

**Étude prospective sur les accidents de décompression
ostéomyoarticulaires en plongée de loisir: leurs facteurs
de risque et leur potentiel évolutif en ostéonécrose
dysbarique**

Emmanuel Gempp, Olivier Simon, Jean-Eric Blatteau, Christophe Peny, J.
Durand-Gasselín

► **To cite this version:**

Emmanuel Gempp, Olivier Simon, Jean-Eric Blatteau, Christophe Peny, J. Durand-Gasselín. Étude prospective sur les accidents de décompression ostéomyoarticulaires en plongée de loisir: leurs facteurs de risque et leur potentiel évolutif en ostéonécrose dysbarique. *Science & Sports*, Elsevier 2007, 22 (5), pp.232-237. ssa-00246539

HAL Id: ssa-00246539

<https://hal-ssa.archives-ouvertes.fr/ssa-00246539>

Submitted on 7 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Résumé

Objectifs

L'ostéonécrose dysbarique est une complication osseuse associée à des expositions prolongées et répétées en environnement hyperbare et la corrélation avec un accident de décompression ostéo-myo-articulaire antérieur reste un sujet controversé. Après avoir évalué les principaux facteurs de risque des accidents ostéo-myo-articulaires chez les plongeurs sportifs, l'objectif de l'étude est de déterminer leur potentiel à évoluer précocement en ostéonécrose.

Méthodes

L'ensemble des accidents de décompression ostéo-myo-articulaires pris en charge entre octobre 2004 et novembre 2005 dans l'un des 3 centres hyperbares désignés de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a bénéficié de façon prospective d'un recueil standardisé d'informations et le cas échéant d'une exploration secondaire par imagerie IRM à la recherche de remaniements osseux de nature ischémique.

Résultats

Onze accidents de décompression ostéo-myo-articulaires ont été recensés parmi les 129 accidents de plongée pris en charge durant la période considérée (soit 8,5%). Ils touchent principalement l'épaule (81%) et concernent essentiellement des plongeurs expérimentés après une plongée profonde à l'air (90%) associée plus d'une fois sur deux à une précédente plongée 12 heures auparavant. L'âge moyen est de 38,5 ans pour un index de masse corporelle moyen de 27,1 Kg/m². Toutes les plongées ont été contrôlées par ordinateur sans faute de procédure. Dix plongeurs (90%) ont pu bénéficier d'une exploration par IRM dans les semaines qui ont suivi l'accident mais seulement un plongeur (10%) présentait des lésions caractéristiques d'ostéonécrose.

Conclusions

Cette étude préliminaire montre que la survenue d'accidents de décompression ostéo-myo-articulaires en plongée de loisir est associée à des conditions de plongées particulièrement saturantes pour l'organisme mais également à des facteurs favorisants individuels qu'il convient de préciser par d'autres études. Le risque de voir se développer une ostéonécrose dysbarique sous-jacente après un accident de ce type apparaît cependant faible.

Mots clés : plongée sous-marine, accident de décompression, ostéonécrose dysbarique, IRM

Abstract

Objectives:

Dysbaric osteonecrosis is a complication that can result from repetitive and prolonged hyperbaric exposures and the correlation with a previous type 1 decompression sickness described as a joint pain remains a controversial subject. The study was designed to determine the risk factors of type 1 decompression sickness in recreational divers and their potential to shortly evolve into osteonecrosis.

Methods:

All the osteoarthromuscular decompression sickness treated between October 2004 and November 2005 in one of three hyperbaric centers assigned in the Provence-Alpes-Côte d'Azur region were analyzed in a prospective way of standardized collections, and the majority was explored with MRI in order to screen ischaemic osteomedullar damages.

Results

Eleven cases (8,5%) were inventoried amongst the 129 diving accidents treated during this period. These joint pains were mainly located in the shoulder area (81%) and involved a majority of male experienced divers after performing deep and long dives (90%), furthermore more than 50% of these divers had greater than one dive within a twelve hour period. The average age is 38,5 years with a body mass index of 27,5 Kg/m². All dives were performed with a dive computer without omitted decompression. Ten injured divers (90%) were examined by MRI shortly after the accident, but only one diver (10%) had lesions compatible with osteonecrosis.

Conclusion

This preliminary study shows that osteoarthromuscular decompression sickness in recreational diving are essentially involved in dives considered to carry a high risk for bubble production. The conditions of occurrence appear also to be related with some individual factors that must be specified in other studies. Nevertheless, the risk of early underlying dysbaric osteonecrosis development is quite low.

Key words: diving, decompression sickness, dysbaric osteonecrosis, MRI

1. Introduction

La plongée sous-marine expose le plongeur en scaphandre au risque d'accident de décompression (ADD) par dégazage bullaire excessif des tissus de l'organisme saturés en gaz diluant (azote principalement) lors de la décompression. La prévalence des ADD de localisation ostéo-myo-articulaire en plongée (appelés communément « bend ») est variable selon les études épidémiologiques (3 à 49%), essentiellement à cause des différences qui existent entre les populations étudiées (civiles ou militaires) ou le type de décompression réalisée (table ou ordinateur) [3,8].

L'ostéonécrose dysbarique (OND) est une pathologie osseuse qui touche exclusivement les individus qui ont été exposés à des variations de la pression ambiante. C'est une complication désormais rare qui a surtout été étudiée chez les travailleurs en milieu hyperbare (tubistes), les plongeurs professionnels (scaphandriers, pêcheurs de corail ou d'éponge, militaires) et les aviateurs. Cependant, le développement de la plongée aux mélanges ternaires et la généralisation de l'usage d'ordinateurs de plongée pour guider la décompression font que cette pathologie risque de toucher désormais de plus en plus les plongeurs « amateurs » [14,24].

Actuellement, la corrélation entre OND et ADD n'est pas clairement établie: Alors que 75 à 85 % des plongeurs chez qui a été découvert une ostéonécrose ont des antécédents d'ADD ostéo-myo-articulaires [21,25], seulement 3 à 10% des individus victimes de ce type d'accident semblent développer ultérieurement une OND [15,17,23].

Du fait de son excellente sensibilité pour la pathologie ostéo-médullaire et de sa bonne résolution spatiale, l'IRM est désormais l'examen de référence dans le

diagnostic précoce des OND [4,20]. A ce jour, aucune étude ne s'est intéressée cependant à la prévalence des lésions de nécrose ischémique dépistées par IRM dans les suites d'un « bend » survenu en plongée. Il nous est apparu intéressant par conséquent d'étudier de façon prospective, sur une période consécutive de 12 mois, les facteurs de risque associés aux ADD ostéo-myo-articulaires pris en charge dans trois centres hyperbares différents de la région PACA et de déterminer leur potentiel à évoluer précocement en ostéonécrose par la réalisation d'une IRM osseuse.

2. Matériel et méthodes

Cent vingt neuf accidents de plongée ont été pris en charge entre octobre 2004 et novembre 2005 dans l'un des trois centres hyperbares intégrés à l'étude avec respectivement 41 accidents admis à l'hôpital Font-pré (Toulon), 42 à l'hôpital Pasteur (Nice) et 46 à l'hôpital Ste Anne (Toulon).

La population étudiée a concerné tous les plongeurs ayant présenté un ADD ostéo-myo-articulaire admis directement ou après régulation médicale par le centre 15 durant la période considérée. Tous ont bénéficié d'une recompression thérapeutique dans un délai variable allant de 2 heures jusqu'à 30 heures après l'apparition des symptômes (tables à l'oxygène pur de 2,2 à 2,8 ATA selon les centres, pendant 2 heures).

L'ensemble des « bends » pris en charge a fait l'objet d'un recueil standardisé d'informations sur une fiche médicale spécifique rédigée par le médecin examinateur. Les données analysées recueillies par l'interrogatoire étaient le niveau de pratique des plongeurs, les conditions et paramètres de la plongée réalisée avec le mélange gazeux utilisé, les antécédents et les éléments

biométriques, les habitudes toxiques ainsi que le délai d'apparition et la localisation des symptômes.

Les critères retenus d'ADD étaient une douleur périarticulaire associée ou non à une impotence fonctionnelle survenue au décours d'une plongée et améliorée significativement par l'oxygénothérapie hyperbare.

Lorsque cela était possible, en fonction des contraintes techniques de chaque centre hyperbare, des radiographies osseuses standards de l'articulation incriminée étaient pratiquées avant la recompression pour éliminer une pathologie osseuse préexistante. A l'issue de la séance d'oxygénothérapie hyperbare, tous les patients ont bénéficié d'une prescription médicale pour réaliser en ambulatoire, dans les semaines qui ont suivi l'accident, une IRM en séquences conventionnelles T1 et T2 à la recherche d'anomalies de signal caractéristiques d'ischémie osseuse.

3. Résultats

Onze ADD à symptomatologie ostéo-myo-articulaire (soit 8,5% de l'ensemble des accidents de plongée) ont été recensés dont 5 à Font-pré, 3 à Nice et 3 à Ste Anne (**Tableau**). L'accidenté était de sexe féminin dans un cas seulement (plongeur 7).

3.1. Répartition des accidents selon le niveau de pratique en plongée (FFSESM)

Cinq plongeurs avaient un niveau de Moniteur Fédéral, 1 plongeur avait un niveau 4, quatre un niveau 3 et une seule personne était de niveau 1.

3.2. Paramètres et conditions de plongée

La profondeur maximale des plongées réalisées était supérieure ou égale à 35 m dans 10 cas sur 11 (35-101 m) avec une durée totale de plongée (DTP) moyenne de 49 min (30-80 min) et la réalisation systématique de paliers. Un seul plongeur (cas 7) a effectué une plongée à moins de 35 m (31 m) avec une DTP de 37 min sans paliers. Sept plongeurs (63%) avaient effectué au moins une plongée dans les 24 heures qui précèdent l'accident (intervalle entre 12 et 24 heures pour le cas 5; intervalle inférieur à 12 heures pour les plongeurs 1,3,4,6,7 et 8 soit 54%). Toutes les phases de décompression en plongée ont été contrôlées par ordinateur et aucune faute de procédure n'a été enregistrée.

Le mélange gazeux utilisé était de l'air comprimé sauf pour un cas où le plongeur a respiré un mélange gazeux synthétique contenant de l'hélium de type Trimix 16/42/42 (plongeur 8).

La notion d'effort pendant la plongée n'est établie que pour un cas (plongeur 3) et aucun plongeur n'a effectué au fond un travail musculaire conséquent au niveau de l'articulation incriminée.

3.3. Antécédent, biométrie et habitudes toxiques.

L'âge moyen était de 38,5 ans (16-56 ans). L'index de masse corporelle moyen (IMC) qui permet d'évaluer la surcharge pondérale était de 27,1 Kg/m² (24,4-32,2) pour les hommes et 25 pour la femme.

Parmi les antécédents, trois plongeurs (27%) avaient déjà eu un « bend » de la même épaule dans les mois ou les années qui précèdent (plongeurs 2, 3 et 9), tandis qu'un autre plongeur était suivi pour une recto-colite ulcéro-hémorragique en phase de rémission avec un traitement d'entretien par mésalazine (plongeur

5). Aucun plongeur n'avait été traité antérieurement par corticothérapie prolongée tandis que seul le plongeur 8 a déclaré être fumeur.

3.4. Localisation de l'ADD et délai d'apparition des symptômes après la plongée

L'épaule est la région anatomique la plus touchée avec 9 cas sur 11 (81%) dont 4 à droite et 5 à gauche. On retrouve un cas d'ADD au niveau du coude gauche (plongeur 8) et un cas en regard de la voûte plantaire gauche (plongeur 7).

Dans 7 cas (plongeurs 1, 4, 5, 6, 8, 9 et 10), les symptômes sont survenus dans un intervalle de 30 minutes après l'émersion (63 %). Le délai était de 2 heures pour les plongeurs 7 et 11 tandis que pour les plongeurs 2 et 3 les douleurs sont apparues plus de 12 heures après la plongée.

3.5. Imagerie

Sept plongeurs ont bénéficié de radiographies osseuses standards lors la prise en charge initiale. Dans un cas (plongeur 9), on retrouve des lésions géodiques et translucides de la tête et du col huméral gauche ainsi qu'une plage de sclérose médullaire en faveur d'une ostéonécrose (type B2-B3 radiologique selon la classification du *Medical Research Council Decompression Sickness Central Registration*).

Dix accidentés (soit 90% des « bends ») ont pu bénéficier d'une exploration par IRM avec un délai de réalisation variable allant de 24 heures jusqu'à 4 mois après l'accident, lié principalement à des difficultés d'accès pour ce type d'imagerie. Seul le plongeur 9 présentait des images compatibles avec une nécrose ischémique de la région épiphysio-métaphysaire de la tête humérale (soit 11% des ADD explorés). Pour ce plongeur, une IRM de contrôle à 3 mois a

confirmé l'absence d'évolutivité des lésions ostéo-médullaires dépistées initialement.

4. Discussion

Contrairement à d'autres études épidémiologiques récentes réalisées de façon rétrospective sur des grandes séries d'accidents survenus en plongée de loisir [5,7,22], le taux d' incidence des ADD ostéo-myo-articulaires retrouvé dans notre étude est faible (8,5% versus 20-25%). Cette différence s'explique vraisemblablement par le petit nombre de cas exploités sur une courte période.

Les accidents ont concerné essentiellement des plongeurs expérimentés de sexe masculin. Ils sont survenus après des plongées à l'air longues et profondes fortement génératrices de bulles, dans un délai généralement assez bref après la sortie de l'eau avec une notion de plongées successives fréquemment associée. Ces constatations sont similaires à celles que l'on retrouve classiquement dans la littérature pour des plongeurs autonomes en scaphandre [13,19]. On remarque cependant que le respect des procédures de décompression réalisées par ordinateur n'est absolument pas un gage de sécurité comme le souligne d'ailleurs certains auteurs qui observent que plus de 80 % des accidentés utilisant un ordinateur de plongée ont effectué une remontée contrôlée [5]. Il semble que l'usage généralisé d'ordinateurs en plongée de loisir a pour conséquence de modifier les profils de plongée avec des durées de plongée plus longues et des profondeurs plus importantes qui exposent alors plus particulièrement les tissus longs comme le tissu osseux à se saturer en gaz diluant.

Parmi les facteurs de risque lié au plongeur fréquemment incriminés dans la survenue d'ADD, on constate également dans notre série une fréquence non négligeable d'antécédents d'accident antérieur, de surcharge pondérale (IMC > 27), ou bien encore d'individus dont l'âge est supérieur à 40 ans. La notion classique d'effort musculaire et de fatigue articulaire locale fréquemment décrite dans la littérature pour ce type d'accident n'apparaît cependant pas déterminante dans notre étude, confirmant l'analyse d'autres auteurs [13].

La prédominance manifeste de l'atteinte des épaules qui a touché indifféremment les 2 côtés est comparable à ce que l'on retrouve dans d'autres études pour des plongeurs sportifs [13] alors que la localisation préférentielle des « bends » chez les aviateurs [1] ou en plongée à saturation [17] concerne surtout les genoux. Cette différence de distribution ne trouve actuellement pas d'explication rationnelle.

Jusqu'au début des années 1990, seule la scintigraphie osseuse permettait de dépister précocement des lésions de remaniements ostéo-médullaires de nature ischémique dans les suites d'un ADD ostéo-myo-articulaire. Le manque de spécificité de ces lésions retrouvées initialement et leur évolution transitoire dans le temps font que cette technique d'exploration n'est cependant pas utilisable de façon efficace pour la surveillance au long cours des plongeurs. Actuellement, l'indication d'une IRM osseuse 15 jours à 2 mois après un « bend » afin de dépister des lésions d'ostéonécrose consécutives ou révélées par l'accident dysbarique aigu est établie [2], mais peu d'études se sont intéressées en réalité à l'exploration précoce de ces accidents par IRM pour évaluer leur pronostic fonctionnel [19].

Dans notre étude, le plongeur 9 est le seul à avoir présenté une imagerie évocatrice de nécrose ischémique au niveau de l'humérus gauche, soulignant

ainsi le faible risque de voir se développer une ostéonécrose après un « bend » en plongée de loisir, comme cela semble être le cas également chez les travailleurs en milieu hyperbare [23]. Les éléments de réflexion qui permettent de comprendre comment ces deux pathologies peuvent s'associer bien qu'elles puissent survenir indépendamment l'une de l'autre ont fait l'objet d'un article publié récemment [9].

Si on analyse les circonstances de survenue de cette ostéonécrose, un interrogatoire orienté nous apprend que l'intéressé était âgé de 46 ans avec un IMC à 32,2 et qu'il avait déjà souffert 3 mois auparavant de douleurs transitoires de l'épaule gauche à l'issue d'une plongée profonde à l'air sans que cela ne l'inquiète. Ainsi, il est vraisemblable que la nécrose ischémique dépistée à l'occasion de ce deuxième accident sur la même épaule soit en réalité liée à l'accident survenu antérieurement et négligé par l'intéressé. Cette hypothèse semble d'ailleurs confirmée par l'aspect non évolutif des lésions retrouvées sur l'IRM de contrôle à 3 mois et qui témoigne, par conséquent, d'une destruction osseuse déjà constituée sur l'imagerie initiale réalisée à 24 heures.

Certaines études semblent montrer que la survenue d'une OND est corrélée à plusieurs facteurs favorisants que l'on retrouve en commun avec les ADD comme l'âge, le niveau d'expérience en plongée, la profondeur maximale atteinte en plongée et l'existence d'antécédents d'ADD [18,25] alors que d'autres ne retrouvent pas d'association statistiquement significative [11,21]. Parmi les autres facteurs prédictifs potentiels, il apparaît expérimentalement que l'obésité [6] ainsi que l'absence de recompression thérapeutique dans les suites immédiates d'un accident soient également des éléments importants à prendre en considération dans le développement de phénomènes ischémiques irréversibles au niveau ostéo-médullaire [16]. Ainsi, si on rapproche ces hypothèses de notre

observation, il est possible que la sommation de tous ces facteurs retrouvés chez le plongeur 9 a contribué au développement d'une ostéonécrose. Des examens biologiques sanguins réalisés au centre hyperbare ont permis de constater également l'existence d'anomalies lipidiques méconnues par l'intéressé (Cholestérol total = 2,2 g/l et TG = 1,8 g/l) avec un bilan de coagulation normal. A l'avenir, il serait intéressant de réaliser des études de cas-témoins pour voir si des perturbations biologiques de nature métabolique (hyperlipidémie) ou prothrombotique (thrombophilie) sont susceptibles d'être des facteurs prédictifs indépendants de survenue d'OND, comme le suggère certains travaux expérimentaux sur l'ostéonécrose aseptique de hanche [10,12] ou bien encore une étude récente chez des plongeurs qui met en évidence une corrélation significative entre des taux élevés d'un inhibiteur de la fibrinolyse (inhibiteur de l'activateur du plasminogène ou PAI-1) et l'existence d'une ostéonécrose [18].

En ce qui concerne les limitations de notre étude, elles correspondent essentiellement au faible effectif de la population d'accidentés étudiée sur une période d'un an seulement, nécessitant de poursuivre les investigations pour connaître l'incidence réelle de l'OND dans les suites immédiates d'un « bend » en plongée de loisir. Une surveillance prolongée par IRM des cas de nécrose ischémique dépistés précocement permettrait dans le même temps de préciser la chronologie et l'évolution des lésions initiales. Enfin, l'apparition tardive d'une ostéonécrose après un accident dont l'exploration IRM au stade aigu s'est révélée normale est également une éventualité à considérer qu'il conviendrait d'évaluer par une imagerie à distance.

5. Conclusion

Cette première étude prospective multicentrique, bien que ne concernant qu'un faible nombre d'accident sur une courte période, montre qu'en plongée de loisir les accidents de décompression ostéo-myo-articulaires touchent essentiellement les épaules avec un risque limité (10%) de voir se développer une ostéonécrose dysbarique sous-jacente. Leurs conditions de survenue sont en rapport avec le caractère particulièrement « saturant » de la plongée réalisée mais également avec des facteurs favorisants individuels qu'il convient de mieux identifier. La programmation d'une IRM dans les semaines qui suivent un « bend » reste néanmoins indispensable pour dépister au stade infra-clinique d'éventuelles lésions ostéo-médullaires de nature ischémique susceptibles de s'aggraver ultérieurement en plongée et d'évoluer secondairement vers une nécrose osseuse constituée.

Références

1. Bendrick GA, Ainscough MJ, Pilmanis AA, Bisson RU. Prevalence of decompression sickness among U-2 pilots. *Aviat Space Environ Med* 1996;67:199-206.
2. Bergmann E, Bayle O, Boussuges A, Barthelemy A, Sainty JM. Suivi des accidents de plongée: explorations, contre-indications, reprise. *Bull Med Sub Hyp* 2002;12 (Suppl):223-27.
3. Blatteau JE, Guigues JM, Hugon M, Galland FM, Sainty JM, Menu JP. Plongée à l'air avec la table de décompression MN90. Bilan de 12 années d'utilisation par la Marine Française : à propos de 61 accidents de désaturation de 1990 à 2002. *Science et Sports* 2005;20:119-23
4. Bolte H, Koch A, Tetzlaff K, Bettinghausen E, Heller M, Reuter M. Detection of dysbaric osteonecrosis in military divers using magnetic resonance imaging. *Eur Radiol* 2005;15:368-75.
5. Cantais E, Blatteau JE, Colombier O. Respect de la procédure de décompression au cours des accidents de plongée de loisir. *Urgence pratique* 2003;59:35-7.
6. Chryssanthou CP. Dysbaric osteonecrosis. Etiological and pathogenic concepts. *Clin Orthop* 1978;130:94-106.

7. Dankner R, Gall N, Freidman G, Arad J. Recompression treatment of red sea diving accidents: a 23-year summary. *Clin J Sport Med* 2005;15:251-54.
8. Francis TJR, Mitchell SJ. Manifestations of decompression disorders. In: Brubakk AO, Neuman TS, eds. *Bennett and Elliot's Physiology and Medicine of Diving*, 5th ed. London: Saunders 2003:578-99.
9. Gempp E, Louge P. Découverte précoce d'une ostéonécrose dysbarique asymptomatique de l'épaule après un accident de décompression ostéomyoarticulaire : à propos d'une observation. *Rev Med Int* 2005;26:514-17.
10. Glueck CJ, Freiberg R, Glueck HI. Idiopathic osteonecrosis, hypofibrinolysis, high plasminogen activator inhibitor, high lipoprotein(a), and therapy with stanozolol. *Am J Hematol* 1995;48:213-20.
11. Hunter WL, Biersner RJ, Sphar RL, Harvey CA. Aseptic bone necrosis among U.S. Navy divers: a survey of 934 nonrandomly selected personnel. *Undersea Biomed Res* 1978;5:25-36
12. Jones JP. Fat embolism, intravascular coagulation, and osteonecrosis. *Clin Orthop* 1993;292:294-308.
13. Kauert A, Wolkiewiez J. Délai d'apparition et localisation des accidents ostéo-articulaires. A propos de 58 accidents de décompression. *Bull Med Sub Hyp* 1992;2:129-36.

14. Laden GD, Grout P. Aseptic bone necrosis in an amateur scuba diver. *Br J Sports Med* 2004;38: e19.
15. Lam TH, Yau KP. Dysbaric osteonecrosis in a compressed air tunnelling project in Hong Kong. *Occup Med* 1992;42:23-9.
16. Lehner CE, Wilson MA, Dueland RT. Early recompression treatment of limb bends can prevent dysbaric osteonecrosis. In: Smith NE, ed. *Proceedings of the 14th Meeting US-Japan Cooperative Program in Natural Resources. Panel on Diving Physiology*. Silver Spring, MD: National Oceanic Atmospheric Adm;1998:117-37.
17. Méliet JL. A propos de 47 cas d'accidents ostéo-arthro-musculaires de décompression. *Bull Med Sub Hyp* 1983;2:17-24.
18. Miyanishi K, Kamo Y, Ihara H, Naka T, Hirakawa M, Sugioka Y. Risk factors for dysbaric osteonecrosis. *Rheumatology* 2006;45:855-8.
19. Puech P, Hugon M, Dufour M, Château J, Elizagaray A, Trividic A. Exploration par scintigraphie et IRM des accidents de plongée ostéoarthromusculaires des épaules. *Bull Med Sub Hyp* 1989;8:103-14.
20. Shinoda S, Hasegawa Y, Kawasaki S, Tagawa N, Iwata H. Magnetic resonance imaging of osteonecrosis in divers: comparison with plain radiographs. *Skeletal Radiol* 1997;26:354-9.

21. Toklu AS, Cimsit M. Dysbaric osteonecrosis in Turkish sponge divers. *Undersea Hyper Med* 2001;28:83-8.
22. Vann R, Ugucioni D, eds. Report on diving accidents and fatalities, 2000 edition, based on 1998 data. Durham, NC: Divers Alert Network; 2000.
23. Walder DN. Bone necrosis. In: Jardine FM, Mc callum RI ed. Engineering and health in compressed air work. Proceedings of the international Conférence, Oxford, September 1992. London: E & FN spon, 1994:16-28.
24. Wilmshurst P, Kenneth R. Dysbaric osteonecrosis of the shoulder in a sport scuba diver. *Br J Sports Med* 1998 ;32:344-5.
25. Zhang H, Li JS, Han CY, Gou J. Dysbaric osteonecrosis in divers. *J Hyperbaric Med* 1991; 6:183-8.

	âge	IMC	niveau	antécédents	Paramètres de plongée	Plongée successive	localisation	résultats IRM
plongeur 1	56	30,5	MF1		P – 37 m Df – 20' Pal – 5'/3 m	oui	épaule D	normale à J 45
plongeur 2	31	24,4	3	bend épaule G (1997)	P – 40 m Df – 40' Pal – 7'/5 m	non	épaule G	normale à J 8
plongeur 3	39	25	MF1	bend épaule D (1998)	P – 60 m Df – 30' Pal – 8'/6 m, 17'/3 m	oui	épaule D	normale à J 15
plongeur 4	16	27,5	1		P – 35 m Df – 36' 3'/3 m	oui	épaule G	normale au 2ème mois
plongeur 5	35	25	4	recto-colite hémorragique	P – 56 m Df – 11' Pal – 1'/27 m, 1'/18 m 2'/6 m, 15'/3 m	non	épaule D	normale à J 30
plongeur 6	43	26	3		P – 49 m Df – 15' Pal – 1'/6 m, 14'/3 m	oui	épaule G	normale au 2ème mois
plongeur 7	38	25	MF1		P – 31 m Df – 37'	oui	voûte plantaire D	normale à J 15
plongeur 8	36	25	3		P – 75 m Df – 10' Pal – 60' (non précisé)	oui	coude G	normale au 4ème mois
plongeur 9	45	32,2	MF1	bend épaule D (2005)	P – 55 m Df – 20' Pal – 3'/15 m, 3'/12 m, 4'/9 m, 21'/6 m	non	épaule G	ostéonécrose à J 1
plongeur 10	41	30,7	MF1	luxation épaule D	P – 101 m Df – 10' Pal – 5'/12 m, 6'/9 m, 30'/3 m	non	épaule D	normale à J 30
plongeur 11	44	24,5	3		P – 55 m Df – 46' Pal – 12'/6 m, 23'/3 m	non	épaule G	non réalisée

Tableau synoptique sur les principales données biométriques et anamnestiques des ADD ostéo-myo-articulaires avec les résultats de l'IRM osseuse. (P : profondeur maximale atteinte, Df : durée sur le fond, Pal : paliers réalisés)