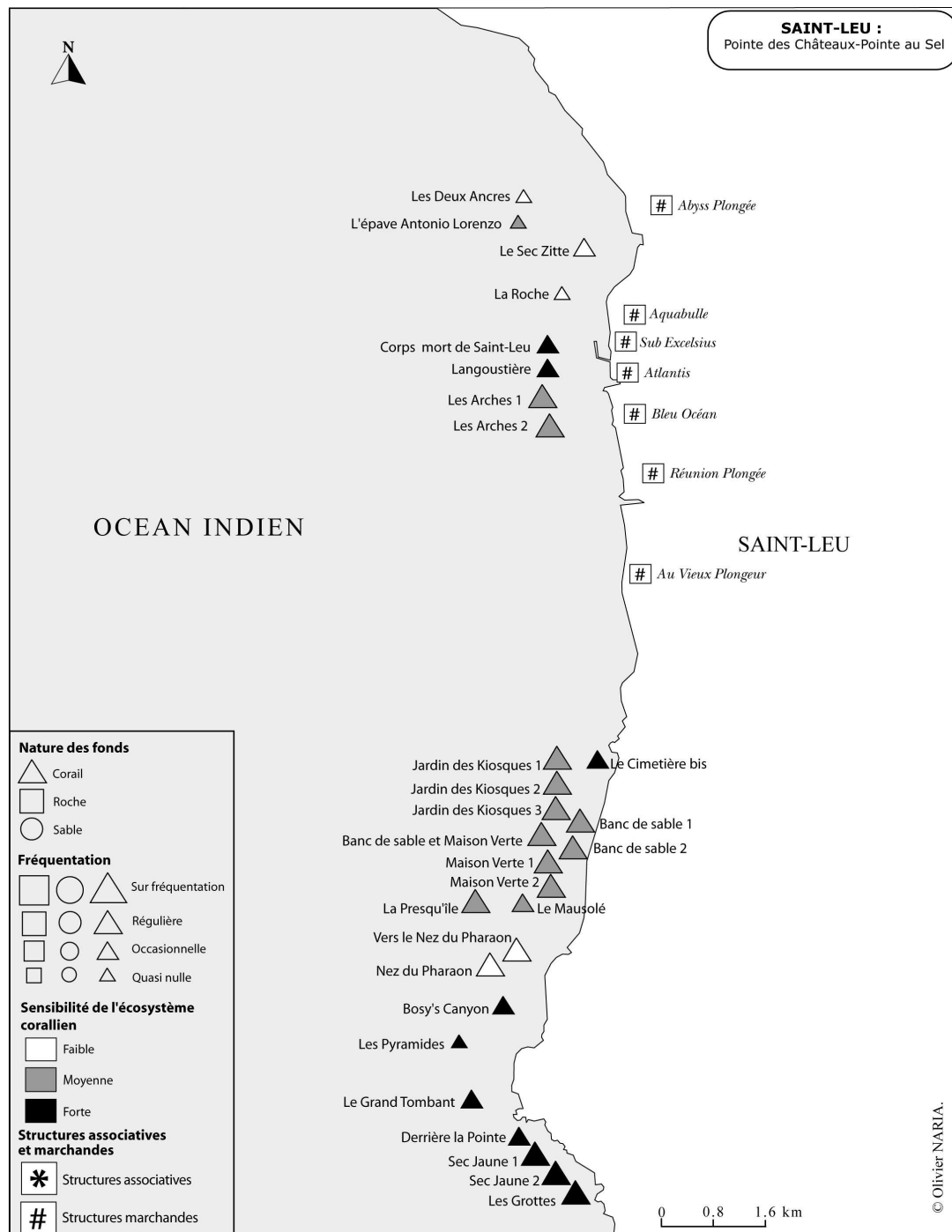


Figure 4 : Les spots de plongée à Saint-Leu (Moyne-Picard M, Dutrieux E, 1997 ; Vivier M, 2002 ; Bessy O, Naria O, 2003).

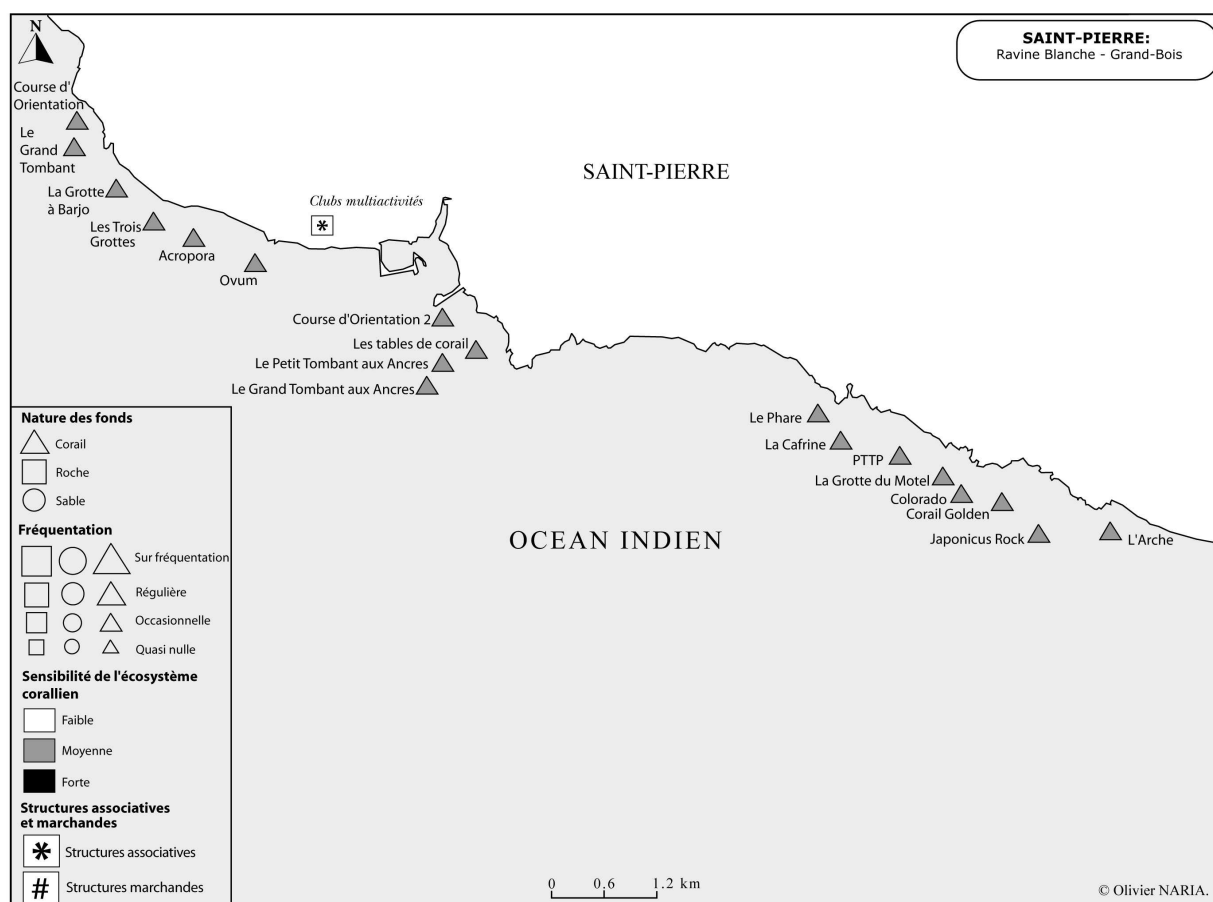


Figure 5 : Les spots de plongée à Saint-Pierre (Moyne-Picard M, Dutrieux E, 1997 ; Vivier M, 2002 ; Bessy O, Naria O, 2003).

A l'image de la diversité des côtes, la nature des fonds est très variée. Les plongeurs peuvent prendre plaisir à explorer les recoins des patates corail, les nombreuses grottes ou encore les jardins de gorgones jaunes, rouges ou orange. Il existe aussi des caps rocaillieux avec des falaises abruptes, des tunnels de 3 à 20 mètres de profondeur, des canyons aux fonds de sable noir ou blanc.

S'inspirant des travaux de l'ARVAM (1999), on peut affirmer que toute formation récifale présente un niveau de sensibilité de l'écosystème corallien plus ou moins marqué. Trois niveaux de sensibilités peuvent être identifiés à La Réunion. Le niveau 1 (faible) concerne l'ensemble des secteurs les moins sensibles (cf. figure 1 à 4) du littoral Ouest et Sud alors que le niveau 2 (moyenne) est alloué à des secteurs sensibles qui offrent un intérêt écologique moindre. Enfin, le niveau 3 (fort) correspond aux zones les plus exposées à

cause de leur richesse biologique ou patrimoniale.

De son côté, la fréquentation de ces spots dépend des paramètres mentionnés précédemment. De manière générale, on peut soutenir que les sites pionniers sont aujourd'hui délaissés au profit de nouveaux spots, qui se localisent principalement sur le plateau récifal.

Une demande conséquente

Les pratiquants de plongée sont les plus nombreux à La Réunion, après les randonneurs (**tableau 3**). Si le chiffre des licenciés avec 2232, et l'augmentation des effectifs durant ces quinze dernières années, ne sont pas très significatifs, le contingent important de pratiquants hors institution est évocateur.

Activités	Données locales				
	Licenciés	Estimations pratiquants			Estimations « sorties » (4)
		Touristes extérieurs (1)	Locaux (2)	Total (3)	
Parapente	550	14 840	6 000	20 840	25 000
Canyon	460	11 872	10 000	21 872	50 000
Escalade					
Randonnée pédestre	861	192 920	120 000	312 920	1 000 000
Randonnée équestre	200	1 000	4 000	5 000	30 000
VTT	328	11 872	30 000	41 872	150 000
Canoë-kayak	1000	800	5 000 (5)	5 800	50 000
Plongée bouteille	2232	26 712	10 000	51 512	50 000
Plongée libre (PMT, apnée et chasse)			15 000		100 000
Plongée			25 000		150 000
Surf et dérivés	840	13 356	30 000	43 356	200 000
Voile	683	500	2000	2500	10 000
Total	7 154	273 872	232 000	505 872	1 660 000

Tableau 3 : L'estimation des pratiquants de plongée en 2003. Sources régionales : Contrat recherche Sports- Nature (2003), Bessy-Naria, Enquête auprès des acteurs associatifs, institutionnels et marchands des 10 filières d'activités ; CRCK, 2003, Schéma régional d'équipements de canoë-kayak ; Enquête sur les comportements des touristes non-résidents / Comparaison 1998-2001, CTR et GB 2 (2003).

(1) Les chiffres présentés proviennent d'une enquête réalisée auprès des touristes non-résidents en 2001. Sur 424 000 touristes, 70 % déclarent avoir pratiqué au moins une activité physique et sportive soit 296 800 touristes concernés. Sur ce quota, 65 % s'adonnent à la randonnée pédestre, 9 % à la plongée, 5 % au vol libre 4,5 % au surf et à ses dérivés, 4 % au VTT et également au canyoning et l'escalade. La différence entre 296 800 et 273 872 est due au fait que notre enquête ne comptabilise pas les pratiques motorisées.

(2) Les chiffres proviennent d'un croisement des données fournies par les différents offreurs associatifs et marchands complétés par une observation de terrain. Ils prennent en compte les baptêmes, les pratiquants en formation et autonomes de l'île. Il s'agit d'une estimation ce qui explique les chiffres ronds.

(3) Dans ce total peuvent être comptabilisés les mêmes pratiquants qui s'adonnent à plusieurs sports nature, ce qui a tendance à le majorer.

(4) Ces chiffres correspondent au nombre de fois qu'un pratiquant s'adonne à son activité durant l'année. Ils comptabilisent les nombres de vol, de plongée, de sessions ...

(5) Pour le canoë-kayak, l'estimation des pratiquants est de 15 000 établie par le CRCK, les scolaires étant comptabilisés dedans. Selon nos estimations, 5000 est le nombre de pratiquants touristique de ce sport nature.

Il est constitué d'après le CTR de 26712 touristes extérieurs et de 25 000 pratiquants réunionnais selon nos estimations. Soit au total, environ 51 512 pratiquants de plongée au sens large du terme pour l'année 2003, ce qui représente 10 % des adeptes de sports nature à La Réunion. Cet engouement correspond à un élargissement des bases sociales de l'activité dans l'ensemble des groupes sociaux et ethniques. Les créoles fréquentent de plus en plus les spots de leur île à la découverte de la mer, pendant

longtemps ignoré. De très nombreux touristes surtout métropolitains mais aussi de plus en plus européens (allemands, suisses, italiens...) choisissent la destination Réunion pour pratiquer cette activité.

Les caractéristiques sociologiques des pratiquants de plongée

L'enquête locale met en évidence un processus d'élargissement social que l'on peut repérer à des degrés divers, au niveau

du genre, de l'âge, des groupes sociaux et ethniques.

Des pratiquantes en nombre

D'après notre enquête, la plongée est pratiquée par 45% de femmes et 55 % d'hommes. Ce résultat symbolise bien le processus de féminisation en cours des sports nature qui étaient jusqu'alors largement réservés aux hommes. Il confirme

un intérêt de plus en plus partagé par les femmes pour les engagements corporels en milieu naturel et davantage centrés sur la découverte que sur la performance.

Des pratiquants jeunes mais appartenant de plus en plus aux différentes générations

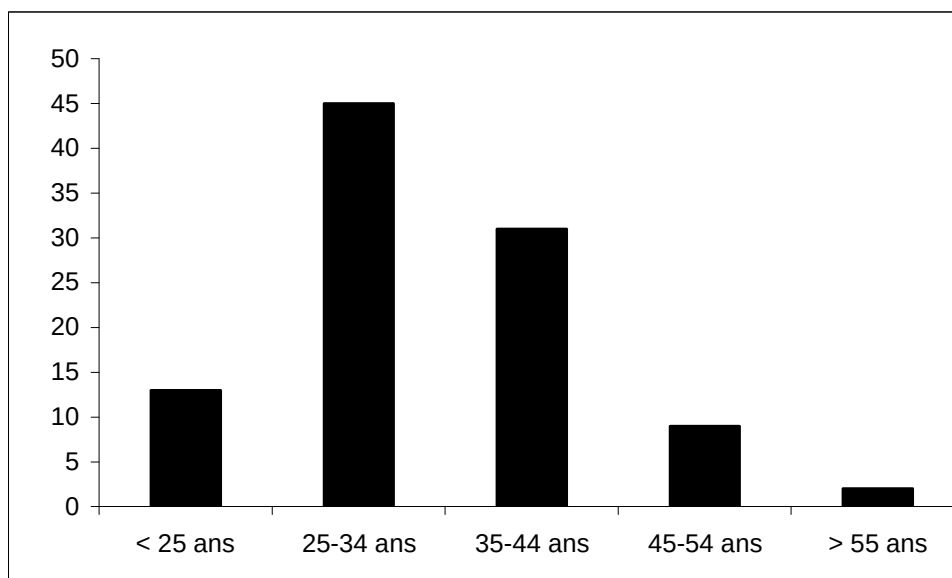


Figure 6 : Répartition par catégorie d'âge des pratiquants de plongée.

La plongée est le sport nature qui concerne le plus les tranches d'âge de 25 à 34 ans. Notre enquête montre que c'est le cas de 45 % de plongeurs. Il est intéressant d'observer aussi que les trois premières classes d'âge représentent plus de 89 % des pratiquants. Plus de la moitié des pratiquants (58%) ont, en effet, moins de 35 ans. Cette surreprésentation s'explique par la jeunesse de la population locale, mais aussi par la diffusion beaucoup plus massive des sports nature à La Réunion chez la jeune génération récemment sensibilisée en milieu scolaire (Naria, Bessy, 2005).

Des pratiquants d'origine sociale aisée plus nombreux

Nos résultats montrent une distribution sociale partagée entre les groupes sociaux « favorisés » qui totalisent 52% et les groupes sociaux « populaires » qui regroupent 30%. Le premier chiffre est obtenu en additionnant les pourcentages des

artisans et chefs d'entreprise (3%), des professions libérales (16%), des cadres et professions intellectuelles supérieures (33%). Le second correspond à l'addition des professions intermédiaires (17%), employés (11%) et ouvriers (2%). La plongée se distingue donc par un élargissement relatif des bases sociales de ses pratiquants qui s'explique par la conjugaison de trois facteurs.

Tout d'abord, la diversité des spots de plongée engendre la venue d'un grand nombre de plongeurs, avec des modalités de pratiques extrêmement plurielles. Ensuite, ce sport nature oblige un investissement en terme de coût alors que l'environnement social de La Réunion est stigmatisé par des pathologies sociales durables. Enfin, les projets sportifs, de détente, de convivialité ou de découverte du lagon possibles ont tendance à mixer socialement les usagers. Néanmoins, les catégories socioprofessionnelles aisées restent

surreprésentées par rapport à la place moins importante qu'elles occupent dans la

population active réunionnaise.

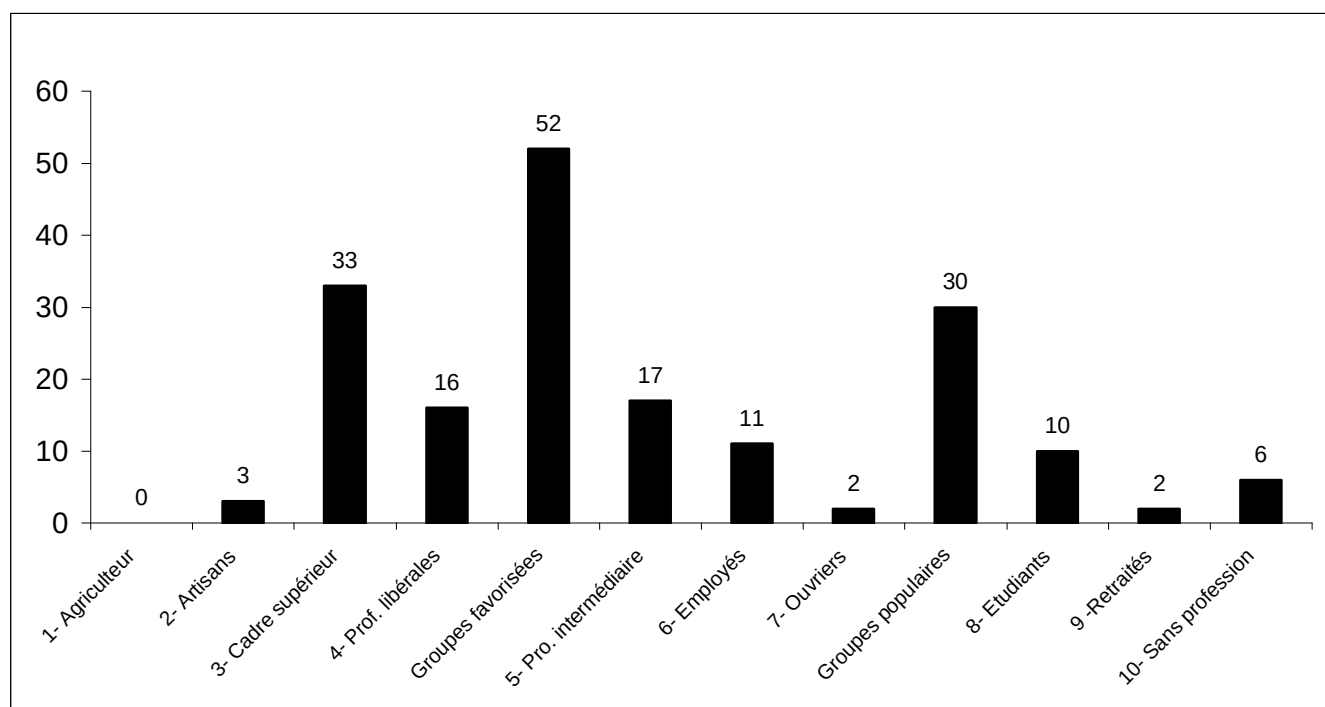


Figure 7 : Répartition par CSP des pratiquants de plongée

Des pratiquants créoles minoritaires

Les créoles, autrement dit les habitants natifs de l'île, représentent aujourd'hui à peine 6 % des adeptes de plongée sous-marine alors que les métropolitains totalisent 87% et les étrangers 7%. C'est le sport nature le moins créolisé car la population a

plutôt tendance à « tourner le dos à la mer ». Dans les représentations collectives la mer est anxiogène, source d'inconnu, de danger. La figure du requin mangeur d'homme en est l'archétype. Le milieu aquatique est donc très peu investi par la culture locale.

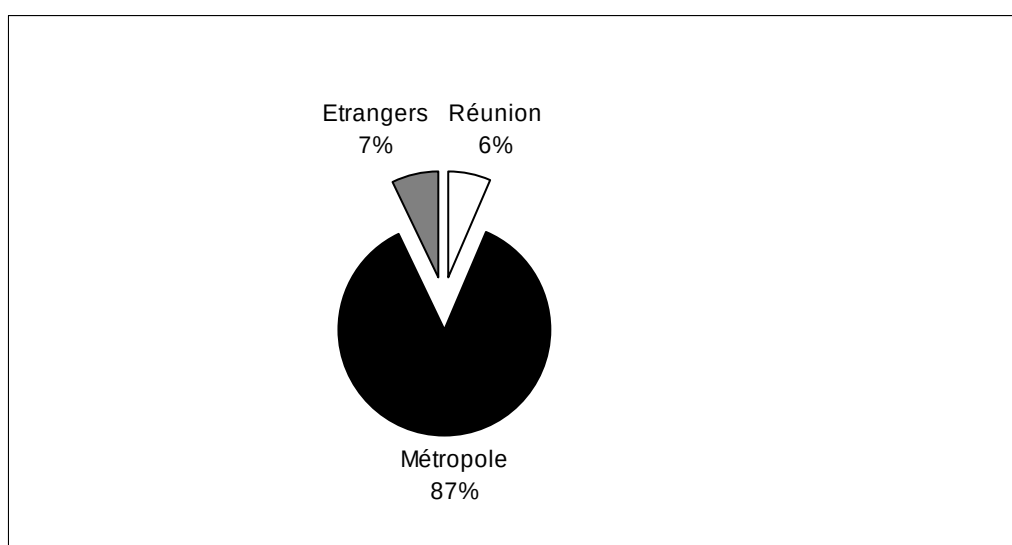


Figure 8 : Répartition par origine géographique des pratiquants de plongée

CONCLUSION

Le profil sociologique des plongeurs ne se définit pas au singulier mais au pluriel. Il est bigarré à l'image du métissage de la société réunionnaise. La présence de trois populations différentes (touristes extérieurs, métropolitains habitant l'île et créoles) vient renforcer cette hétérogénéité. La féminisation et la faible créolisation des pratiquants, comme leur appartenance aux différentes générations et aux différents

groupes sociaux, montrent à l'évidence que les bases sociales du recrutement changent progressivement.

La configuration géomorphologique fait de la Réunion un terrain d'aventure pour la plongée particulièrement recherché. Notre recherche a montré que la plongée sous-marine est devenue un atout de la structuration du littoral réunionnais.

REFERENCES

1. **ARVAM Agence pour la Recherche et la Valorisation Marine**, Projet de mise en « Réserve Naturelle » du littoral Ouest et Sud de l'île de la Réunion. Cartographie de la sensibilité des écosystèmes marins 94 p., 1999.
2. **BESSY O., NARIA O.** Loisirs et tourisme sportif de nature à La Réunion : Etat des lieux, enjeux et prospective en matière de développement durable, *Rapport au Conseil de la Culture de l'Education et de l'Environnement*, 150 p., 2003.
3. **BESSY O., NARIA O.** Les enjeux des loisirs et du tourisme sportif de nature dans le développement durable à l'île de La Réunion. Actes du 4ème Congrès de la Société Française de Management du Sport, Université de Bourgogne, Presses Universitaires du Septentrion, pp. 68-81, 2004a.
4. **BESSY O., NARIA O.** Sports de nature et développement durable à la Réunion. Une stratégie politique à affirmer, Sports de nature. Des territoires et des hommes. Revue Espace en collaboration avec le ministère de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative (MJSVA), n°82, pp. 84-93, 2004b.
5. **BESSY O., NARIA O.** Sociologie des pratiquants de sport nature : l'exemple de La Réunion, Cahiers Espaces en collaboration avec le ministère de la Jeunesse, des Sports et de la vie associative, n°81, pp. 52-78, 2004c.
6. **CCIR** Panorama des entreprises de loisirs, 100 p. 1997.
7. **CHATEAUREYNAUD Y. et LAPIERRE A.** Aspects du sport à la Réunion, Talence, Maison des Sciences de l'Homme Aquitaine (MSHA), 1996.
8. **Conseil Régional** Plan nautique de la Réunion, Direction Régionale du Tourisme. 1992.
9. **Conseil Régional** Schéma d'Aménagement Régional, 146 p. 1995.
10. **LIVET R.** De la plongée sportive au tourisme sous-marin, in *Tourisme et Sport, Les Cahiers Espaces* n°52, pp 62-68. 1997.
11. **MOYNE-PICARD M, DUTRIEUX E, 1997**, Fonds sous-marins de l'île de la Réunion et guide de plongées, Edition Ouest France, 63 p.
12. **NARIA O., BESSY O.** La contribution différenciée des sports nature dans la construction identitaire de la population créole et

métropolitaine : Interférences culturelles entre norme locale et valeur de la modernité occidentale, L. Labache, L. Médéa, F. Vergès (eds.) *Identité et Société Réunionnaise. Nouvelles Perspectives, Nouvelles Approches*. Paris: Karthala, à paraître, 2005.

13. **NARIA O.** Les pratiques sportives à La Réunion. Contribution à l'analyse d'un espace géographique atypique, *Thèse de doctorat nouveau régime de géographie*, Université de La Réunion, Saint-Denis, 440 p. 2005.
14. **NARIA O., BESSY O.** Le tourisme sportif, un marché en pleine croissance, in dossier Quel tourisme?, *Economie de La Réunion, Revue de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques*, 3eme trimestre, pp. 20-22. 2004.
15. **NARIA O.** Les Offices Municipaux des Sports et les structures de l'animation sportive à l'île de La Réunion : Etats des lieux et perspectives, *Rapport de Recherche CROMS - Région Réunion*, 100 p. 2001.
16. **POCIELLO C.** Les cultures sportives, Paris, PUF, 1995.
17. **ROBERT R.** Les paysages naturels de la Réunion, NID, 1996.
18. **VIVIER M.** Evaluation de la fréquentation des dispositifs d'amarrage sur Saint-Gilles et Saint-Leu, *Mémoire de Maîtrise de géographie* en collaboration avec le Parc Marin, 62 p. 2002.

Pour la première fois, la Revue Française de plongée propose un texte déjà diffusé. Il s'agit de larges extraits du mémoire d'instructeur régional de la FFESSM de Thierry Falzone. Le texte intégrale est disponible en ligne sur le site du GNPU (<http://gnpu.free.fr>).

REFLEXIONS SUR L'EVOLUTION DE LA VITESSE DE REMONTEE, ASSOCIEE AUX PROCEDURES DE DECOMPRESSION DE LA PLONGEE LOISIR A L'AIR

T. Falzone

Mémoire d'Instructeur Régional, Comité Régional : Rhône-Alpes Bourgogne Auvergne. Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins, Juillet 2005.

INTRODUCTION : CHOIX DU SUJET

En deux générations de plongeurs, la vitesse de remontée (VDR) largement pratiquée, a diminué d'un facteur 2, passant de 20 m.min⁻¹ en 1960 (premières tables de la Marine Nationale : GERS 60) à 10 m.min⁻¹ en 2000.

La partie la plus délicate de la plongée est la remontée. Comment remonter ? A quelle vitesse ? Comment effectuer les paliers ? Et pourquoi les faire ?

La VDR intervient à l'origine de toute décompression, elle est une donnée essentielle de la sécurité, mais ne semble pas avoir reçu de la part des chercheurs toute l'attention souhaitée. Le problème, à ce jour, est d'avoir considéré la décompression sous l'angle des paliers, calculés selon des modèles découlant de la théorie de Haldane. La question de la VDR jusqu'aux premiers paliers est plus ou moins subsidiaire et a toujours été traitée de façon subjective, disons intuitive, par les concepteurs de tables de plongée, puisqu'elle n'était pas un paramètre critique. A travers ces quelques pages, je vous propose une réflexion sur l'évolution de la VDR depuis les premières tables jusqu'à l'avènement des ordinateurs

de plongée, dont certains intègrent des VDR variables, ainsi qu'un bilan sur l'utilisation des tables françaises. Et enfin une réflexion sur les perspectives à venir : RBGM (Reduced Gradient Bubble Model), VPM (Varying Permeability Model), paliers profonds ou autres théories et concepts ...

Remarque : l'expression m.min⁻¹ très usitée dans les publications et revues, au lieu de m/mn, sera employée dans le texte.

HISTORIQUE ET PROBLEMATIQUE

Lors d'une plongée sportive à l'air, la partie la plus délicate de la plongée, c'est la remontée. Deux paramètres sont essentiels et indissociables lors de la décompression : la vitesse de remontée et les paliers éventuels. Concernant les paliers, il existe différentes théories dont l'évolution et la compréhension ont été extrêmement approfondies ces dernières années. De plus, ces paliers s'effectuent avec des tables de décompression, ou plus simplement avec des ordinateurs de plongée. Concernant la VDR, il n'existe pas de théorie concrète, l'empirisme est total et les critères de choix sont parfois étranges et arbitraires.

La VDR n'a pas été modélisée et n'a pas fait l'objet d'études importantes et concrètes sur l'homme. Les seules données la concernant sont fournies par l'expérimentation animale (premières observations au 17ème siècle). Elle a été fixée arbitrairement dans les tables de décompression par intuition et empirisme. Les 18 m.min⁻¹ choisis par l'US Navy pour ses tables de plongée à l'air en 1958 constituent un standard à partir duquel les VDR des autres tables de plongée ont été fixées :

MN 90 : 15-17 m.min⁻¹
 PADI RDP : 18 m.min⁻¹
 MT 92 : 9-15 m.min⁻¹
 NAUI (USA) : 18 m.min⁻¹
US Navy 58 : 18 m.min⁻¹
 DCIEM (Canada) : 18 m.min⁻¹
 US Navy 93 : 6-12 m.min⁻¹
 BSAC (GB) : 15 m.min⁻¹
 Royal Navy : 15 m.min⁻¹
 Bühlmann (Suisse) : 10 m.min⁻¹

Un élément important a cependant été adopté récemment : c'est la notion de décompression avec apparition de bulles veineuses (et artérielles) non pathogènes. Cette notion n'était pas matérialisable il y a quelques années. Aujourd'hui, les différents travaux sur la VDR, s'orientent autour de l'évaluation de la quantité de bulles générées à la remontée. La présence de bulles dans le sang d'animaux morts d'accidents de décompression (ADD) a été observée dès le 17ème siècle, en particulier par Robert Boyle en 1670 comme le rapporte Paul Bert. Ensuite, la discussion scientifique relative à ces faits, a eu pour objet de définir ce qui était imparti respectivement : à l'hypoxie, à l'expansion de volume de gaz, ou au passage de l'azote de la phase dissoute à la phase gazeuse, ce que nous appelons aujourd'hui : la désaturation. C'est Bucquoy en 1861, qui émet le premier l'hypothèse que « *les gaz du sang repassent à l'état libre sous l'influence de la décompression et occasionnent des accidents comparables à ceux d'une injection d'air dans les veines...* ». Paul Bert démontre expérimentalement en 1878 que les bulles entraînant la mort des animaux cobayes sont composées d'azote, avec une

proportion variable d'anhydride carbonique (15 à 20%). La prévention préconisée à l'époque par ces deux physiologistes, afin d'éviter la formation de ces bulles est dès lors très simple : Bucquoy conseille à juste titre aux ingénieurs, de prendre toutes les précautions nécessaires pour obtenir une décompression suffisamment lente.

Et Paul Bert propose pour les ouvriers tubistes « *des temps de décompression en fonction de la pression de travail : 2 ou 3 ATM : ½ heure de décompression, soit une VDR de 1 m.min⁻¹ ; 3 ou 4 ATM : 1 heure de décompression, soit une VDR de 0,7 m.min⁻¹ ...* ». Il conseille également de « *ne pas leur imposer des stades de travail trop longs et de ne les laisser descendre qu'une fois par jour dans les tubes ...* ». Pour les scaphandriers, il conseille de les décompresser très lentement et de les « *maintenir un bon quart d'heure à moitié chemin ...* ». Toutes ces précautions seront malheureusement insuffisantes et de nombreux accidents de décompression surviendront.

En 1907, la Royal Navy demande à l'un de ses physiologistes de renom : John Scott Haldane, d'établir des procédures de décompression pour des plongées à l'air. Elles furent publiées en 1908 pour une profondeur de 204 pieds (62 m environ) et sont connues depuis, sous le nom de tables de Haldane. Comme les officiers de l'US Navy venaient à l'époque se former en Grande-Bretagne, ces tables ont été adoptées outre atlantique, puis améliorées et élaborées en 1915 pour une profondeur de 304 pieds (92 m environ).

En 1948, la Marine Nationale adopte sans expérimentation préalable les tables US Navy. Après quelques années d'utilisation, ces tables ont suscité deux observations :

- La VDR était fixée à 7,5 m.min⁻¹ et tous les plongeurs avaient constaté que cette vitesse pouvait être dépassée sans risque d'accidents.

- Les durées de remontée étaient considérées comme inutilement longues, ce qui diminuait d'autant les temps de travail des scaphandriers.

Ces remarques coïncidaient avec la publication de nouvelles tables de

décompression par l'US Navy établies par Dwyer J.V, qui, en 1955 introduisait la notion nouvelle de variation de rapport de sursaturation admissible par chaque tissu. De nouvelles tables furent donc calculées par le GERS (Groupement d'Etudes et de Recherches Sous-marines) en 1959, pour une profondeur de 40 m et établies sur 3 tissus (40, 75 et 120 min), prévoyant une VDR de 15 m.min⁻¹ jusqu'à 5 m de la surface, puis une diminution de cette vitesse imposant au moins 1 minute à 5 m de la surface. Un palier de 1 ou 2 min à 3 m était vivement conseillé aussi souvent que possible. Mises à l'essai pendant un an dans les unités militaires, ces tables ont été modifiées l'année suivante à la suite de critiques apportées par les « *opérationnels* », notamment sur la VDR qui paraissait encore lente, et dont la diminution recommandée dans les 5 derniers mètres s'était avérée être difficilement applicable.

En 1960, Perrimond-Trouchet essaie donc de déterminer la VDR « *naturelle* » d'un plongeur : 35 mesures sur 18 plongeurs (entraînés !) permettent de définir une VDR moyenne de 24 m.min⁻¹. Pour se rapprocher de la vitesse adoptée par les marins américains et britanniques (18 m.min⁻¹ soit 1 pied.s⁻¹), la vitesse retenue pour ses calculs est de 20 m.min⁻¹. 301 plongées expérimentales sont réalisées au GERS, en caisson sec ou humide, au repos et avec travail. Malgré quelques cas de « *puces* » et un bend du coude ces tables sont considérées comme vérifiées et aptes à être mises en service.

En 1965, pour l'US Navy, Workman reprend les travaux de Dwyer et met en place pour chaque plage de profondeur (de 10 pieds en 10 pieds) les M-Values. Une M-Value ou valeur maximum est, pour une profondeur donnée et un compartiment donné, la tension maximum admissible d'azote à cette profondeur : M-Value = Mo + aD ; où « a » est un coefficient expérimental et « D » la profondeur. Parallèlement à la suite d'un certain nombre d'accidents, le GERS remanie le catalogue de ses tables de plongée et met en place deux séries de sursaturation critique en prenant en compte dans le calcul, la VDR de

17 m.min⁻¹. Malgré tout, pour l'exécution de la plongée, **la vitesse de 20 m.min⁻¹ est tolérée**. Ces tables seront publiées sous le nom de GERS 65 et resteront réglementaires jusqu'en 1990 dans la Marine Nationale et seront adoptées par la FFESSM. Au cours de cette période, en 1978, les Américains Smith et Stayton suite à des travaux d'expérimentation sur des moutons et des chèvres, montrent qu'une VDR de 10 m.min⁻¹ produisait moins de bulles circulantes qu'une VDR de 20 m.min⁻¹. De même, en 1981, les Italiens Marroni et Zannini montrent lors de tests avec des plongeurs qu'une remontée à la vitesse linéaire de 9-10 m.min⁻¹ produisait moins de bulles qu'une remontée commencée à 18 m.min⁻¹ jusqu'à mi profondeur et terminée à 10 m.min⁻¹. En 1995, L'Américain Pollard en étudiant sur des rats les effets combinés de la VDR et de l'effort musculaire après la plongée, a constaté que la remontée à 20 m.min⁻¹ avait statistiquement tué davantage de rats que la remontée à 10 m.min⁻¹. A noter qu'en 1976, l'Américain Neuman avait démontré que l'ajout d'un palier supplémentaire plus profond lors de l'utilisation des tables de décompression US Navy, ce qui est une façon de ralentir la remontée, réduisait considérablement **la formation des bulles**.

A l'évidence, malgré le nombre restreint d'études scientifiques pour le prouver, il paraît important de réduire la formation de bulles pendant la phase initiale de la décompression. C'est sur ce point qu'insistent les Américains Richard Moon, Richard Vann et Peter Bennett dans un article sur la physiologie de la maladie de décompression (MDD) paru dans la revue Américaine « *Scientific American* » d'août 1995 et traduit en France dans la revue « *pour la science* » la même année :

«(...) Afin de réduire la formation des bulles dans le système veineux et pour éviter les accidents de décompression, on conseille de remonter plus lentement...»

« ... En pratique, les plongeurs respectent difficilement une remontée aussi lente, surtout s'ils sont inexpérimentés. On obtient presque les mêmes résultats en interrompant la remontée par « un palier

de sécurité » de quelques minutes à une profondeur de 5 à 6 m, à la fin des plongées brèves pour lesquelles les tables ne préconisent aucun palier de décompression. On sait depuis peu qu'un palier de 3 minutes à 6 m réduit de 50% la formation de bulles dans le circuit veineux. En outre, une remontée lente et des paliers de décompression laissent le temps aux tissus rapides, tels que le cerveau et la moelle épinière, d'évacuer l'excédent de gaz inerte, on limite ainsi la sursaturation et la croissance des bulles... Des expériences menées sur des animaux (Smith et Stayton) ont montré que les bulles sont moins nombreuses quand la VDR est de 9 m.min⁻¹ au lieu de 18 m.min⁻¹ (le double !) comme on l'enseignait aux plongeurs il y a 15 ans... »

Cette dernière remarque pourrait être applicable en France, où l'enseignement selon les tables MN 90, préconise une VDR comprise entre 15 et 17 m.min⁻¹, toujours en vigueur pour la plongée loisir à ce jour. De façon pratique, on effectue la remontée à 15 m.min⁻¹ et certains responsables médecins expérimentateurs de la Marine Nationale

conservent cette vitesse, malgré la forte tendance à la baisse.

CRITERES D'ASCENSION

A l'origine : HALDANE et HILLS

Au début du 20ème siècle, la Royal Navy veut résoudre le problème des tables de décompression et deux physiologistes de renom sont concernés par le projet : John-Scott Haldane et Léonard Hills. J.S. Haldane a les outils pour un modèle d'échanges gazeux et a une solution exponentielle pour la décompression. Pour ce qui est du critère d'ascension, il sait que les scaphandriers peuvent remonter à mi profondeur sans danger. Il envisage d'introduire un modèle où le rapport entre tension de gaz dissous et pression ambiante sera constant. Quant à Hills, celui-ci pense que les remontées doivent être conduites de façon linéaire, lentement vers la surface, mais sans palier. Ce sont aussi les scaphandriers qui ont développé cette méthode empirique, mais qui convient. Les 2 conceptions s'opposent, il suffit de regarder la figure 1ci-dessous :

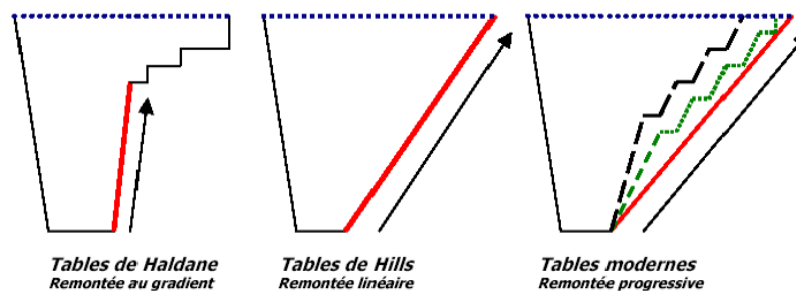


Figure 1 : les différentes remontées selon Haldane, Hills et les tables modernes.

D'un côté le modèle de Haldane donne un profil cassé caractéristique. Il faut « amorcer le gradient » pour commencer le dégazage en remontant le plus rapidement à une profondeur «plafond» proche de la profondeur critique. **La VDR n'est pas définie tant qu'un tissu n'a pas «accroché», et elle peut donc être rapide. Seul le rapport entre la tension du tissu directeur et la pression ambiante détermine l'amplitude de la remontée.** De l'autre, les remontées linéaires de Hills

donnent une impression plus progressive et donc plus rassurante. Dubitative, la Royal Navy demandera à Haldane de tester un profil de Hills avant de commencer ses travaux. Le test ne fut pas concluant « **les plongeurs coinçant** » à la remontée. Haldane soulignera que la remontée linéaire conduit les plongeurs près de la surface avec des quantités de gaz trop importantes et qu'il faudrait accélérer le début de la remontée. Brillant et persuasif, Haldane sera alors chargé du projet. « **Mais il n'empêche que**

si les plongeurs n'avaient pas coïncé lors des tests, nous n'aurions pas attendu nos paliers profonds si longtemps ! » Les 100 années qui suivent vont prolonger le débat. Les compartiments se multiplient : souvent un de plus par accident, les critères d'ascension se compliquent, les profils deviennent un peu moins cassés et un peu plus linéaires.

Plus récemment : J-P. IMBERT ; D. CARTURAN et J-C. LE PECHON

« La vérité, c'est que la décompression se situe entre les 2 profils (celui de Hills et celui de Haldane) et nous sommes toujours à la recherche du profil de remontée optimal. Aujourd'hui, nous avons le nez collé sur les microbulles et nos outils de décompression s'appellent RGBM (Reduced Gradient Bubble Model) ou VPM (Varying Permeability Model)... L'introduction des paliers profonds pourrait être une voie intermédiaire intéressante... » Jean-Pierre Imbert. L'aventure commence au début de la remontée. Les tissus sont chargés, le gaz reste à éliminer, les bulles à contrôler. Pour effectuer les remontées, les plongeurs, en fonction de leur ressenti sur le plan de la sécurité, opteront pour un protocole spécifique. Quel est le phénomène critique :

- la quantité de gaz dissoute?
- la sursaturation des compartiments en gaz?
- le volume d'une bulle critique?
- le rayon d'une microbulle?
- Le volume de gaz admissible pendant la remontée ...?

Cela s'appelle un critère d'ascension

Le critère d'ascension est pris en compte dès lors où un tissu est concerné. En effet, il faut un minimum de sursaturation pour générer des bulles et entraîner un problème. Pendant les premiers mètres de la remontée, le plongeur évolue dans sa fenêtre oxygène, ce qui représente généralement entre 10 à 15 m libérés de toute contrainte, suivant la profondeur de la plongée. Au départ du fond, la VDR est indifférente puisque toutes les tensions sont inférieures à la pression ambiante. Dès qu'un premier tissu entre en sursaturation, comme la moelle épinière ou

le cerveau, qui sont des tissus rapides, la diffusion de l'azote des tissus vers le sang s'effectue, favorisant plus ou moins la formation de bulles. Ce sont des phénomènes très complexes toujours à l'étude. *« Il faut donc attendre des phénomènes bien francs, bien caractérisés pour commencer à penser modéliser. Par nécessité, les critères d'ascension ne sont pas progressifs mais plutôt liés à des phénomènes de seuil : en dessous ça passe, au dessus ça casse ! Une fois accrochée à cette limite, la décompression peut commencer ... »*. J-P. Imbert.

« Il y a en effet des idées fausses qui ont la vie dure, notamment celles qui concernent la VDR. Notons au passage que les tables MN 90 préconisées par la FFESSM, sont celles qui ont la VDR la plus rapide. En effet, toutes les autres tables de décompression ont une VDR inférieure à 15 m.min⁻¹. Quant aux ordinateurs de plongée, ils indiquent pratiquement tous une vitesse de l'ordre de 10 m.min⁻¹. C'est une situation pour le moins paradoxale. Tous les plongeurs au monde remontent en moyenne à 10 m.min⁻¹, excepté les plongeurs français, militaires ou sportifs fédéraux... Du moins en théorie ! » Daniel Carturan.

La VDR des tables MN 90 est comprise entre 15 et 17 m.min⁻¹, ce qui signifie que 17 m.min⁻¹ est une vitesse appropriée pour la sécurité. Mais alors, une vitesse inférieure à 15 m.min⁻¹ met-elle le plongeur en danger? Dans les années 80, on apprenait aux plongeurs qu'en remontant plus lentement que 17 m.min⁻¹ (tables GERS 65), les *« tissus lents »* continuaient à se charger en azote, ce qui les exposait au risque d'accidents de décompression. C'est toujours ce que l'on enseigne aux plongeurs en formation, bien qu'aujourd'hui l'ordinateur de plongée soit d'usage. Le Dr Méliet en 1990, dans l'ouvrage de Broussolle : *« physiologie et médecine de la plongée »* (Editions Ellipses 1993) déclare en présentant les tables MN 90 :

« La VDR est maintenue à 17 m.min⁻¹. En effet, le calcul montre qu'il n'y a que très peu de différence entre une table de décompression calculée avec une VDR de 15 m.min⁻¹ et une table calculée avec une

VDR de 17 m.min^{-1} . Cette différence réside, pour un certain nombre de plongées de la tranche 40- 60 m, en un effacement du palier le plus profond... **La vitesse de 17 m.min^{-1} nous a paru constituer un excellent compromis entre une vitesse lente**

qui gomme le premier palier et une vitesse rapide certainement pathogène... » Quel paradoxe ! En remontant plus lentement (15 m.min^{-1}) de l'espace lointain, on efface le palier le plus profond, mais on rallonge le temps de la remontée.

Durée des paliers (mn)

Type de plongée	Prof. du palier (m)	Vitesse		
		10 m/mn	17 m/mn	20 m/mn
15 minutes à 60 mètres	9	—	1	1
	6	5	4	4
	3	22	19	18
15 minutes à 55 mètres	9	—	—	—
	6	3	4	4
	3	16	13	12
20 minutes à 52 mètres	9	—	1	1
	6	5	5	5
	3	25	23	23
25 minutes à 50 mètres	9	—	1	1
	6	9	8	8
	3	33	32	18
20 minutes à 42 mètres	9	—	—	—
	6	1	1	2
	3	12	12	11

Durée totale de la remontée (mn)

Type de plongée	Vitesse		
	10 m/mn	17 m/mn	20 m/mn
15 minutes à 60 mètres	33,4	28,5	27,1
15 minutes à 55 mètres	24,9	20,9	19,5
20 minutes à 52 mètres	35,6	33,0	32,7
25 minutes à 50 mètres	47,4	44,9	44,6
20 minutes à 42 mètres	17,6	16,1	15,8

Roger Aubert, La décompression. Non publié, mémoire d'IR, FFESSM, 2004.

Une vitesse inférieure à la vitesse prise en compte pour le calcul des paliers de décompression tend à effacer les paliers profonds et non à les rallonger. C'est ce que font les ordinateurs de plongée et c'est ce qui est conforme à la logique et au bon sens. Si le fait de compter le temps de la remontée dans le temps de la plongée, va dans le sens de la sécurité, il n'en constitue pas moins un non sens dont l'effet pervers est de développer l'idée fausse qu'une remontée lente (vitesse inférieure à 15 m.min^{-1}) est potentiellement dangereuse. Il faut être raisonnable, personne n'a encore évalué la limite en deçà de laquelle la remontée n'en est plus une. La valeur la plus basse de la VDR des tables actuelles est celle de l'US Navy 93 avec 6 à 12 m.min^{-1} (soit une moyenne de 10 m.min^{-1}), à

comparer donc à 15 m.min^{-1} . On enseigne aux plongeurs que cette vitesse 15 à 17 m.min^{-1} a été déterminée par expérimentation, ce qui lui confère une valeur scientifique sûre. Or, si on parcourt l'historique, on se rend bien vite compte que la valeur choisie est plutôt arbitraire ! Pourquoi se baser sur la vitesse de 18 m.min^{-1} soit 1 pied.s^{-1} des tables anglaises et de l'US Navy de l'époque et d'où vient cette valeur ?

Extrait du livre de Lewis et Schreeves 1990 : « *Decompression theory, dive tables* »

« Dans le milieu des années 50, au centre expérimental de plongée de l'US Navy à Washington, une commission réunissant plongeurs militaires et chercheurs scientifiques de l'US Navy entreprend de réviser les tables de plongée existantes.

L'officier responsable des plongées militaires estime que la VDR de 30 pied/min (9 m.min⁻¹, résultat d'importantes recherches scientifiques de l'US Navy), préconisée par les tables est trop lente pour les nageurs de combat. Il insiste pour avoir une table calculée sur une VDR de 100 pied/min (30 m.min⁻¹). Après discussion, et compte tenu qu'une telle vitesse est impossible à respecter pour un « tenderman » devant remonter un plongeur, la commission décide d'un compromis et fixe la VDR à 60 pied/min (18 m.min⁻¹). Soit la moitié de la vitesse que souhaitait l'officier, mais le double de la vitesse préconisée par les tables US Navy de l'époque ! »

Tous les calculs et les tests seront établis sur cette base. Ainsi pendant des années, 40 ans exactement, jusqu'à ce que l'US Navy ramène sa vitesse à 10 m.min⁻¹, on a utilisé en plongée loisir une VDR qui n'était que le résultat d'un choix arbitraire. Il est pour le moins étonnant qu'un paramètre aussi important pour la sécurité de la décompression ait été traité à l'époque de façon aussi aléatoire et légère. Pourtant comme le disait le Dr J-L Méliet dans la revue Med.Sub.Hyp en 1989 : « **Lors d'une plongée, les conditions de la sursaturation sont fixées par la VDR bien plus que par le respect des paliers qui ne concernent que le dégazage des tissus dits longs...** » Souvenez vous que les ADD les plus graves -les neurologiques- sont aussi les plus précoces et qu'ils impliquent très vraisemblablement les compartiments de courte période. Cette insistance à préconiser une VDR basée sur les 18 m.min⁻¹ des anciennes tables américaines, tient au fait que seul le fameux modèle Haldanien et son échantillonnage de tissus ont été pris en compte pour l'élaboration des MN 90. On l'a modifiée en tenant compte des statistiques d'accidents des tables de décompression GERS 65, mais dans cette démarche, la VDR n'a pas fait l'objet d'une recherche spécifique. Elle a été déterminée à l'usage, puis intégrée dans le calcul théorique des paliers selon un modèle mathématique qui ne permet pas de modéliser les phénomènes complexes et aléatoires de la décompression.

A ce propos, le Dr Méliet écrit : « *Malgré les efforts des fondamentalistes, les modèles utilisés ne correspondaient que d'assez loin à la réalité, ne serait-ce qu'en raison des approximations nécessaires à la difficulté de déterminer les vrais paramètres à prendre en compte...* »

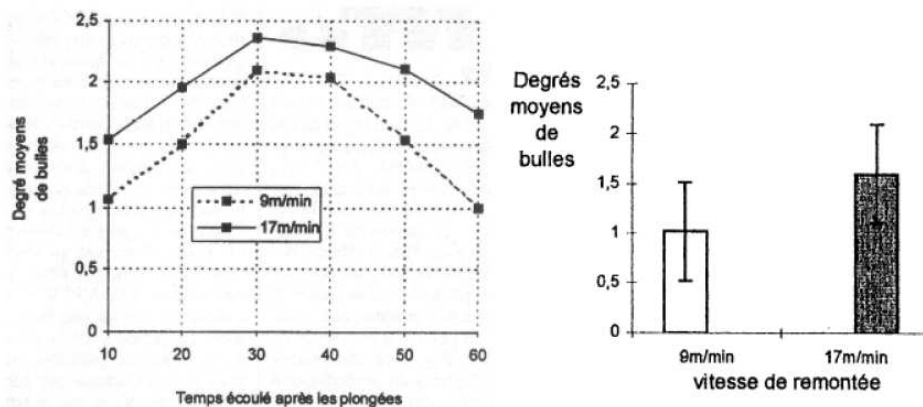
Le modèle mathématique n'est que de peu d'importance, ce qui compte, c'est l'étude statistique du risque. Malgré le développement des technologies et des biomathématiques, jusqu'à présent, il n'a pas été possible de proposer et de mettre en pratique un modèle cohérent et exploitable des phénomènes liés au transport des gaz dans l'organisme. Un article de Michael Powell dans Aqua Corp Journal, intitulé : « *la nature chaotique de la décompression : une vue non Haldanienne* » démontre arguments scientifiques à l'appui, que la décompression est du domaine du chaos et donc impossible à mettre en équation. Actuellement, la modélisation des phénomènes physiologiques concernant l'homme demeure un sujet de recherche. Le grand nombre de tissus à prendre en compte, la grande disparité des paramètres extérieurs qui entrent en jeu, nous imposent comme meilleure méthode d'évaluation d'un modèle cohérent de décompression, l'étude des statistiques d'accidents et les nombreuses données fournies par la détection des bulles circulantes silencieuses. **Quoiqu'il en soit, la tendance actuelle va dans le sens d'une diminution de la VDR afin d'optimiser la sécurité des plongeurs, l'abandon d'une VDR de 18 m.min⁻¹ et l'usage systématique de 15 m.min⁻¹ pour les tables MN 90.**

Daniel Carturan et son équipe étudient entre 1996 et 1999 à l'aide d'un doppler, à la faculté des sciences du sport à Luminy, la décompression de 47 plongeurs amateurs, et les effets sur la production de bulles sanguines d'une remontée à 9 m.min⁻¹ et 17 m.min⁻¹, ainsi que les effets de l'âge, de la condition physique et de la masse grasse. Le but de son étude fut d'évaluer l'effet de la VDR sur l'intensité du dégagement de bulles pendant la décompression après des plongées sportives à l'air. Selon Carturan, la formation de bulles dans le sang et les tissus

pendant la décompression est très probablement le facteur qui détermine le déclenchement de l'accident, puis de la maladie de décompression (ADD et MDD). Ces bulles résultent de la sursaturation du gaz dissous, consécutives au gradient de pression qui s'établit lors de la remontée. Il est admis que les bulles se forment à partir de noyaux gazeux présents dans les tissus, même en isobarie, et générées par des mécanismes de micro cavitation et frottements visqueux : Vann et Thalmann 1993. On sait aussi qu'une VDR excessive après une plongée, favorise la production de bulles : Smith et Stayton 1978 puis Marroni et Zannini 1981. On sait encore que le rajout d'un palier additionnel lors de la remontée afin de réduire la VDR, réduit de manière importante le degré de bulles, mais ne diminue pas le temps des paliers : Neuman 1978. Ceci montre que la vitesse de décompression initiale est plus importante que la durée des paliers. Pollard en 1990 a montré que la VDR est un facteur déterminant du risque d'accidents de décompression. Lippmann dans une étude publiée en 1990 en Australie : « *deeper into diving* » démontre qu'une ascension rapide, crée une grande différence de pression entre la tension d'azote et la pression ambiante. Plus grande est la profondeur, plus grand est le risque de formation de bulles. Lors d'une remontée lente, les tissus rapides se désaturent avec plus de sécurité puisqu'il y a une plus petite différence de pression. Il y aura donc 17 fois moins de chance de formation de bulles, même s'il y a encore saturation des tissus lents. Lippmann déclare : « *Le risque en vaut la chandelle ...* ». Donc pour des plongées au-delà de 40 m, la remontée peut éventuellement être effectuée aux alentours de 18 m.min⁻¹ jusqu'à 40 m, puis à la vitesse de 9-10 m.min⁻¹ entre 40 m et le premier palier. La plupart des ordinateurs de plongée ont des vitesses de l'ordre de 9-10 m.min⁻¹ et certains imposent des profils de remontée non linéaires. Une étude de J-R Broome en 1996 sur l'animal tend à montrer

que les VDR non linéaires offrent une meilleure sécurité que des vitesses linéaires, alors qu'en 1981, Marroni et ses plongeurs concluaient l'inverse (voir page 8). D. Carturan déclare : « *On peut constater qu'en France, la VDR varie du simple au double entre les MN 90 et les MT 92. La question est d'importance, car dans le cas de profils de plongée sans palier, la VDR est la seule protection du plongeur...* » Afin d'améliorer les tables de plongée, Carturan analyse les effets des valeurs extrêmes des VDR des tables Françaises : MT 92 avec ses 9 m.min⁻¹ (vitesse la plus faible) et MN 90 avec ses 17 m.min⁻¹ (vitesse la plus élevée), sur la production de bulles sur 43 plongeurs amateurs masculins dont l'âge moyen est de 35 ans. Le test consiste à faire 2 plongées en mer à plus de 24 heures d'intervalle à 35 m pendant 25 minutes, avec des paliers identiques. Les remontées seront linéaires et contrôlées par un profondimètre / chronomètre et doublé par un ordinateur de plongée. La détection des bulles sera faite une heure après la sortie de l'eau ; en effet B. Gardette en 1979 et R-Y. Nishi en 1993 ont montré que le dégazage atteint son maximum une heure après la fin des plongées, grâce à un doppler continu qui mesurera les bulles ayant un diamètre supérieur à 50 microns. On utilisera comme critère d'évaluation : le degré moyen de bulles, qui se définit par le nombre de bulles recensées par minute, selon le code de Spencer :

- Degré 0 : Absence totale de bulles.
- Degré 1 : Quelques signaux de bulles espacés, mais la majorité des cycles cardiaques en est dépourvue.
- Degré 2 : Signaux de bulles isolés ou en groupes dans moins de la moitié des cycles cardiaques.
- Degré 3 : Tous les cycles cardiaques contiennent des signaux de bulles, mais qui ne couvrent pas les bruits normaux du cœur.
- Degré 4 : Un flux continu de signaux de bulles couvrant les bruits normaux du cœur.



Figures 2 et 3 : Evolution de la production de bulles

Les courbes de la cinétique (**figure 2**) montrent que la production de bulles atteint son maximum entre 30 et 40 min après la fin des plongées. L'écart entre les 2 courbes, soit entre les 2 VDR est maximal après 60 min. Le degré moyen de bulles est plus élevé pour une VDR de 17 m.min⁻¹ (**figure 3**). Les résultats de D. Carturan sont intéressants au point de vue de la sécurité, car de nombreuses études établissent une corrélation entre les valeurs élevées des degrés moyens de bulles et le risque d'ADD:

- Spencer et Johanson (1974)
- Neuman (1976)
- Nashimoto et Gotoh (1977)
- Gardette (1979)
- Sawatzky et Nishi (1990)
- Eatock (1984)
- Bove (1974)

ont montré qu'une valeur élevée de degré de bulles veineuses pouvait accroître le risque d'ADD médullaire. Ces résultats confirment aussi les travaux de MOON et coll. en 1995 se référant aux travaux de Smith et Stayton en 1978 sur l'animal. Moon et son équipe déclaraient : « *Pour éviter les ADD, il semble judicieux de réduire la formation de bulles dans le système veineux... A cette fin, on conseille de remonter plus lentement...* ». Les résultats confirment encore qu'une remontée à 9 m.min⁻¹ offre une meilleure sécurité qu'une remontée à 17 m.min⁻¹. Daniel Carturan en conclut que les plongeurs prédisposés à faire des bulles, de part leurs caractéristiques d'âge, de poids,

de condition physique notamment (et ils sont nombreux dans la population des plongeurs pratiquant la plongée loisir !) ont tout intérêt à ne pas rajouter un facteur supplémentaire qui risquerait d'accroître leur probabilité d'accident. Il est donc de leur intérêt de remonter plus lentement.

Afin d'être complet sur les critères de remontée, il me paraît intéressant de relater le point de vue de Jean-Claude Le Péchon qui travailla dès 1975 au GISMER sur la mise au point de tables de plongée pour les mélanges ternaires, qui furent baptisées tables DORIS. Pour la conception de ces tables, la VDR sera fixée à 9 m.min⁻¹ car selon lui, il n'y avait pas de décompression sans bulles... Contrairement à bien des idées de l'époque ! Selon lui : « *17 m.min⁻¹ est une ineptie, 12 m.min⁻¹ c'est très bien et 9 m.min⁻¹ ne pose pas de problème ...* » En 1989, un groupe de travail de l'American Academy of Underwater Sciences s'est réuni à Woods Hole dans le Massachusetts, dont le thème central était consacré aux problèmes de remontées « *proceedings of biomechanics of safe ascents workshop* », dont celui du choix des VDR pour aller au premier palier. De nombreux experts internationaux de la décompression (E. Lamphier ; Van Liew ; Bill Hamilton ; Yount ; Lehner ...) ont débattu sur ces critères de remontée... **Mais demeureront très conservateurs dans leurs décisions et maintiendront comme recommandation une VDR égale à 18 m.min⁻¹.**

On peut aussi remarquer que la table BSAC de Tom Hennessy calculée en 1988, prend en compte comme temps d'entrée dans la table, la durée entre le début de la descente, le temps passé au fond, et l'arrivée au premier palier, en incluant le temps de la remontée (à 15 m.min⁻¹ maximum). Par ailleurs, cette table de décompression a complètement supprimé les paliers à 3 m dont chacun sait qu'ils sont peu pratiques à respecter dans bien des circonstances. J-C. Le Péchon déclare : « *il faut sans hésiter se fixer 12 m.min⁻¹ comme VDR sans changer les tables de plongée, même si elles sont prévues pour une vitesse de 17 m.min⁻¹.** Pour les ordinateurs, cette mesure a été adoptée il y a longtemps, y compris avec des VDR variables : 15-20 m.min⁻¹ sur la partie profonde de la plongée et 8- 12 m.min⁻¹ en fin de remontée » .

* Ce point de vue n'étant pas totalement partagé par les concepteurs.

Pour conclure sur les critères de remontée, on peut affirmer que depuis l'adoption des tables MN 90 par la FFESSM en 1990, la situation a beaucoup évolué. Par une meilleure connaissance des problèmes liés à la décompression, par une utilisation quasi systématique des ordinateurs de plongée, par de nouvelles structures fédérales, par la diffusion des connaissances autour du FOP : Foramen Ovale Perméable ... Il est donc légitime de se poser la question du choix des tables de plongée pour l'enseignement, l'apprentissage ou le contrôle des acquis lors des examens de plongée.

PERSPECTIVES, AVIS DES EXPERTS

Dr Vincent Souday : département de réanimation médicale et médecine hyperbare du CHU d'Angers. Administrateur de Med.Sub.Hyp.

« Il n'existe pas beaucoup d'études publiées et fiables sur le plan scientifique (soumises à un comité de lecture d'experts) sur les conséquences de la VDR lors de la décompression... »

« La marine a publié ses résultats après 12 ans d'utilisation des MN 90 et une étude sur les paliers profonds en septembre 2004. Il

est clair qu'il n'y aura pas de nouvelles tables de plongées en 2005 ou 2006... »

« Quant à la VDR, il n'y a pas de modifications envisagées pour le moment ... »

(Mail du 17 juin 2005).

Dr Jean-Eric Blatteau : centre d'expertise médicale du personnel plongeur de la marine (CEMPP de Toulon).

« Il est extrêmement difficile de comparer, de focaliser sur les VDR. On compare en fait toute la procédure de décompression très souvent. Aujourd'hui, personne ne peut dire qu'elle est la bonne VDR. Les MN 90 et les MT 92 proposent 2 procédures différentes et fiables, mais l'une impose beaucoup plus de paliers, mais avec une VDR de 9 m.min⁻¹. Il faut de toute manière une table, une procédure pour une population particulière : militaire, loisir, travaux sous marins... Quoiqu'il en soit, pour des plongées sans palier ou avec paliers, on génère moins de bulles avec une VDR de 10 m.min⁻¹ (vitesse de la plupart des ordinateurs de plongée). Mais les preuves sont peu nombreuses et aujourd'hui les militaires plongent avec une procédure leur imposant une VDR de 15 m.min⁻¹. Pour la tranche 0 – 30 m, on dénombre un ADD pour 30000 plongées. Pour la tranche 30 – 60 m, un ADD pour 3000 plongées. Les prochaines améliorations en terme de sécurité se feront pour cette tranche de profondeur avec peut être des paliers profonds ? Actuellement les recherches s'orientent sur un autre modèle de décompression. L'amélioration des MN 90 est en cours, mais il n'y a pas de nouvelles tables prévues. Il est possible que pour la plongée profonde à l'air (30 – 60 m) hors successives, le recycleur soit proposé. Les tables les plus sécurisantes aujourd'hui restent les MT 92... »

(Mail du 22 juin 2005).

Dr Pierre Louge : Centre d'expertise médicale du personnel plongeur de la marine (CEMPP de Brest). Secrétaire adjoint de Med.Sub.Hyp .

« Le débat actuel repose sur le gain de sécurité avec une VDR lente : 10-12 m.min⁻¹ versus 15-17 m.min⁻¹. En fait, le débat n'est

pas si simple, puisqu'il faut prendre en compte pour évaluer la « bonne » VDR, la profondeur de la plongée. En effet, si l'on prend les travaux de MARRONI pour le DAN, une vitesse lente est moins génératrice de bulles. Mais il s'agit de plongée n'excédant pas 40 m. En revanche, une expérimentation par comptage de bulles dans la Marine Nationale avec de nouvelles tables préconisent une VDR lente ET un palier profond calculés par la COMEX (B.GARDETTE et J.P.IMBERT) pour des tranches 40 – 60 m montrent qu'elles sont moins génératrices de bulles que la MN 90. En réalité, on note : la remontée lente est adaptée pour des « petites » profondeurs (là où le risque d'accidents est le plus faible : 1 pour 30000 plongées) mais ne convient pas pour des plongées plus profondes au-delà de 40 m (là le risque d'accidents est de 1 pour 3000 plongées). Sur ce point, pour le moment, la COMEX n'a pas de solution et nous (plongeurs militaires) nous restons sur des tables à VDR plus rapide. Une solution pourrait être une VDR variable en fonction de la profondeur... »

(Mail du 21 juin 2005).

Jean-Marc Belin : Responsable sécurité de réseaux informatiques. Instructeur Régional. « Les modèles Haldaniens n'ont jamais prédit la VDR. En théorie, on devrait même pouvoir remonter à pleine vitesse jusqu'au premier palier. En réalité, ce n'est que l'expérience qui a défini la vitesse, celle-ci ayant d'ailleurs beaucoup évolué avec le temps. Pour les modèles à bulles comme RGBM et VPM, la vitesse n'est pas codifiée en tant que telle, mais les paliers profonds imposés par ces modèles reviennent un peu à ça. Il n'y a qu'en plongée professionnelle à saturation que la VDR a vraiment un sens. Il n'y a qu'un gaz à gérer et tous les tissus sont saturés. Il ne reste plus qu'à trouver la bonne vitesse de décompression (environ 50 min/m jusqu'à 15 m, puis 60 min jusqu'à la surface)... »

(Mail du 16 juin 2005).

Jean-Pierre Imbert : Instructeur IATND et BEES 2. Spécialiste des mélanges et de la

décompression. Consultant pour la FFESSM et la revue Octopus.

« Il est nécessaire de revoir les profils de plongée pour les plongées profondes, disons au-delà de 40 m, surtout pour des temps très courts. Cette modification de profil comporte d'abord une vitesse linéaire plus lente pour remonter au premier palier. Les vitesses actuelles utilisées sont de l'ordre de 9 m.min⁻¹. Elle comprend ensuite l'apparition de paliers plus profonds ; encore faut-il justifier ces paliers par un modèle et les calculer ! Les paliers à mi profondeur ne sont qu'une approximation de ce qu'il faudrait faire ; Les nouveaux modèles basés sur le VPM, à savoir le RGBM et V-PLANNER, donnent, à mon avis des paliers trop profonds qui sont la source de problèmes. En conclusion : pas de prochaines tables Françaises éditées avant longtemps... »

(Mail du 18 juin 2005).

Jean-Claude Le Péchon : Ingénieur conseil en hyperbarie et biochimiste. Moniteur national FFESSM.

« La prise en compte de la VDR lors de la décompression est indispensable. Si l'on regarde les travaux de DAN Europe et ceux de la Marine Nationale, ils ne comparent pas la même chose, et les différents critères pris en compte sont différents. Ainsi on peut se rendre compte que :

- si l'on remonte moins vite, on génère moins de bulles
- mais si l'on remonte en faisant les mêmes paliers, mais avec des VDR différentes, on crée plus de bulles.

Donc on ne peut pas conclure en disant que la réduction de la VDR est directement liée à la réduction du taux de bulles produites. 17 m.min⁻¹ qui est la vitesse longtemps retenue pour les MN 90, ne correspond à rien de concret et ne permet pas des calculs faciles (c'est un nombre premier non divisible). Alors que 18 m.min⁻¹ (établie non scientifiquement par les Américains) correspond quand même à 1 pied par seconde et l'idée était de remonter plus vite pour ne pas trop charger les tissus longs. Or, si l'on remonte vite, on crée des gradients, grand vecteur de bulles... On va donc le

payer plus tard après la plongée. Tout changement de pression entraîne un stress, lui-même à l'origine de bulles, dès qu'il y a sursaturation, on crée des bulles et dès qu'il y a cavitation, on crée encore des bulles. Mon avis est que : 15-17 m.min⁻¹ est beaucoup trop rapide, 9-12 m.min⁻¹ est une bonne VDR et 6 m.min⁻¹ me semble trop lent et entraîne une augmentation trop importante des paliers. Les VDR variables semblent une bonne idée. Sur la partie profonde, une VDR plus rapide (couverte par la fenêtre oxygène) 15-18 m.min⁻¹, puis 9-12 m.min⁻¹ jusqu'au palier. Le palier à 3 m est à bannir, le faire à 6 m, puis remonter lentement en 2 min de 6 m à la surface. Je préconise une décompression à l'O₂... » (Contact téléphonique le 27 juin 2005).

Jean-Louis Blanchard : Président de la CTN et instructeur national. Professeur à l'université d'Avignon.

CONCLUSION : ETAT DES LIEUX

[...]

Aujourd'hui personne ne sait quelle est la « bonne » vitesse de remontée. En pratique, elle pose aussi le problème de l'homogénéité de la palanquée en raison des décalages entre les plongeurs à l'arrivée au premier palier et sur un plan juridique, en cas d'accidents éventuels durant la remontée. **On préconise systématiquement de fixer la VDR, ainsi que le protocole de décompression associé avant la plongée.** Il est évident que le sujet de ce mémoire aurait pu être traité laconiquement : « Rien à signaler en ce qui concerne la VDR, elle est choisie arbitrairement ». Et le fait d'en savoir un peu plus, n'apporte pas de certitudes. Aussi, attendons les prochains bilans, restons vigilants pour la mise en pratique immédiate de la dernière procédure

« Le sujet de la VDR est fort vaste et peut être traité à des niveaux simples ou très complexes car il est en prise direct avec celui des modèles de décompression (eux-mêmes étant un très vaste sujet, en plein devenir). J'attire toutefois l'attention sur la « mode » des VDR trop lentes... Et que trop de lenteur finit par nuire. Les 4 années d'études menées conjointement par la Marine Nationale, la COMEX et quelques consultants experts dans le domaine de la décompression, ont « accouché » du fait que les nouvelles tables air de la Marine Nationale, seront les ...MN 90 ! La démonstration statistique après exploitation des bases de données ont montré que 15 m.min⁻¹ c'est très bien et qu'en inter-palier puis entre le dernier palier et la surface, on remonte très lentement à 6 m.min⁻¹. En résumé : plongées air ou nitrox : 15 m.min⁻¹ et plongées trimix : 10 m.min⁻¹. » (Mail du 20 juin 2005).

« à la mode », soyons au courant des recherches actuelles qui intéressent particulièrement la plongée profonde. Pour l'instant nous conservons les tables MN 90 au sein de la FFESSM : suite à une étude peu probante sur l'introduction de palier profond et/ou d'une VDR réduite sur des immersions profondes, la Marine Nationale n'apporte aucune modification des MN 90. Et pour sourire, nouvelle ou à venir, nous n'avons pas attendu la méthode miracle de décompression pour découvrir raisonnablement avec simplicité et enthousiasme les merveilles et les joies de la plongée sous marine.

REFERENCES

103 références...

En ligne sur (<http://gnpu.free.fr>)

Une histoire du GNPU. Entre reconnaissance et autonomie.

V. Mascret

CRIS EA 647, Université Claude Bernard Lyon 1. Université de Lille 2.

Résumé : Si les plus vieilles structures universitaires proposant de la plongée datent du début des années 60, il faut attendre 1998 pour qu'elles s'organisent en réseau national. Depuis, le Groupement National de Plongée Universitaire (GNPU) s'inscrit dans une double démarche de reconnaissance et d'autonomisation. Tout en poursuivant des démarches de formalisation qui se traduisent par le choix d'un nom, le dépôt de statut, la mise en place de procédures, etc... le GNPU développe des stratégies d'association et de mise en avant de ses spécificités.

Mots clefs : *histoire - plongée – universitaire – autonomie - GNPU.*

Pour remédier à un sentiment parfois d'isolement et de questionnement à la fois didactique et ontologique, un courrier est envoyé à tous les services des sports d'établissement supérieur, via leur Service Universitaire des Activités Physiques et Sportives (SUAPS) concernant la plongée universitaire. Enseignant la plongée dans le cadre d'un service des sports universitaires, Vianney Mascret, professeur d'EPS à l'Université de Lille 2, propose une rencontre entre les enseignants de plongée dans le cadre universitaire en décembre 1997. Les réponses sont suffisamment nombreuses et largement positives, notamment celle d'un ancien vacataire de la même université lilloise, alors enseignant d'EPS au département des sports de Nice : Erik Martinez. Après plusieurs contacts le regroupement se concrétise en mai 1998 au CREPS d'Antibes¹³. Le programme des rencontres et l'organisation générale sont lillois mais la logistique sur place est niçoise, notamment par le biais d'Erik Martinez et Patricia Breton du CREPS. La rencontre se veut à la fois conviviale et pratique, et l'intervention de spécialistes est

couplée avec une plongée... Ces spécialistes sont nombreux et de qualité : Erik Martinez (état des lieux de la plongée en France), Alain Ponty conseiller technique régional, Jean-Pierre Imbert présente la plongée technique aux mélanges, Jean-Marc Broner représente la FFESSM et s'étend sur l'arrêté de 1998 quasi sous presse, alors que Gérard Altman (Président de l'ANMP¹⁴) intervient à propos du livre blanc de l'enseignement de la plongée en France. Guy Poulet nous fait même l'honneur d'une visite très courtoise. Les échanges vont bon train et rapidement l'intérêt de formaliser ces rencontres apparaît. L'idée d'un groupement national de plongée prend forme et devient le point central de ces journées trop courtes. Le regroupement s'impose suite à l'idée de "Comment permettre et faciliter l'accès à la plongée à nos étudiants ? ". Aussi bien par rapport à des coûts prohibitifs (licence fédérale), que par rapport à la sortie, à l'époque éminente (juin 1998), de l'arrêté remplaçant celui de 1991. De fait, la décision est unanime de renouveler et poursuivre ces rencontres en créant le

¹³ Plongée : colloque universitaire national au CREPS, Nice Matin du 20 mai 1998.

¹⁴ L'Association National des Moniteurs de Plongée est le syndicat représentatif des professionnels de l'enseignement de la plongée.

Groupement National de Réflexion sur la Plongée à l'Université (GNRPU). La discussion se poursuit sur la mise en place des attestations de niveaux GNRPU...

QUEL NOM ? !...

Le choix d'un nom n'est évidemment pas innocent et le consensus sur celui de Groupement National de Réflexion sur la Plongée à l'Université ne manque pas à la règle. Groupement et surtout pas fédération ou association, qui pourraient tous deux laisser sous-entendre une volonté de concurrencer la FFESSM ou l'ANMP, alors que les créateurs du GNRPU revendiquent un positionnement ni fédéral, ni syndical. Le Groupement renvoie ainsi à un rassemblement libre autour d'une thématique commune : la plongée universitaire. Pour autant il n'existe pas qu'en réaction à ce qui est (la FFESSM, l'ANMP et le SNMP) mais parce qu'il pense pouvoir (devoir) développer une spécificité propre.

Le groupement est national, comme en témoigne la répartition géographique des participants à ce premier colloque de plongée universitaire : Amiens, Angers, Bordeaux, Brest, Caen, Grenoble, Le Creusot, Lille, Limoges, Nice, Paris, Perpignan, Quimper, Rennes, Saint-Étienne, Strasbourg, Toulouse, Tours...Ce n'est pas temps la représentativité qui est à tout prix recherchée, mais plutôt la volonté d'ouvrir le lieu de rencontre à tous, sachant que les différences d'une université à l'autre, d'un contexte local à l'autre sont nombreuses. La première leçon de ce colloque est peut être de s'enrichir de ce qui se passe ailleurs sans pour autant vouloir généraliser des éléments propres à un contexte très particulier. Quels points communs entre la plongée en piscine du centre de la France et les plongées d'un bateau avec validation obligatoire des niveaux en mer pour les structures côtières ? Enfin, ayant bien conscience que la plongée dans le cadre universitaire peut prendre

plusieurs formes, le Groupement se veut de « Plongée à l'Université ». Les thématiques sont forcément différentes suivant que l'on utilise la plongée comme un futur loisir pour nos étudiants ou comme un futur métier.

Mais le GNRPU, sensible aux multiples appartenances de ses membres (fédérale, ANMP, SNMP, mixte...) et à son essence même d'être universitaire, choisit d'être un groupement de réflexion. Il se veut source de proposition et de remise en question.

Le projet se construit mais ne peut être concrétisé faute de temps. La décision unanime de renouveler le regroupement et de le finaliser au travers une association est actée. Rendez vous est donné pour l'année suivante dans un lieu à déterminer...Un organigramme est cependant adopté avec un président (V. Mascret, Lille), un vice-président (E. Martinez, Nice), un trésorier (J. Brajon, Grenoble), une commission pédagogique (M. Mouton, Bordeaux et J. Blanzat, Strasbourg), une commission stage (J-L. Reboul, Bourgogne et M. Camus, Paris). Le GNPU prend forme et entame ses efforts de communication¹⁵.

COMMUNICATION

Avant même de naître devant la loi par le dépôt de ses statuts, le GNRPU crée un premier organe de communication interne : Plongeur Universitaire. Simple format A4 qui atteindra jusqu'à cinq pages en 2003, le bulletin du GNRPU se veut un lieu de diffusion d'informations pratiques à usage interne. Deux numéros par an de 1999 à 2002 puis un par an, non pas faute d'actualités mais plutôt faute de temps pour son principal rédacteur, par ailleurs Président du groupement. Début 1999, c'est aussi le choix du logo du GNPU. Celui-ci présente un plongeur avec comme fond un bâtiment rappelant une construction universitaire, la proposition vient d'étudiant

¹⁵ La plongée cogite dans les amphis, Plongée magazine n°30, février-mars 2000 et une brève dans Subaqua n°162, janvier-février 1999.

perpignanais. C'est ce logo que l'on retrouve sur les attestations de niveau du groupement. Centralisées à Lille mais rapidement diffusées et gérées par Jean-Paul Chenal (Caen), ces attestations deviennent vite indispensables dans beaucoup de centres universitaires. Dès 2001, la création d'un site Internet¹⁶ permet de saisir directement les niveaux délivrés par chaque moniteur. Tout d'abord simple fenêtre de communication, ce site électronique devient bientôt un lieu de ressources numérisées, notamment un moyen de se procurer la toute nouvelle Revue Française de Plongée. Dans le même temps, et toujours par souci de reconnaissance identitaire, le GNPU propose des tee-shirts avec son logo et la possibilité de rajouter celui de sa structure universitaire. Une seconde opération « chemisette » avec logo est actée depuis 2001 et devrait voir le jour d'ici la fin d'année...2006.

FORMALISATION

En mai 1999, 1 an après l'aventure d'Antibes, c'est le colloque de Banyuls, organisé par le Service des Sports de Perpignan via Lionel Guillemain qui officialise la création du Groupement National de Plongée Universitaire (GNPU). L'éclatement géographique du bureau est évidemment évoqué mais le choix est maintenu en pariant qu'un organisme à volonté nationale est capable de fonctionner avec un bureau dispersé. La rédaction des statuts du GNPU est évidemment le travail le plus important de cette période. La volonté d'ouverture reste toujours présente. On utilise le terme de « structure d'enseignement sportif universitaire »¹⁷ pour ne pas exclure les UFR STAPS ou les Grandes Ecoles ; la possibilité d'adhésion peut aussi bien être individuelle que de la structure elle-même,

le coût est de 200 frs. L'association a pour but de : « (...) promouvoir la pratique et la connaissance de l'activité « plongée subaquatique » dans le milieu universitaire sous tous ses aspects : pédagogiques, scientifiques, techniques, etc... »¹⁸

Entre temps, et après un an d'usage interne, le GNRPU continue à réfléchir mais devient le Groupement National de Plongée Universitaire (GNPU)¹⁹. Plus simple à mémoriser et peut être déjà plus tourné vers un engagement dépassant la réflexion suivant l'adage « On est que ce qu'on fait ! ». Avec de grands questionnements sur quels contenus, quelle spécificité, quelle reconnaissance nationale ?... La question de la spécificité de la plongée universitaire apparaît très tôt et reste récurrente. Le public est particulier et les moyens mis à disposition le sont également, mais un plongeur reste un plongeur. En tout état de cause, il semble clair que les étudiants plongeurs sont forcément « de passage » et qu'une formation réussie doit déboucher sur la poursuite de l'activité une fois sortie du giron universitaire. Faute de consensus sur les contenus proposés, le point central sur lequel le GNPU avance est celui de sa reconnaissance nationale. Les statuts du GNPU sont déposés à la préfecture de Lille et publiés au JO le 12 février 2000. Le Président est lillois (Vianney Mascaret, SUAPS Université de Lille 2), le trésorier est grenoblois (Jacques Brajon, SIUAPS, Université de Grenoble), le secrétaire est perpignanais (Lionel Guillemain, SUAPS de Perpignan).

NAISSANCE OU RECONNAISSANCE...

Après de multiples échanges avec la FFESSM et notamment Jean-Marc Broner alors en charge du dossier universitaire, le GNPU signe un protocole d'accord avec la

¹⁶ <http://gnpu.free.fr>

¹⁷ Article 5.

¹⁸ Article 2.

¹⁹ Article 1.

féderation en mars 2000. Signée entre Vianney Mascaret pour le GNPU et Francis Imbert pour la FFESSM, cette reconnaissance des attestations de niveaux du GNPU par la fédération délégataire va légitimer le Groupement Universitaire. Le GNPU s'engage à fournir chaque année la liste de ses moniteurs habilités²⁰ à délivrer ses attestations de niveaux et la FFESSM délivre automatiquement des cartes double face FFESSM-CMAS au titulaire d'un diplôme universitaire sous réserve, bien sûr que celui-ci soit licencié !

Lors du salon de la plongée de mars 2001, les choses ont évolué, le Groupement signe un nouveau protocole d'accord avec l'ANMP qui fait des attestations de niveau GNPU un document double en-tête FFESSM et ANMP. L'accord signé entre le président du GNPU et Gérard Altman concrétise pour le GNPU la volonté d'être un centre de passage pour les plongeurs étudiants. Le GNPU forme ses élèves et ensuite chacun choisit le type de structure dans laquelle il souhaite poursuivre sa pratique, que ce soit dans le cadre fédéral ou professionnel. Cette ouverture se retrouvera en septembre 2002 lors de la diffusion des carnets de plongeur universitaire qui portent les deux logos de la FFESSM et de l'ANMP.

Fin 2001, Laurent Testard, secrétaire du GNPU, propose un état des lieux de la plongée universitaire²¹. Cette photographie de 19 sites universitaires souligne la disparité des fonctionnements aussi bien en termes d'encadrements que de lien avec des organismes reconnus (FFESSM, ANMP, SNMP, ...). Les structures GNPU attestent d'un niveau d'encadrement relativement élevé comprenant près d'une centaine d'intervenants, fonctionnaires, vacataires ou

bénévoles. Ils délivrent près de 1000 attestations de niveau par an, parfois uniquement universitaire mais d'autres fois FFESSM ou ANMP. Le coût des formations est attractif (de 0 à 100 euros), et l'organisation annuelle débouche souvent sur des stages en France ou même à l'étranger (Egypte notamment).

AUTONOMIE

Le positionnement du GNPU par rapport aux institutions déjà installées n'est pas le seul axe de développement du jeune groupement. En effet, rapidement, suite au bilan d'Antibes, la nécessité d'être autonome par rapport à ces institutions s'impose. Si la reconnaissance par les pairs plongeurs est indispensable, le système sportif universitaire est très spécifique et, tous les adhérents redoutent et rejettent l'idée d'une fédération ou d'un syndicat bis. En mars 2001, lors du troisième colloque de plongée universitaire organisé à Paris par le GNPU, le chantier des carnets de plongée est mis en route. Le cahier des charges est relativement précis :

- pas plus de 30 plongées par carnet, celui-ci devant servir pendant le cursus étudiant puis être remplacé par celui des futures structures d'accueil hors université...
- présence des logos des deux partenaires : FFESSM et ANMP...
- l'apparition du profil de plongée...
- la signature du carnet possible par le moniteur ou le guide de palanquée ou l'équipier...
- petit format facilement transportable...
- noir et blanc sauf les couvertures plastifiées...

C'est le Caennais Jean-Paul Chenal qui centralise les propositions et produit le document final encore utilisé aujourd'hui.

Grâce au support logistique du CREPS d'Antibes, le GNPU propose une première, et pour l'instant unique, session de niveau 4. C'est Erik Martinez qui en est le maître

²⁰ Les moniteurs habilités sont forcément moniteurs fédéraux ou d'Etat, et se sont vus attribuer un numéro GNPU, ainsi qu'un code d'accès leur permettant de saisir leurs attestations de niveau directement via Internet.

²¹ Plongeur Universitaire N°6, octobre 2001.

d'œuvre en juin 2002. Quatre jours de préparation et deux jours d'examen, pour 13 candidats prévus (dont 5 filles !), avec finalement 8 reçus sur les 10 qui se sont présentés. L'intérêt d'une telle mise en œuvre semble évident mais la charge est lourde en temps et en énergie²².

Un autre projet est longuement discuté puis abandonné faute de moyen. Il s'agit de la mise en place d'un Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie universitaire. Par contre, dès 2001 le groupement publie une revue « différente »²³. Elle rassemble des productions scientifiques de tous horizons mais sur le seul thème de la plongée sous-marine ! Outil d'autonomisation en faisant « ce que personne d'autre ne peut faire », la Revue Française de Plongée devient vite une vitrine du GNPU.

LA REVUE FRANCAISE DE PLONGEE

En mars 2001, le Groupement diffuse le premier numéro de la Revue Française de Plongée. De format 21 x 29,7, ce numéro un propose cinq articles en 18 pages. L'édito annonce le positionnement de la revue « La Revue Française de Plongée n'est pas un magazine de plongée, elle n'a pas vocation à polémiquer mais s'efforce d'éclairer sous un jour nouveau les thèmes de recherches en relation avec la plongée. »²⁴. Le pari est osé : associer autour d'un thème commun (la plongée) des articles à vocation scientifique émis de champs différents. Associer physiologie à archéologie ou sociologie devrait satisfaire la curiosité des uns et des autres et, pourquoi pas, susciter des approches croisées. C'est le rouennais Pascal Delapille qui accepte d'en être le rédacteur en chef, tâche qu'il accomplira

avec passion avant de disparaître tragiquement en 2002.

Entre le premier et le second numéro, le débat fait rage au sein même du groupement.

D'un côté, les tenants d'une revue d'abord expression de l'actualité, notamment didactique du GNPU, de l'autre, ceux qui voient en la Revue une occasion unique d'échanger des informations entre disciplines scientifiques et d'en faire une vitrine de la spécificité du GNPU. Après de longs débats passionnés, deux décisions : premièrement de faire avec ce qu'on a. La Revue peut tout à fait se faire écho d'expériences locales sous réserve d'avoir les informations et là, très peu de structures universitaires font remonter des informations « à diffuser ». La nécessité de plus échanger sur le quotidien confortera l'importance de la feuille de diffusion interne : « Plongeur Universitaire ». Une seconde décision conséquente : celle de défendre cette publication atypique et à la fois pertinente en terme de contenu et également vitrine auprès du monde de la plongée. Si ces contenus sont variés, la sensibilité de ces deux rédacteurs en chef (P. Delapille et F. Lemaître), tous deux chercheurs en physiologie spécialisée sur l'apnée se fait sentir. Pour autant la porte est largement ouverte aux autres disciplines.

²² Pour un compte rendu plus détaillé voir : Plongeur Universitaire n°7, septembre 2002.

²³ Rencontre universitaire, article de la revue de la Commission Technique Régionale du Nord Pas de Calais, janvier 2001.

²⁴ Revue Française de Plongée, éditorial, mars 2001.

Numéro	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Date	mars-01	février-03	janvier-02	mars-04	mars-05
Directeur de Publication	V. Mascret	V. Mascret	V. Mascret	V. Mascret	V. Mascret
Rédac. Chef	P. Delapille	P. Delapille	F. Lemaître	F. Lemaître	F. Lemaître
Pages	18	43	78	73	63
Articles	5	4	7	7	6
Communications		1	3		
THEME			APNEE		
Physiologie	2	2	9	5	3
Archéologie	1				
Technique	1	1			
Psychologie	1				
Psychosociologie		1		1	
Général		1, Mouton	1, Chapuis		1, Corriol
Géographie				1	
Histoire					1
Odontologie					1

Tableau 2 : Revue Française de Plongée.

SPECIFICITE

Oui, mais laquelle ? Car cette question est récurrente au sein du groupement. Lors du 4^{ème} colloque de plongée universitaire de février 2002 à Paris, E. Martinez résume cette difficulté à des différences de moyens entre structures universitaires. Il souligne que la spécificité de la plongée dans le cadre universitaire est sûrement culturelle (grande ouverture possible) et pédagogique (autonomie, expériences pédagogiques). La question pédagogique revient souvent mais pas moins de trois propositions de centralisation « des expériences pédagogiques » n'aboutissent pas (E. Martinez en juin 2003, V. Mascret en septembre 2005 et C. Fontaine-Lanoé en janvier 2006). En 2006, V. Mascret propose la mise en place de Modules Spécifiques Universitaires tenant à la fois compte des particularités locales et de leur intégration dans un cadre plus général. La voix d'une spécificité universitaire se dévoile-t-elle ? C'est une formalisation du public universitaire et de ses attentes qui fait émerger cette construction modulaire. En

effet, quoi de commun entre l'étudiant venant acquérir un niveau 1 pour plonger en vacances et celui qui envisage la plongée comme un plus à sa formation de médecin ou archéologue, ou encore à celui qui veut devenir un futur moniteur ou manager ? A partir d'un tronc commun, les modules permettent aux étudiants de s'y retrouver et aux enseignants de leur proposer ce qui correspond le plus aux possibilités de mise en œuvres locales²⁵. Il semble que la formalisation de cette spécificité universitaire ne soit pas seulement un meilleur service à l'étudiant mais soit aussi un moyen de se faire reconnaître. L'espace « plongée universitaire » s'étoffe²⁶.

CONCLUSION

Apparu comme nécessaire pour faciliter le développement de la plongée

²⁵ L'adoption définitive des Modules Spécifiques Universitaires devraient se faire lors de l'AG 2006.

²⁶ Le GNPU n'est pas le seul organisme concerné par la plongée universitaire. Par exemple : Colimpha association créée en 1979, met en place des formations de plongeurs scientifiques depuis 1985.

universitaire, le GNPU s'impose rapidement et se construit lentement. Confronté à un besoin d'être « accepté » par les dinosaures institutionnels que sont la fédération délégataire et le premier syndicat de moniteur, le groupement doit pourtant témoigner de sa position atypique. Complément, passerelle, initiateur, le GNPU est aussi fédérateur et participe à la construction d'un sport universitaire ni tout à fait associatif ni complètement mercantile. Espace de formation, il se veut également un lieu d'échanges et de réflexions. Le développement de relations avec les partenaires universitaires comme le

Groupement National des Directeurs de S(I)UAPS, est un exemple de cette dualité entre reconnaissance et autonomie.

Remarque :

Cet article est évidemment partisan et donc n'est pas scientifique ! Tout simplement parce que son rédacteur est partie prenante dans l'ensemble des faits qui sont évoqués et que le choix des sources exploitées est restreint...Néanmoins, cette histoire, de la création du GNPU peut tout à fait servir de base à un travail historique, c'est tout le mal qu'on lui souhaite.

Sommaires de la Revue Française de Plongée, n°1 à 5
--

N°1 – Mars 2001

Influence de l'entraînement sur la cinétique de la lactatémie lors d'apnées courtes et dynamiques en piscine chez des plongeurs experts et débutants.

P. DELAPILLE, C. TOURNY CHOLLET. UFR STAPS - Rouen

Des cailloux et des bulles : L'archéologie Sous-Marine à l'université

D. DEGEZ. Paris I - Panthéon Sorbonne

Plongée et arthrogrypose

C. BRACHET. UFR STAPS - Bordeaux

Le palmage en plongée sous-marine

E. CHAUDURIE. UFR STAPS - Bordeaux

La notion de stress rencontrée chez le débutant en Plongée Sous-marine.

T. MARCUCCI. UFR STAPS - Bordeaux

N°2 – Janvier 2002

Influence du gilet de stabilisation sur l'efficacité du palmage du plongeur lors d'une formation de niveau 1.

S. LEBLOAS, P. DELAPILLE. UFRSTAPS Rouen.

Accidents de plongée chez les pêcheurs du centre Vietnam ; à propos de 539 plongeurs.

Docteur PHUNG Thi Thanh Tu. Institut Pasteur, Nha trang, Vietnam.

La presse spécialisée et les représentations sociales en plongée sous marine.

V. MASCRET, F WILLE. Université Lille 2.

L'autonomie en plongée, une définition difficile.

M. MOUTON. UFRSTAPS Bordeaux.

Limites physiologiques de la plongée sous-marine chez l'enfant.

F. LEMAÎTRE, P. DELAPILLE. Toulon, Rouen.

N°3 – Février 2003

Influence du réflexe de plongée sur la saturation artérielle en oxygène selon la vitesse de nage subaquatique et l'expertise des plongeurs.

J. DELAHOCHÉ, F. LEMAITRE, P. DELAPILLE

La fréquence cardiaque en apnée peut elle être un facteur prédictif de la syncope ?

F. LEMAITRE, F. BERNIER, I. PETIT, N. RENARD, B. GARDETTE

Effets de l'apnée statique ou dynamique sur l'estimation du temps.

T. JAMIN, F. JOULIA, P. FONTANARI, C. ULMER, J. CREMIEUX

Effets d'un entraînement spécifique à l'apnée sur les variables métaboliques et l'activité musculaire.

F. JOULIA, C. ULMER, T. JAMIN, P. FONTANARI, Y. JAMMES

Spleen function related to apneic diving in humans.

E. SCHAGATAY

Débits circulatoires en apnée - effets d'un entraînement spécifique.

P. FONTANARI, F. JOULIA, P. BARTHELEMY

Aptitudes et contre-indications cardio-vasculaires à la plongée en apnée.

P. AFRIAT.

Records d'apnée : entraînements et sécurité - Le grand débat.

C. CHAPUIS.

La plongée en apnée -Pathologie syncopale et prévention.

Dr SCIARLI.

La syncope hypoxique.

B. GARDETTE

N°4 –Février 2004

Etude comparative de la fréquence cardiaque chez des apnéistes femmes et hommes pratiquant le hockey subaquatique.

E. FLEURY, F. LEMAITRE, MC LEMOUTON, P. DELAPILLE.

Etude comparative de la fréquence cardiaque chez les ballerines en position verticale immergée.

V. JOURDREN, F. LEMAITRE, D. LEROY, P. DELAPILLE.

Toxicité des radicaux libres en plongée.

H. HOURDEAU.

Température corporelle et plongée loisir.

F. BERNIER, F. THIESSARD.

Réflexe de plongée et apnées dynamiques répétitives.

J. DELAHOCHÉ, F. LEMAITRE.

Portraits de plongeur.

V. MASCRET.

Une géographie sociale de la plongée

R. KEERLE.

N°5 – Mars 2005

Effets de l'entraînement à l'apnée sur le métabolisme et la fonction musculaire.
F. JOULIA, F. LEMAITRE.

Evolution historique des tables de plongée.
B. GARDETTE.

Reflexions sur les nouveaux records de profondeur en apnée "No limits".
J.H. CORRIOL.

Modifications ventilatoires après une seule plongée avec scaphandre chez le jeune plongeur.
V. HAMIDOUCHE, F. LEMAITRE, MC LEMOUTON.

Et si Némoto nous permettait de mieux comprendre ce qu'est le commensalisme des bactéries bucco-dentaires.
M. TERNOIS.

Physiopathologie des accidents de la plongée en apnée.
R. SCIARLI, B. GARDETTE.

RUBRIQUE QU'EN AVEZ-VOUS PENSE ?...
--

Cette rubrique vous est destinée. Utilisez celle-ci pour donner votre avis, votre opinion ou encore des informations supplémentaires et complémentaires sur les articles originaux ou les communications brèves parues dans les différents numéros de la Revue Française de Plongée.

N'oubliez pas que certains de ces travaux universitaires sont réalisés par nos étudiants dans le cadre de leurs formations (licence, maîtrise, etc.). Il n'est donc pas illogique que certaines imperfections puissent se glisser dans leurs contenus.

Nous attendons avec impatience vos remarques (judicieuses). Ensemble, nous pourrions construire de nouveaux projets de recherche afin d'améliorer la pratique de notre activité favorite.

THESES SOUTENUES ...

**IMPORTANCE DE LA VITESSE DE DESATURATION DANS L'APPARITION DES
SYNCOPE AU COURS DE L'APNEE EN PLONGEE LIBRE.**

YVAN MILLA

**Doctorat en Médecine – Université du Montpellier;
Soutenue publiquement le 27 février 2006 –**

Chaque année, de nombreux accidents surviennent lors de la pratique de l'apnée, le plus souvent suite à une syncope. A ce jour, aucun moyen ne permet d'y remédier. Nous avons donc étudié l'évolution de la saturation de l'hémoglobine en l'oxygène pendant l'apnée, pour comprendre s'il existe une relation avec la survenue de phénomènes syncopaux. Les enregistrements ont été réalisés au moyen d'un oxymètre de pouls étanche, sur 27 sujets amateurs et 20 apnéistes professionnels dans différentes conditions: statique/dynamique, inspiration/expiration, dans air/en piscine et en caisson hyperbare. Au final, 146 apnées ont été enregistrées dont 24 ont débouché sur un état pré syncopal (trouble de la conscience, vertiges, perte de l'équilibre, dysarthrie) et 5 à des syncopes. L'analyse multifactorielle des courbes obtenues montre que la vitesse de désaturation est liée de manière significative ($p < 0,05$), indépendamment des autres facteurs, à la survenue d'un état pré syncopal ou d'une syncope. Par ailleurs nous avons constaté que chez les professionnels, la vitesse de désaturation est plus lente que chez les amateurs. Enfin le temps entre la rupture de l'apnée et la fin de la désaturation est également plus court lors des accidents. En conclusion, on peut dire que la vitesse de désaturation pendant l'apnée est significativement liée à la survenue d'une pré syncope ou d'une syncope, probablement du fait du manque de temps d'adaptation à l'hypoxie. Ceci pourrait avoir des applications capitales, notamment pour détecter une syncope et remonter ainsi un plongeur avant la noyade.

Mots clés : Apnée, Plongée, Syncope, Désaturation

Le jury était composé de :

**Professeur Christian Préfaut ; Professeur Jacques Pélissier ; Professeur Jacques Mercier et
du Docteur JP Roustan.**

RECHERCHES en COURS ...

Cette liste n'est évidemment pas exhaustive, et ne demande qu'à être complétée...

Les pratiques corporelles et l'eau (XIX^e-XX^e siècles).

XIIe CARREFOUR D'HISTOIRE DU SPORT, CALAIS – 26 au 28 OCTOBRE 2006

- ✓ *Le mystère de la Fontaine de Vaucluse. Jalons pour une histoire de la plongée souterraine.*
Pierre-Olaf Schut, CRIS, Université de Lyon, Sébastien Berniss, Université de Montpellier.
- ✓ *La professionnalisation de la plongée sous-marine de loisir, 1960-1990.*
Vianney Mascret, Université Lille 2, CRIS Lyon 1.
- ✓ *La plongée en scaphandre comme objet et prétexte. Exemple du Club Sous-Marin du Nord, premier club régional, 1957-2006.*
Vianney Mascret, Université de Lille 2, CRIS Lyon 1.
- ✓ *L'avènement et les transformations de la plongée sous-marine en France.*
Gilles Raveneau, Université de Paris X Nanterre, Laboratoire Sport et culture, Laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative.

Et aussi...

- ✓ *La décompression chez les enfants plongeurs.*
Faculté des Sciences du Sport, Université de Rouen.
- ✓ *Influence de l'entraînement spécifique à l'apnée sur la performance en natation.*
Mathieu Gruet, UFRSTAPS de Toulon, Mémoire Master 1.

Instructions aux auteurs

Le manuscrit soumis pour publication sera adressé au responsable de la publication du G.N.P.U. Il est demandé aux auteurs d'utiliser les instructions suivantes afin de faciliter la mise en page de la revue. Compte tenu du temps nécessaire pour la réalisation de la revue, aucun article ne sera publié si celui-ci n'est pas mis en forme dans une version Word et selon les instructions décrites ci-dessous.

Il est souhaitable que le nom de l'auteur soit accompagné de son adresse institutionnelle.

Manuscrit

- Titre 1 :

Police : Arial, 18 pt, gras, ombré, centré

Crénage : 14 pt

Retrait gauche : 1,5 cm

Espace avant 12 pt, après 3 pt

Bordure : simple ombrée, 1 pt épaisseur du trait

- Titre 2

Police : Time new roman, 12 pt, Grande majuscule, aligné à gauche

Espace après : 3 pt

- Corps de texte

Police : Time new roman, 12 pt, justifié, deux colonnes

Retrait : premier 0,5 cm

Interligne simple

- Notes de bas de pages

Police : time new roman, 10 pt, aligné à gauche

Référence

Elle doit figurer de la façon suivante : Les noms d'auteurs, le titre d'ouvrage ou d'article, le titre des revues (numéro compris) d'où ils sont tirés le cas échéant, la date de parution et le lieu d'édition.

Les références citées dans le texte doivent être systématiquement accompagnées d'une date et figurer dans la bibliographie.

La forme de présentation retenue est la suivante :

X. (initiale du prénom de l'auteur) NOM ; Titre de l'article ou de l'ouvrage ; *titre de la revue* ; n° ; ppX-X; ANNEE de parution.

Résumé

Par ailleurs, il est vivement souhaité que vos articles soient précédés d'un bref descriptif en français et en anglais.

La Revue Française de Plongée est une revue interne au Groupement National de Plongée Universitaire (GNPU).

Elle est accessible sur le site Internet du GNPU (<http://gnpu.free.fr>), environ 6 mois après sa diffusion aux membres du Groupement.

On peut néanmoins l'obtenir par souscription auprès du GNPU [gnpu@mailsc.univ-lille2.fr]

Particulier.....10 Euro

Organisme.....40 Euro.

Directeur de la publication : Vianney Mascret, Président du GNPU, Salle des sports châtelets, 59000 Lille.

Rédacteur en Chef : Frédéric Lemaître, CETAPS, FSSEP, Rouen.