
INTRODUCTION

La plongée souterraine est un loisir sportif en pleine expansion, souvent médiatisée lors d'incidents spectaculaires.

Des travaux récents (0) ont permis de constater que parmi le nombre d'accidents mortels survenus lors de plongées souterraines en France, certains décès succèdent à des affections médicales préexistantes.

Afin de poursuivre la prévention des accidents en plongée souterraine, nous nous proposons par ce travail d'évaluer le suivi et l'aptitude médicale préalable d'un échantillon de plongeurs spéléologues.

Pour ce faire nous disposerons de l'analyse d'un questionnaire diffusé auprès des plongeurs inscrits au spéléo-secours français.

Nous pourrions ainsi apprécier si ces sauveteurs sont suffisamment informés des risques spécifiques encourus et s'ils en ont été personnellement victime.

Enfin, nous détaillerons le déroulement de la visite médicale d'aptitude et les contre-indications à la pratique de ce sport, absolues et relatives récemment actualisées.

**PRÉSENTATION DE LA
PLONGÉE
SPÉLÉOLOGIQUE**

PRESENTATION DE LA PLONGEE SPELEOLOGIQUE

RAPPEL HISTORIQUE

L'histoire de la plongée souterraine a déjà fait l'objet de nombreuses publications (1,2,3,4,5,6).

L'exploration des grottes et des gouffres remonte aux origines de l'espèce humaine, mais les premières expéditions datées et relatées nous proviennent d'Autriche et de Grande-Bretagne à la fin du XVIème siècle.

L'intérêt scientifique de la découverte et de l'observation des espaces souterrains offrant de vastes perspectives dans des domaines aussi variés que la topographie, la géologie, la biologie, l'archéologie, on comprendra l'engouement croissant de la spéléologie tout au long de l'histoire.

Cependant, l'eau, sous une voûte mouillante ou dans une galerie noyée que l'on désigne sous le terme général de siphon, a toujours marqué la fin de l'exploration jusqu'au jour où l'homme a décidé de s'y aventurer en apnée ou en scaphandre autonome, inventant ainsi la plongée souterraine.

C'est en 1878 que le scaphandrier marseillais Ottonelli atteignit la profondeur de – 23 mètres à la Fontaine de Vaucluse, devenant ainsi le premier plongeur souterrain français. Mais la discipline ne connaîtra son véritable essor qu'après l'invention du scaphandre autonome léger Cousteau-Gagnan, à air comprimé, inventé en 1946, puis de la combinaison de plongée étanche en 1948.

Les incidents et les accidents (un accident signifie une issue fatale) parmi les pionniers de la spéléoplongée furent nombreux, mais permirent d'améliorer les techniques et le matériel de plongée souterraine.

En 1956 apparaissent les premiers stages de formation à la pratique de la spéléoplongée, accompagnés de la publication d'une plaquette sur la sécurité en plongée souterraine.

AFFILIATION EN FEDERATIONS

Afin de faciliter la lecture de notre travail, il est nécessaire d'effectuer un bref rappel (7) des différentes fédérations françaises de spéléoplongeurs.

En 1953, lors de la création de la Fédération Française de Spéléologie (F.F.S) se constitue une commission nationale des plongeurs spéléologues.

Puis en 1969, se crée une commission de plongée souterraine, qui dépend de la Fédération Française d'Etudes et Sports Sous-Marins (F.F.E.S.S.M).

Jusqu'à ce jour, les spéléoplongeurs se répartissent sur le territoire en clubs, eux-mêmes affiliés à ces deux seules fédérations (la F.F.S. et la F.F.E.S.S.M.) qui se chargent de l'information, de la formation, et des règles de sécurité nécessaires à la pratique d'une discipline considérée comme l'activité sportive la plus dangereuse actuellement.

ORGANISATION HISTORIQUE DES SECOURS SPELEOLOGIQUES EN FRANCE

La succession d'accidents tragiques (6 décès en 1950 notamment)(8) a montré aux spéléologues et aux pouvoirs publics (Ministère de l'Intérieur, Ministère de la Santé) qu'il fallait disposer d'équipes et de matériel de secours spécialement prévus à cet effet.

Il faudra attendre 1977 pour que se constitue le Spéleo Secours Français (S.S.F.) sous l'impulsion de la F.F.S.

Le S.S.F réunit des plongeurs volontaires appartenant aux différents corps de métiers (artificiers, électriciens, paramédicaux, médecins...) susceptibles d'effectuer un secours en plongée souterraine.

Dès lors, la médicalisation des secours devient opérationnelle, le principe essentiel choisi étant de traiter et de conditionner au maximum le blessé sur place, pour l'évacuer dans le meilleur état physiologique possible.

Actuellement, les secours souterrains dépendent donc d'une part du service de la Sécurité Civile (dont la tutelle est le Ministère de l'Intérieur) et d'autre part du S.S.F. (Commission spécialisée de la F.F.S).

Annexe 1

**PRÉSENTATION DES
RISQUES INHÉRENTS A LA
PRATIQUE DE LA PLONGÉE
SPÉLÉOLOGIQUE**

PRESENTATION DES RISQUES INHERENTS A LA PRATIQUE DE LA PLONGEE SPELEOLOGIQUE

Comme on l'aura compris, la plongée spéléologique constitue la réunion des sports de plongée et de spéléologie ; il s'agit là d'une constatation triviale mais d'importance, puisque le plongeur spéléologue va être exposé aux risques inhérents à ces deux disciplines. Nous nous proposons de les rappeler dès à présent.

RISQUES INHERENTS A LA SPELEOLOGIE

1. Les lésions traumatiques (9) :

La pathologie traumatique est en première place en matière d'accident souterrain, pouvant toucher toutes les régions du corps, les lésions variant des contusions simples aux grands polytraumatismes.

On distingue la traumatologie osseuse (fracture, luxation), la plus fréquemment retrouvée, et la traumatologie viscérale (plaie vasculaire, rupture d'organe plein, etc...) ; l'étiologie en est principalement la chute.

2. Le syndrome d'épuisement (11) :

Il est consécutif à des explorations de plus en plus prolongées et sportives. Il associe parfois hypothermie, hypoglycémie, déshydratation extracellulaire et hyponatrémie.

Un manque d'entraînement et une diététique inadaptée sont incriminés, ainsi que le refus d'admettre la fatigue et de se reposer à temps. L'épuisement est un phénomène fréquent et dangereux, le matériel à transporter étant lourd en plongée spéléologique.

3. Les pathologies liées au harnais :

Le harnais du spéléologue est composé de deux sangles circulaires placées à la racine des cuisses, reliées à une ceinture abdominale, et de deux sangles-bretelles thoraciques.

Des études ont montré (10) que le phénomène d'épuisement sur harnais suspendu, pouvant conduire au malaise, est multifactoriel : il associe la fatigue musculaire, l'hypothermie, ainsi que la gêne au retour veineux, induisant une perturbation puis une défaillance du système cardio-circulatoire, avec ischémie cérébrale et décès rapide.

4. Les asphyxies :

Parmi leurs étiologies, on notera l'intoxication par gaz toxiques, l'oppression du thorax par la corde, voire la strangulation .

5. Les gelures (12) :

Elles ne sont pas réservées à la seule spéléologie d'altitude (nommée spéléologie alpine) ; on les observe fréquemment lors de séjours prolongés en rivière souterraine.

RISQUES INHERENTS A LA PLONGEE SOUTERRAINE

Afin de faciliter la lecture de notre étude, nous rappellerons ici trois des principaux incidents pouvant être rencontrés en plongée souterraine.

1. L'accident de décompression (13) :

Au cours d'une plongée, la descente et le séjour en fond s'accompagnent d'un effet de compression des gaz inhalés. L'azote se dissout alors dans le sang, et se répartit progressivement dans les différents tissus de l'organisme, les saturant de façon partielle ou complète selon la durée de la plongée et la profondeur atteinte.

Puis vient la phase de remontée, au cours de laquelle l'azote reprend sa forme gazeuse, et est normalement évacué par voie respiratoire.

Toutefois, une remontée trop rapide entraîne la formation de bulles d'azote intratissulaires : c'est l'accident de décompression.

On conçoit que la gravité de cet accident dépende de la localisation et de la taille des bulles d'azote au moment de leur apparition.

L'accident de décompression peut survenir lors d'une plongée ou plusieurs heures après le retour en surface.

2. La surpression pulmonaire (14) :

Cet accident d'une extrême gravité se produit toujours lors d'une remontée de plongée. Son mécanisme résulte d'une dilatation des gaz intra-pulmonaires, entraînant la rupture des parois alvéolaires s'il existe un obstacle à la libre circulation de l'air dans les voies respiratoires.

Le gaz fait alors issue dans la plèvre, le médiastin, voire dans les vaisseaux sanguins thoraciques (entraînant une embolie gazeuse).

Parmi les étiologies, on retrouve fréquemment une interruption de la respiration par panique, ou bien un spasme glottique, réflexe secondaire à la pénétration d'eau dans les fosses nasales et le pharynx.

La surpression pulmonaire est de symptomatologie plus ou moins bruyante, pouvant aboutir au décès, et se manifeste immédiatement ou dans les premières heures qui suivent la remontée.

Il s'agit de l'accident qui relève le plus urgemment d'un traitement par caisson hyperbare.

On l'évite en contrôlant la vitesse de remontée (rôle essentiel de l'ordinateur de plongée) et l'expiration.

3. Les barotraumatismes (14) :

Ils sont fréquents et concernent les cavités aériennes de la sphère ORL.

Le barotraumatisme de l'oreille moyenne résulte d'une non-équibration des pressions de part et d'autre du tympan, et se manifeste par des douleurs, voire par une rupture tympanique si l'ouverture de la Trompe d'Eustache est gênée.

De même, l'obstruction de l'ostium sinusien peut entraîner des douleurs frontales ou maxillaires, des épistaxis : cette symptomatologie constitue le barotraumatisme des sinus.

Il est donc absolument déconseillé de plonger en cas d'inflammation rhinosinusienne.

NOUVEAUX RISQUES INHERENTS A L'UTILISATION DE MELANGES GAZEUX SYNTHETIQUES EN PLONGEE

Parmi les risques inhérents à la pratique actuelle de la plongée souterraine, il convient de faire figurer l'utilisation des mélanges gazeux, qui est de plus en plus répandue.

La plongée à l'air comprimé expose à un risque de narcose à l'azote (gaz inerte de l'air, développant une action néfaste à l'égard du système nerveux central dès – 30 m, nommée « ivresse des profondeurs », qui associe troubles du comportement et incoordination motrice). Elle favorise de plus l'accident de décompression (du fait de la teneur élevée en azote).

La composition de l'air est en effet la suivante :

Oxygène : 21%, azote : 78,8%, gaz carbonique : 0,03%, et gaz rares ; on a cherché à diminuer la teneur en azote du mélange respiré, dans le but d'explorer des profondeurs plus élevées (-100 m et au-delà).

Trois types de mélanges sont souvent utilisés :

1. Le Nitrox (15) :

Ce terme est la contraction anglaise de « nitrogen »(azote) et de « oxygen » ; il désigne un mélange enrichi en oxygène (dont le pourcentage est variable mais supérieur à 21 %) et contenant moins de 78,8% d'azote.

Ses avantages sont :

- un seuil théorique de narcose repoussé,
- des temps de décompression plus faibles.

Mais l'organisme ne tolère pas de pressions partielles en oxygène supérieures à 1,7 bars en plongée (la pression partielle d'oxygène inspirée par le plongeur est le produit du taux d'oxygène par la pression ambiante) ; au delà, le plongeur s'expose à l'hyperoxie (atteinte du système nerveux central par l'oxygène entraînant perte de connaissance ou crises convulsives), et par-là même à la noyade. Il s'agit là du risque majeur lié à l'utilisation du mélange Nitrox (mélange que le plongeur souterrain réalise souvent lui-même, et sous son entière responsabilité).

2. Le Trimix (16) :

Il s'agit d'un mélange ternaire composé d'hélium, d'oxygène et d'azote. Il est utilisé pour plonger au-delà de – 50 m, jusqu'à la limite extrême de – 150 m. Le principe consiste à diluer l'azote avec de l'hélium (gaz diluant au pouvoir narcotique très inférieur à l'azote), pour entreprendre des plongées profondes. Chaque mélange Trimix préparé par le plongeur contiendra des proportions variables d'oxygène et d'azote ; ainsi, en fonction de son taux d'oxygène, à chaque mélange Trimix correspond une profondeur limite maximale (risque d'hyperoxie) et, si le pourcentage d'oxygène est inférieur à 17%, une profondeur minimale (risque d'hypoxie), qui déterminent sa zone d'utilisation.

Hormis ces deux mélanges complexes, il est nécessaire de présenter d'autres techniques plus rarement utilisées, mais nécessaires à la compréhension du lecteur.

3. *L'Heliox (16) :*

Il s'agit d'associer l'oxygène avec de l'hélium ; en supprimant totalement l'azote, on pourra ainsi entreprendre des plongées à très grande profondeur (jusqu'à - 200m). Les troubles décrits à ces profondeurs sont réunis en « syndrome nerveux des hautes pressions » (SNHP), syndrome caractérisé entre autres par des tremblements, des myoclonies qui s'intensifient avec la profondeur.

Ce mélange reste peu utilisé du fait du coût de l'hélium et de son maniement complexe.

Oxygène pur :

Son utilisation permet d'évoluer entre 0 et -7 mètres ; au-delà, la pression partielle devient supérieure à 1,7 bars. L'oxygène pur rend possibles des plongées longues à faible profondeur.

**EVALUATION DE
L'APTITUDE MEDICALE
EN PLONGEE
SOUTERRAINE**

EVALUATION DE L'APTITUDE MEDICALE EN PLONGEE SOUTERRAINE

PRESENTATION

Notre étude fait suite à un travail sur « les accidents mortels de plongée souterraine en France entre 1990 et fin 2000 »(0).

En effet, parmi les étiologies des 28 décès recensés pendant ces onze années, deux proviennent de pathologies pré-existantes, et ne semblent pas être liées à la plongée elle-même.(17).

Le 13 Mai 1996, deux plongeurs souterrains trouvent la mort à la Source de l'Ain ; le premier décède d'une hémorragie pancréatique brutale, le second d'une défaillance cardiaque aiguë (son autopsie révélera une malformation cardiaque).

Ces deux décès auraient pu être évités s'il n'avait existé un défaut préalable de contrôle d'aptitude médicale, de suivi médical, voire d'information concernant les risques encourus.

Notre analyse portera donc sur ce triptyque, qui semble être le minimum requis pour assurer la prévention des accidents en plongée souterraine.

MATERIEL

Cette étude a été rendue possible grâce à l'exploitation d'un listing de 165 plongeurs souterrains répertoriés dans l'annuaire du S.S.F.(commission de secours de la F.F.S.).

Nous disposons d'un questionnaire stéréotypé comportant 20 questions détaillées et réparties en quatre thèmes : renseignements généraux, expérience personnelle en plongée spéléologique, aptitude médicale, et enfin connaissances en secourisme et pathologies rencontrées en plongée.

Il s'agit donc d'une étude rétrospective débutée en juin 2001, pour laquelle nous avons adressé 165 courriers (voir annexe) comportant :

- une lettre expliquant notre travail,
- un questionnaire de réponse anonyme,
- une enveloppe affranchie pour le retour des documents.

Résultats

L'étude des résultats, outre l'analyse préliminaire du nombre de questionnaires adressés et reçus en réponse, reprendra point par point les paragraphes développés suivants :

- ✓ Renseignements généraux,
- ✓ Expérience en plongée spéléologique,
- ✓ Aptitude médicale,
- ✓ Connaissances en secourisme et/ou en médecine subaquatique

Résultats du mailing

Dans le listing fourni par le Spéléo Secours Français, comportant donc 165 coordonnées, 20 adresses incomplètes rendaient impossible l'acheminement d'un courrier.

L'envoi de 145 questionnaires donne, trois mois après leur expédition, les résultats suivants :

- ✓ 82 réponses ont été reçues, avec un questionnaire totalement rempli, et donc exploitable
- ✓ 18 courriers nous ont été retournés avec la mention « n'habite pas à l'adresse indiquée »
- ✓ 45 questionnaires sont a priori parvenus à destination, mais ne nous ont jamais été réadressés.

Les graphiques ci-après représentent les proportions de chaque catégorie de résultats :

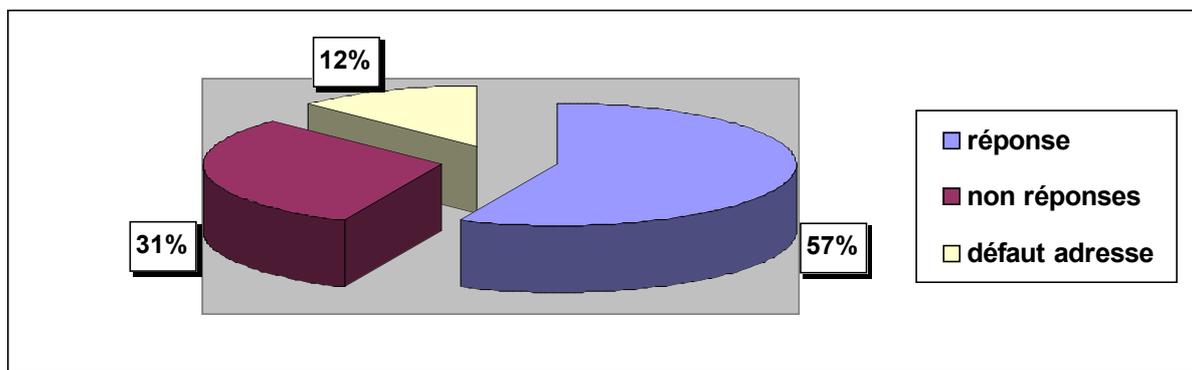


Figure 1 : répartition des courriers

Si l'on restreint notre analyse aux seuls courriers délivrés aux destinataires, et donc potentiellement exploitables, les résultats sont les suivants :

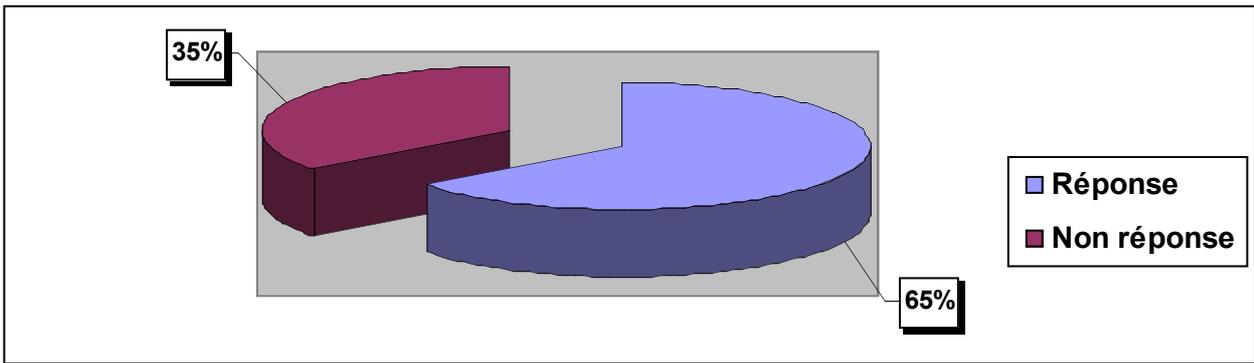


Figure 2 : proportion de réponses

L'ensemble des données étudiées dans les résultats énumérés ci-dessous concerne les 82 réponses obtenues à ce jour.

RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Répartition selon le sexe

Sur les 82 questionnaires dépouillés, 79 ont été remplis par des hommes, et 2 par des femmes. L'une des personnes interrogées a, semble t'il, omis de répondre à cette question ...

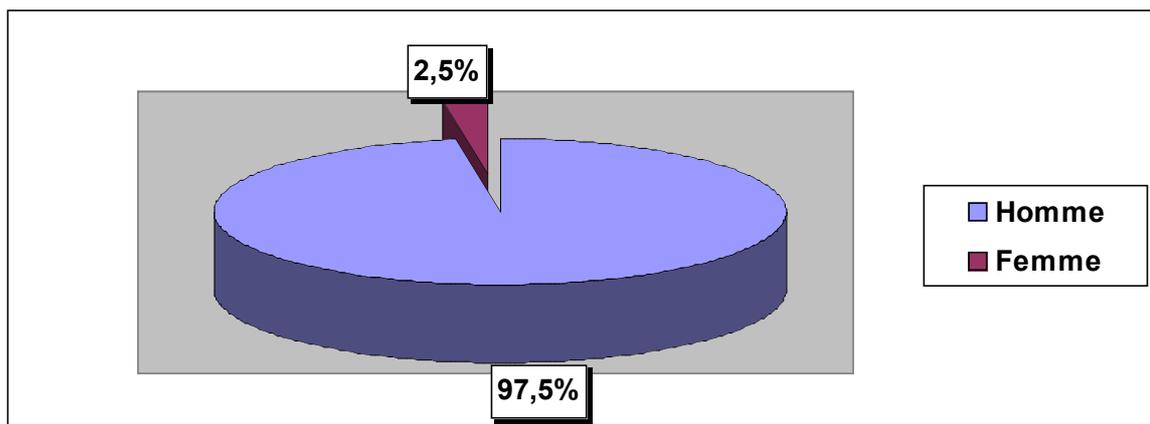


Figure 3 : répartition selon le sexe des personnes interrogées

Répartition selon l'âge

L'ensemble des plongeurs ont répondu à cette question, et sont répartis par tranches d'âge de 10 ans, comme indiqué dans le graphique ci-dessous.

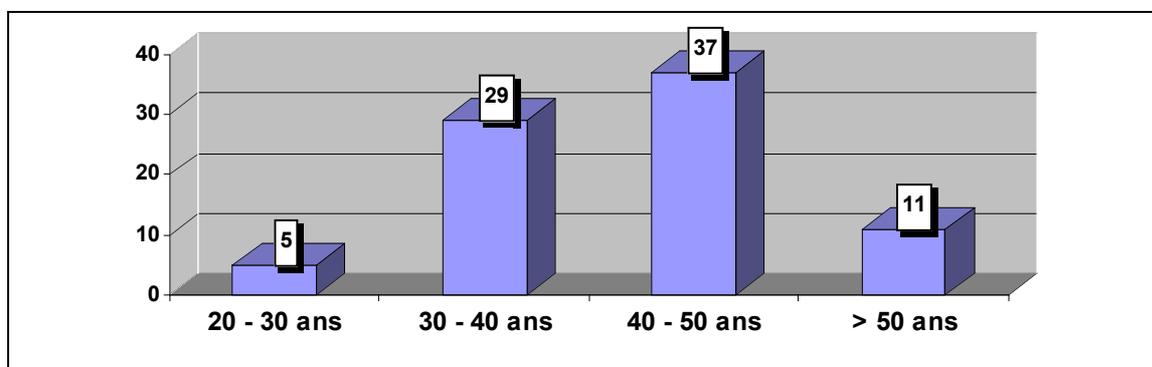


FIGURE 4 : AGE DES PERSONNES INTERROGÉES

Les résultats concernant les pathologies médicales préexistantes et les traitements en cours seront exposés avec ceux relatifs à l'aptitude médicale.

EXPERIENCE EN PLONGEE SPELEOLOGIQUE

Nombre d'années de pratique de la plongée spéléo

La très grande majorité des plongeurs ont plus de 5 ans de pratique (figure 5).

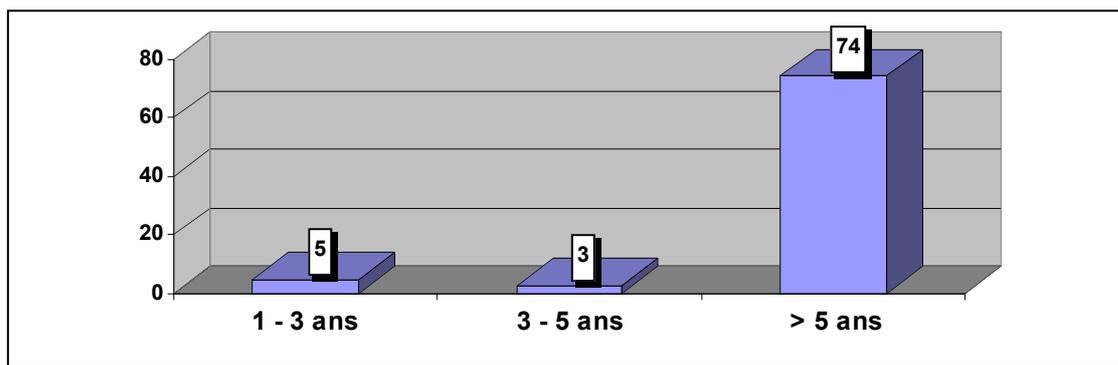


Figure 5 : nombre d'années de pratique de la plongée spéléologique

Nombre de plongées déjà effectuées

Concernant l'expérience en plongée, nous avons différencié celle en plongée souterraine et celle en plongée dite « à l'air libre ». Les résultats sont assez similaires pour ces deux pratiques, comme nous pouvons le constater sur la figure 6.

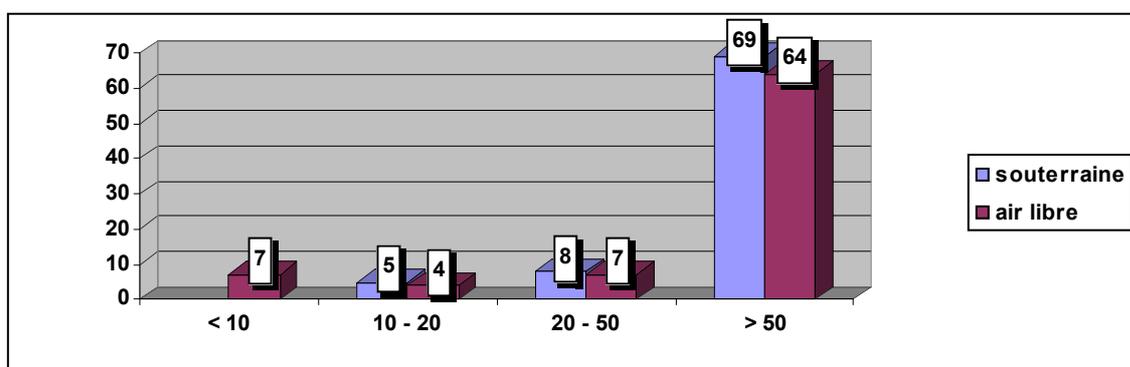


Figure 6 : nombre de plongées déjà effectuées en milieu souterrain ou à l'air libre

Profondeur maximale atteinte en plongée

Quatre tranches de profondeur ont été proposées afin d'uniformiser les réponses. La première tranche concerne les plongées inférieures à 20 mètres, et n'a été cochée sur le questionnaire par aucun plongeur. La répartition dans les trois autres tranches se traduit comme suit :

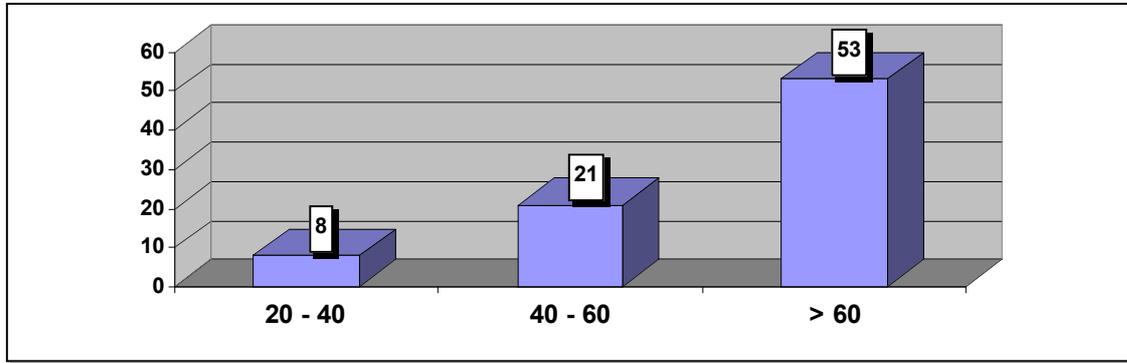


Figure 7 : profondeur maximale atteinte en plongée (en mètres)

Utilisation de mélanges gazeux en plongée

Plus de la moitié des plongeurs interrogés (45 sur 82) ont une expérience de plongée avec des gaz respirés autres que l'air. Pour la totalité de ces derniers, le Nitrox a déjà été utilisé et pour 34 d'entre eux, le Trimix également. Enfin, trois ont même déjà plongé avec de l'Héliox. (figure 8).

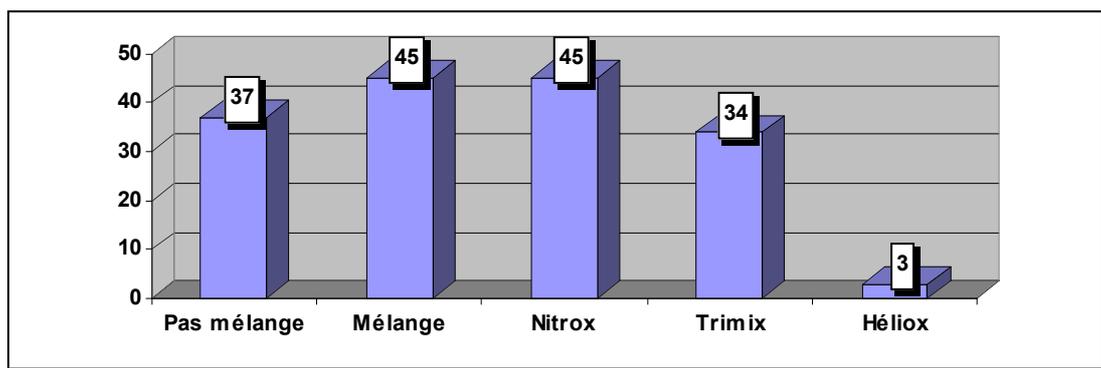


Figure 8 : utilisation de mélange en plongée et nature du mélange

Diplôme obtenu en plongée et nature de celui-ci

67 plongeurs sont titulaires d'un diplôme de plongée. Pour la majorité d'entre eux, il s'agit d'un diplôme délivré par la FFESSM.

Parmi les autres organismes ayant évalué les compétences, ont retrouvé :

- FFS : trois personnes,
- Sécurité civile : six personnes,
- INPP (Institut National de Plongée Professionnelle) : une personne,
- IANTD (International Association of Nitrox and Technical Divers) : une personne,
- BEES (Brevet d'Etat d'Educateur Sportif) : une personne.

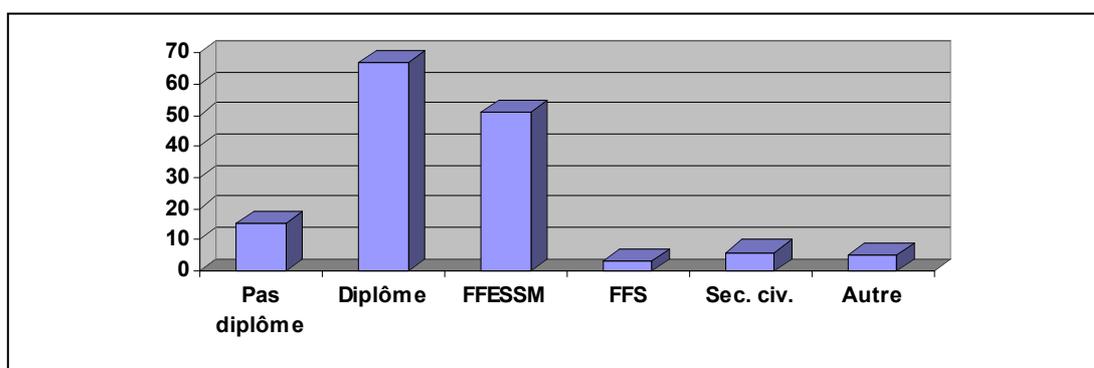


Figure 9 : plongeurs titulaires d'un diplôme et nature de celui-ci

Pour les plongeurs titulaires d'un diplôme délivré par la FFESSM, le niveau obtenu est détaillé dans la figure ci-dessous :

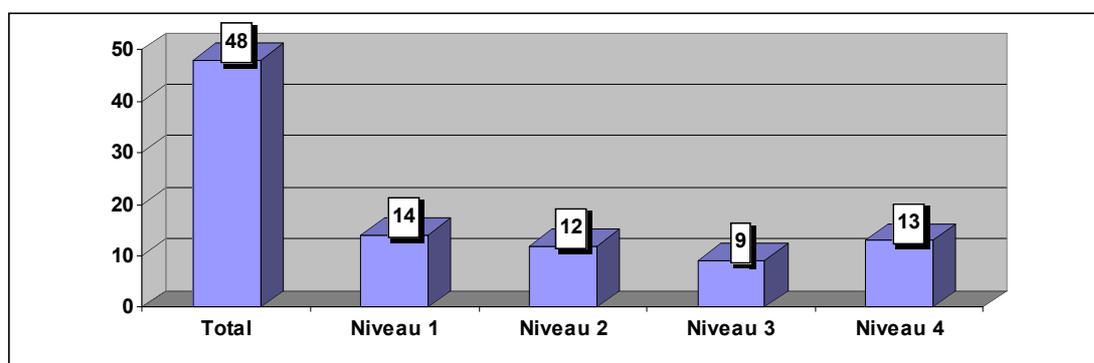


Figure 10 : niveau obtenu pour les titulaires d'un diplôme FFESSM

APTITUDE MEDICALE

Pathologie médicale

Parmi les plongeurs ayant répondu à cette question, 9 se sont déclarés porteurs d'une pathologie. On relève ainsi :

- Hypertension artérielle : 2
- Asthme : 1
- Arthrose : 1
- Spasmophilie : 1
- Prolapsus mitral : 1
- Atteinte de l'oreille interne : 1
- Allergie : 1
- Ischémie coronarienne avec stent : 1

A la question posée : Prenez vous régulièrement des médicaments ?

Là encore, neuf plongeurs ont répondu par l'affirmative.

Les traitements suivis de façon régulière sont les suivants :

- Anti-hypertenseurs : Cotareg[®], Micardis[®] (deux plongeurs hypertendus)
- Béta-bloquants, aspirine, statine, inhibiteur de l'angiotensine (plongeur coronarien)
- Anti-arthrosique : Vioxx[®] (plongeur souffrant d'arthrose)
- Iskédyl Fort[®]

Quatre plongeurs n'ayant pas déclaré de pathologie médicale, prennent cependant régulièrement des médicaments :

- Antihistaminique : Zyrtec[®] (deux plongeurs),
- Hypocholestérolémiant : Cholstat[®]
- Statine : Tahor[®]

Enfin, quatre plongeurs ayant signalé une pathologie ne sont pas traités pour celle-ci :
Asthme, prolapsus mitral, allergie, spasmophilie.

Visite médicale initiale et suivi médical

Seuls 58 plongeurs ont pris la peine de consulter un médecin avant leur première plongée.

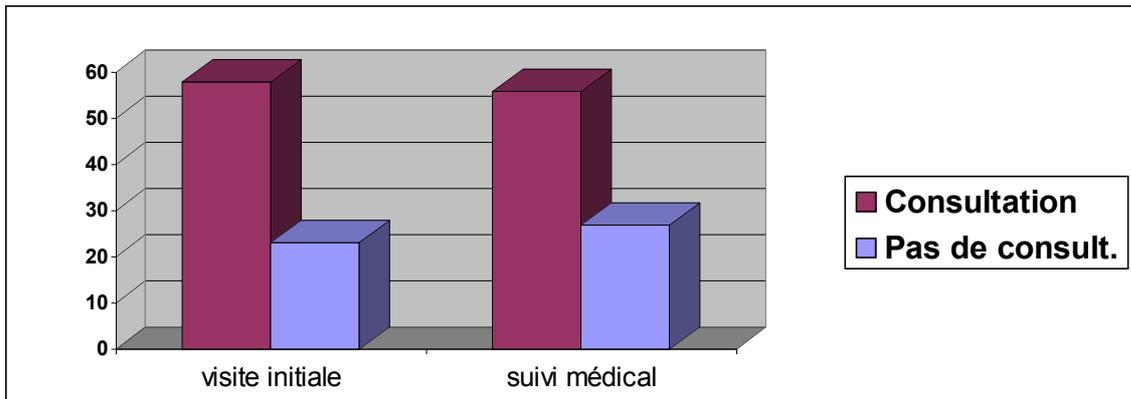


Figure 11 : suivi médical des plongeurs spéléo

Pour ceux qui ont bénéficié d'une visite médicale initiale puis d'un suivi, la qualification des médecins ayant effectué cette consultation se répartit comme suit (chaque médecin pouvant avoir plusieurs qualifications):

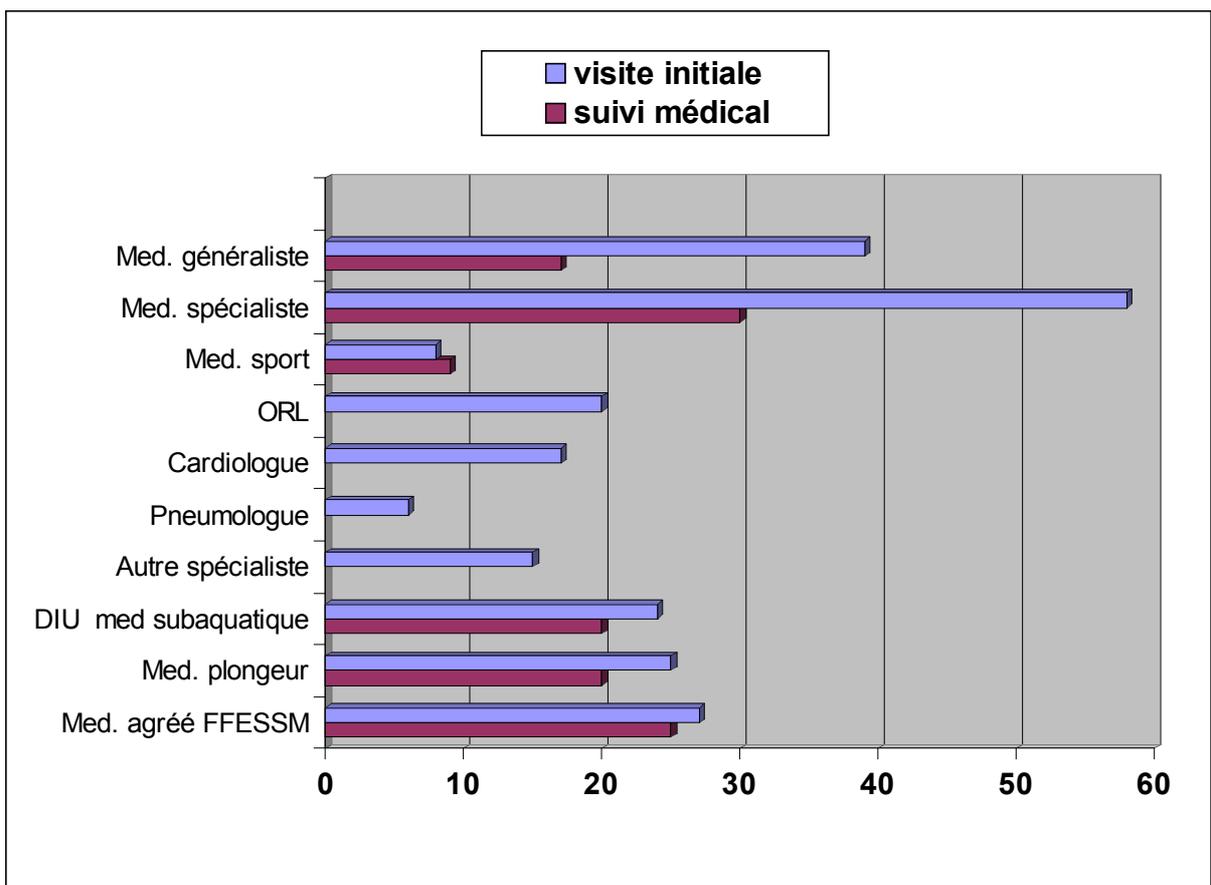


Figure 12 : qualifications des médecins effectuant l'évaluation médicale (initiale et suivi)

CONNAISSANCES EN SECOURISME ET/OU EN MEDECINE SUBAQUATIQUE

Pour chaque pathologie mentionnée dans le questionnaire (maladie de décompression, surpression pulmonaire et pathologie ORL), l'ensemble des données qui s'y rapportaient ont été regroupées sur une même figure.

On retrouvera donc successivement :

- les connaissances générales,
- la connaissance des facteurs favorisant leur apparition,
- la connaissance des premiers gestes à effectuer en présence d'une victime de cette pathologie,
- le nombre de plongeurs personnellement victimes de ces incidents.

Maladie de décompression

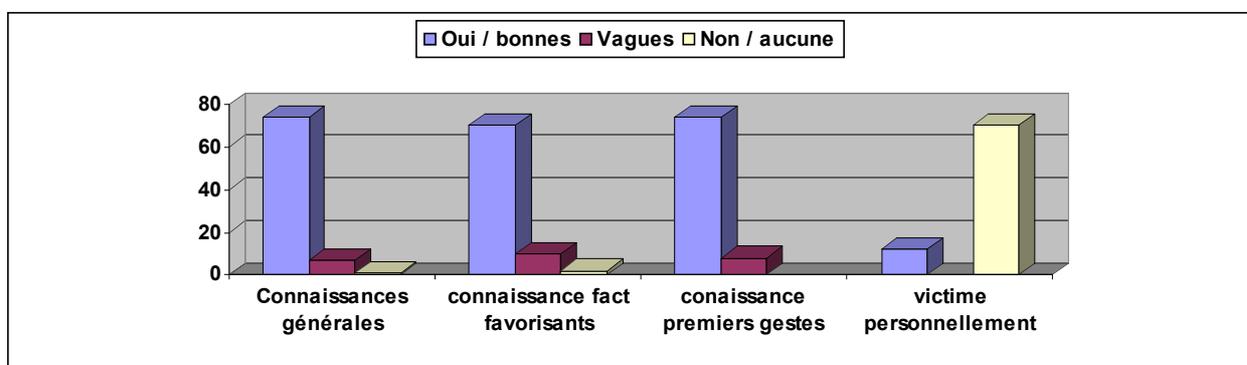


Figure 12 : connaissances et antécédents relatifs à la maladie de décompression

Surpression pulmonaire

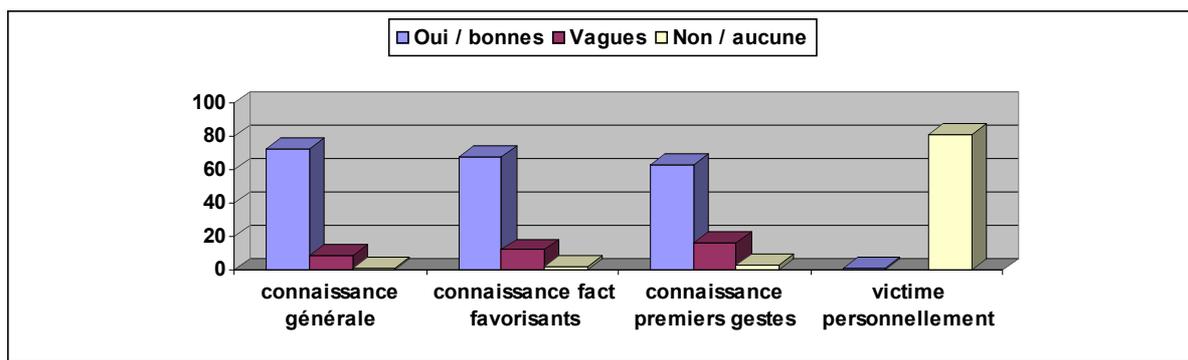


Figure 13 : connaissances et antécédents relatifs à la surpression pulmonaire

Pathologie ORL barotraumatique

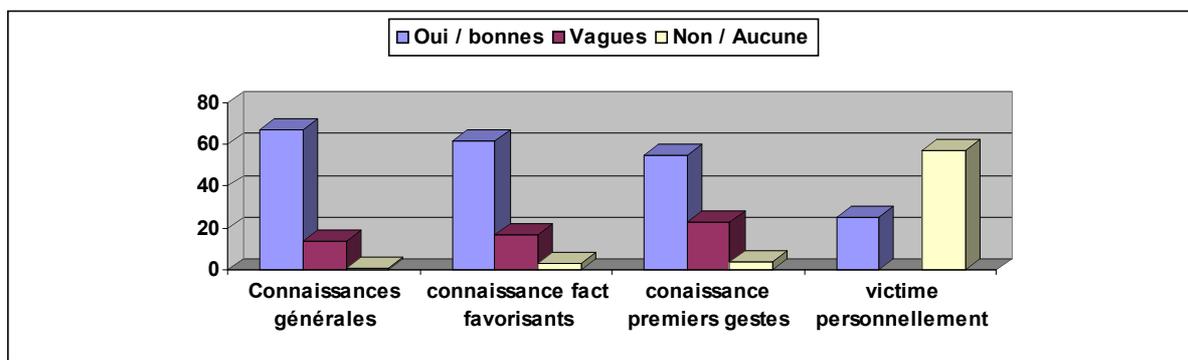


Figure 14 : connaissances et antécédents relatifs à la pathologie ORL

Traitement en caisson hyperbare

Dans cette question, ont été répertoriés tous les plongeurs ayant bénéficié d'une séance de caisson hyperbare dans le cadre du traitement d'une maladie de décompression. N'ont pas été comptabilisés ceux qui ont subi une séance de caisson à titre de test, avant délivrance d'un certificat d'aptitude.

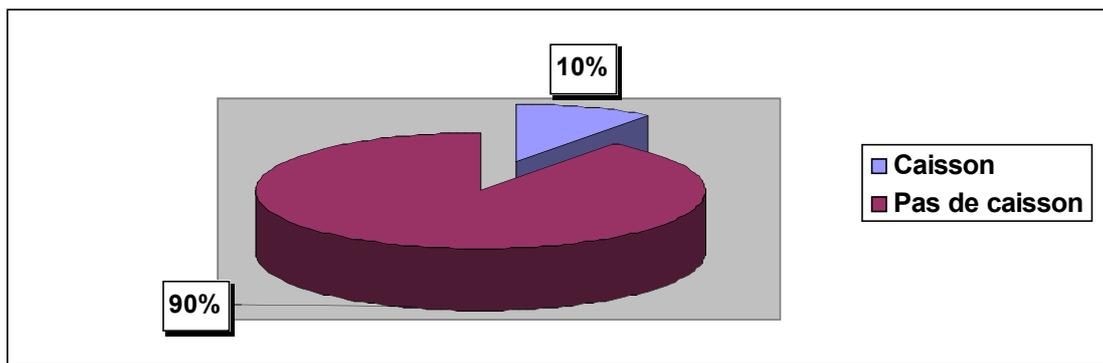


Figure 15 : plongeurs ayant déjà bénéficié d'un traitement par caisson hyperbare

Formation en secourisme

64 plongeurs sur les 82 interrogés ont une formation dans le domaine du secourisme. Pour la majorité d'entre eux (46 sur 64) il s'agit d'une formation de type AFPS (Attestation de Formation aux Premiers Soins). Par ailleurs, quatre plongeurs ayant répondu au questionnaire sont médecins.

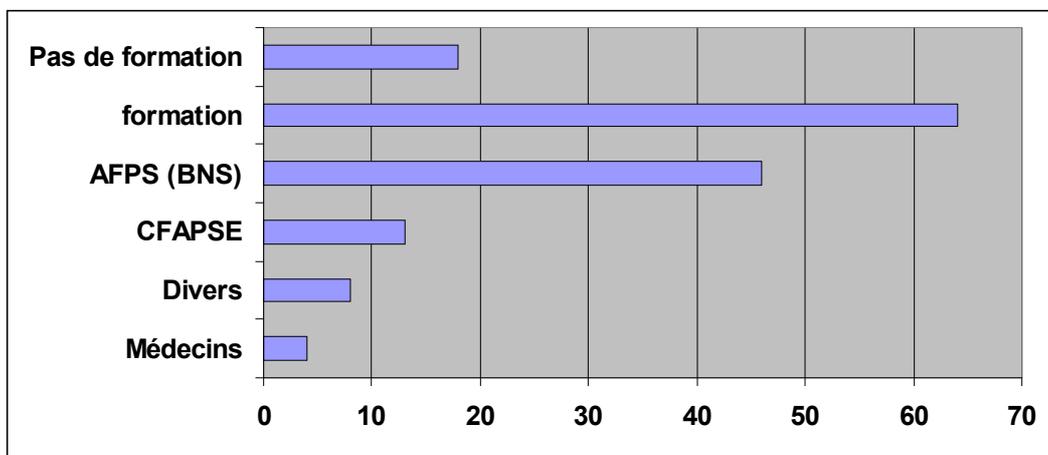


Figure 16 : formation dans le domaine du secourisme

Discussion

Le nombre de plongeurs français capables d'intervenir sur un secours en milieu souterrain est assez restreint. C'est la raison pour laquelle l'ensemble de ces plongeurs spéléologues sont répertoriés sur des listes nationales, qui sont consultées en cas de nécessité. Cependant, les problèmes classiques liés à la gestion et la mise à jour régulière de cette liste expliquent le nombre de questionnaires retournés pour adresse incorrecte. Peut être serait-il nécessaire d'améliorer la retranscription de ce type d'informations qui sont transmises le plus souvent aux responsables régionaux, mais qui parviennent avec quelques délais à la personne en charge de la liste nationale.

RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Répartition selon le sexe

La proportion féminine dans notre questionnaire est de 2,5 %. Ce chiffre très faible est à corréliser à la proportion de femmes recensée dans les accidents mortels en plongée souterraine de 1990 à 2000 [] : 11 %, et à celle des accidents mortels de plongeuses survenus entre 1950 et 1990 [] : 2,5 %.

Répartition selon l'âge

Plus de 80 % des plongeurs se situent dans la tranche d'âge entre 30 et 50 ans. Cette donnée s'explique par le fait que, dans notre étude, les personnes interrogées ont été répertoriées sur les listes de secours, et ont donc le plus d'expérience et d'ancienneté. A titre informatif, l'âge moyen des plongeurs dans les deux études précédemment citées [] oscille entre 27,2 et 32,6 ans selon les décennies.

EXPERIENCE EN PLONGEE

SPELEOLOGIQUE

Nombre d'années de pratique et nombre de plongées effectuées

La plupart des plongeurs interrogés ont une grande expérience en plongée souterraine. Cela s'explique encore une fois par le mode de recrutement choisi lors de l'envoi des questionnaires. Les quelques personnes ayant une expérience beaucoup plus restreinte font probablement partie de ce que l'on appelle les plongeurs de soutien. En effet, en fonction de leurs compétences les plongeurs sont répertoriés en deux catégories :

- les plongeurs de pointe,
- les plongeurs de soutien.

Profondeur maximale et utilisation de mélanges gazeux

L'analyse des résultats indique que 53 plongeurs ont déjà atteint des profondeurs de plus de 60 mètres. Or, l'étude de la figure 8 concernant l'utilisation des mélanges gazeux montre que seulement 45 d'entre eux ont une expérience dans ce domaine. On peut donc en conclure qu'au moins 8 plongeurs ont effectué des plongées à l'air en-dessous de 60 mètres, alors qu'à cette profondeur le risque de narcose à l'azote, et donc d'accident potentiellement mortel, est relativement important [].

Aptitude médicale

Pathologie médicale et traitement médicamenteux

Parmi les plongeurs ayant déclaré une pathologie médicale, l'un au moins d'entre eux ne pourrait pas obtenir de certificat médical de non contre indication à la plongée : celui qui est coronarien.

Pour d'autres, il faudrait approfondir quelque peu la question :

- Asthme qui est normalement une contre indication absolue. Mais le patient ne prend aucun traitement. Réalité de la maladie asthmatique ?
- Spasmophilie : peut favoriser des problèmes de panique lors de situations stressantes sous l'eau !

- Problème de l'oreille interne

Visite médicale initiale et suivi

Près d'un tiers des personnes sondées n'ont bénéficié d'aucun examen médical avant de commencer la plongée, et un nombre encore plus important n'a pas de suivi régulier ou pas de suivi du tout.

Ce constat tient en grande partie au fait que la visite médicale n'était pas obligatoire pour obtenir une licence de la F.F.S permettant de pratiquer la plongée souterraine en bénéficiant de l'assurance fédérale.

Or depuis le mois de mars 2001 (date de modification du règlement intérieur de la Commission médicale de la FFS), la délivrance d'un certificat médical annuel est obligatoire pour la pratique de la plongée souterraine. Cela devrait permettre d'augmenter le nombre de pratiquants suivis de façon régulière sur le plan médical. Par contre cela ne modifiera pas la pratique de tous ceux qui ne sont affiliés ni à la FFS ni à la FFESSM.

Connaissance en secourisme / médecine subaquatique

Il est intéressant de noter que pour 15 à 25 % des plongeurs les connaissances dans le domaine de la maladie de décompression, de la surpression pulmonaire et des pathologies ORL sont vagues voire nulles. Ceci autant dans le domaine des connaissances générales que de celles des facteurs favorisants et des premiers gestes à effectuer en présence de l'une de ces pathologies. Ces constatations sont probablement dues au fait qu'une partie des plongeurs n'a suivi aucune formation diplômante. Peut être que des efforts sur le plan de l'information pourrait être faite. La mise en place de la visite médicale annuelle pourrait servir de moyens pour diffuser cette information.

**RECOMMANDATIONS
ACTUALISÉES
CONCERNANT L'APTITUDE
MÉDICALE EN PLONGÉE
SOUTERRAINE**

RECOMMANDATIONS ACTUALISEES CONCERNANT L'APTITUDE MEDICALE EN PLONGEE SOUTERRAINE

DEROULEMENT DE LA VISITE MEDICALE D'APTITUDE

L'aptitude médicale sera déterminée au cours d'une visite spécifique, de préférence annuelle, dont nous allons rappeler les différents temps.

Il conviendra d'établir à cette occasion une fiche médicale personnelle, éventuellement traduite en anglais (destinée aux expéditions réalisées à l'étranger) et comportant une photographie, l'état civil, les principaux antécédents médicaux et traitements en cours ainsi qu'une liste des médicaments contre-indiqués. Cette fiche, remplie et signée par le médecin sera toujours accompagnée de la carte de groupe sanguin avec double détermination du plongeur spéléologue.

L'aptitude relève de l'évaluation médicale nécessaire à la pratique de la plongée souterraine d'une part, et de la spéléologie d'autre part.

A l'issue de cette visite, le médecin délivrera un certificat médical de non contre-indication à la pratique de la plongée (seul certificat obligatoire), pour lequel il engagera sa responsabilité pénale, civile, administrative et disciplinaire. Ce médecin devra donc être au fait des problèmes médicaux spécifiques de la plongée (médecins fédéraux ou agréés, médecins spécialistes hyperbares, médecins de la plongée, médecins du sport).

1- Interrogatoire

Il portera sur les antécédents familiaux de pathologies organiques (neurologiques, pleuro-pulmonaires, cardio-vasculaires) et sur les antécédents personnels (intervention chirurgicale, pathologie aiguë et/ou maladie chronique), les activités sportives pratiquées et le niveau d'entraînement physique, la motivation pour la pratique de la plongée et les buts visés en plongée souterraine.

Il sera nécessaire de connaître l'hygiène de vie (tabagisme, éthylisme, diététique)(17).

On prendra soin de consulter le carnet de santé du patient, et l'on contrôlera ses vaccinations (18) ; les vaccinations antitétaniques et antipoliomyélitiques sont fortement recommandées. Si la dernière injection connue remonte à moins de dix ans, une seule injection de rappel est suffisante, mais si elle est trop ancienne, on peut pratiquer une deuxième injection de sécurité un mois après. Si le sujet n'a jamais été vacciné contre la poliomyélite, on complètera par deux injections supplémentaires antipoliomyélitiques seules, avec un intervalle de trois à quatre semaines.

On recommande également, en France, les vaccinations antitypho-parathyphoidique (une injection de Typhim Vi® dans le mois précédent l'expédition) et antileptospirose (deux injections de 1 ml à 15 jours d'intervalle suivies d'un rappel à 6 mois puis tous les deux ans). Les vaccinations obligatoires ou recommandées dans certains pays étrangers seront mentionnées sur le certificat international de vaccinations ; certaines se pratiquent dans des centres agréés et doivent être programmées plusieurs semaines ou mois auparavant.

2- Examen

- ◆ neurologique : rechercher une comitialité ;
- ◆ psychologique ;
- ◆ mesure de l'acuité visuelle (test de vision des couleurs d'Ischiara) et examen spécialisé ophtalmologique nécessaire ;
- ◆ sphère O.R.L. (un examen spécialisé est recommandé) ;
- ◆ examen dentaire et consultation spécialisée au moindre doute ;
- ◆ cardio-vasculaire : E.C.G. systématique dès 40 ans (avec facteurs de risques) ou à partir de 50 ans (19);
- ◆ pleuro-pulmonaire ;
- ◆ appareil digestif, paroi abdominale et orifices herniaires ;
- ◆ appareil uro-génital ;
- ◆ ostéo-articulaire et morphologique ;

L'examen des urines à l'aide d'une bandelette permettra le dépistage de la présence de sucre, d'albumine, de sang, de leucocytes.

La découverte d'une affection méconnue, susceptible de faire encourir un risque en plongée, fera l'objet d'un bilan clinique approfondi et spécialisé, parfois complété par des examens fonctionnels, biologiques et radiologiques.

A l'issue de cet examen clinique systématique, on aura déjà pu éliminer une grande partie des contre-indications.

3- Tests cliniques d'aptitude

Au cabinet de médecine générale pourra être effectuée l'étude du retentissement de l'équilibre neuro-végétatif sur le système cardio-vasculaire :

◆ **réflexe oculo-cardiaque** (pour mesurer le ralentissement cardiaque)

Il entraîne une bradycardie voire une pause ; si le test est asymptomatique cliniquement on ne retient pas de contre-indication ;

◆ **réflexe sino-carotidien de Valsalva**, (réalisé après 30 flexions en apnée) ;

◆ **test d'immersion de la face** dans l'eau dont la température est comprise entre 7° et 10°C, en apnée, d'une durée de 30 secondes au minimum, sous enregistrement E.C.G. (dépistage du risque syncopal) ;

on pourra l'utiliser comme test de dépistage mais il n'a pas été établi de corrélation avec la réalité (19) ;

◆ **test dynamique de Ruffier-Dickson** (20) et annexe 2 :

Il s'agit d'un test simple et reproductible, permettant d'apprécier les qualités de résistance et d'endurance d'un sujet à l'exercice physique en fonction du retentissement sur l'appareil cardio-vasculaire, en mesurant les pulsations cardiaques.

Principe et mise en pratique :

On demande au sujet d'effectuer un effort standard de 30 flexions sur les cuisses, bras étendus, les pieds à plat sur le sol, les fesses venant toucher les talons, ce en 45 secondes ; cet exercice doit être fait en atmosphère tempérée, en dehors d'une période d'activité digestive, et après une période de repos physique ;

On relève le pouls sur 15 secondes au repos (P0), immédiatement après l'effort (P1), et une minute après l'effort (P2).

L'interprétation à l'aide d'un tableau (annexe) permet, si le test est réalisé dans des conditions identiques à chaque fois, d'apprécier toute modification de l'état

général et de suivre par exemple les progrès d'entraînement.

D'autres tests cliniques devront être réalisés lors de consultations spécialisées ; parmi eux seront retenus (par ordre de priorité) :

◆ **l'étude de la sphère O.R.L. :**

comprenant, après rhinoscopie puis otoscopie, une étude de la perméabilité tubaire par sonomanométrie ; l'épreuve fonctionnelle de passage en caisson hyperbare constitue un bon critère d'évaluation de la perméabilité tubaire ; l'examen vestibulaire comporte un test labyrinthique, par instillation d'eau à 10° dans le conduit auditif externe ; enfin, l'audiogramme détectera une hypoacousie .

◆ **la radiographie pulmonaire**

◆ **la réalisation d'épreuves fonctionnelles respiratoires :**

Elles permettent la mesure de la capacité vitale, et du V.E.M.S. (volume expiratoire maximal seconde) qui précise le caractère dynamique de la ventilation ;

Le sujet peut être soumis au « test d'apnée-résistance » ou test de Flack, mais son interprétation reste discutable, l'épreuve reflétant plus la motivation que la performance réelle. Ce test est aujourd'hui abandonné (19).

◆ **les épreuves d'effort :**

Elles étudient la capacité d'adaptation circulatoire pour un exercice musculaire donné.

L'épreuve sur bicyclette ergométrique donne une valeur approchée de la consommation maximale d'oxygène (à l'aide du normogramme d'Astrand et Ryhming) témoignant de la possibilité d'un sujet à soutenir un effort intense et prolongé. Pendant cette épreuve, la pression artérielle est surveillée, pour déceler éventuellement une mauvaise adaptation à l'effort. Ce test est complété par un enregistrement E.C.G. afin de dépister des signes d'ischémie ou un trouble du rythme accompagnant l'effort.

Une échographie cardiaque sera réalisée devant l'existence d'un signe cardiaque d'appel (19).

A l'issue de ces examens et explorations, le médecin certificateur décidera sans nuance de l'aptitude à la pratique de la plongée souterraine, après avoir apprécié les éventuelles contre-indications que nous nous proposons de rappeler ci-après :

CONTRE-INDICATIONS A LA PRATIQUE DE LA PLONGEE SOUTERRAINE

Pour comprendre l'importance de ces contre-indications, il faut savoir que la défaillance d'un individu peut mettre en jeu la vie de ses coéquipiers.(21)

*** Age :**

La plongée souterraine sera interdite avant un âge minimum de 16 ans, voire plus, en fonction de la maturité et de la stabilité psychologique du sujet.

*** Processus malins et évolutifs :**

Ils constituent une évidente contre-indication à une activité physique.

*** Contre-indications neurologiques et psychiatriques :(22)**

- Comitialité : l'oxygène respiré à une pression partielle élevée abaisse le seuil épiléptogène et augmente donc le risque de déclenchement d'une crise comitiale.

On retiendra donc la maladie épiléptique non-équilibrée, les antécédents cérébro-vasculaires, les myopathies, la myasthénie, la syringomyélie, la sclérose latérale amyotrophique ;

- Traumatisme crânien (sujet à réexaminer trois mois après) ;
- Hématome extra-dural opéré ;
- Affections psychiatriques sévères : psychose, névrose, dépression...

*** Contre-indications O.R.L. (21) :**

a. Temporaires (sujet apte après traitement adapté et consolidation) :

- malformations nasales (déviation de la cloison obstructive),
- polypose naso-sinusienne (bloquant la ventilation par effet « clapet »)
- rhinites aiguës ou allergiques, sinusites aiguës ou chroniques, otites externes ;
- les diabolos de sinus ne sont pas une contre-indication, pas plus que l'épistaxis après cautérisation ;

Les autorisations post-opératoires de reprise de la plongée, confirmées par les tests O.R.L. et par des épreuves de sécurité en caisson sont les suivantes :

- ◆ après un délais de trois semaines : paracentèse, redressement de la cloison nasale, micro-chirurgie endo-nasale, polypectomie au laser, ponction de sinus maxillaire ;
- ◆.après un délais d'un mois :chirurgie de l'éthmoïde, méatotomie du sinus maxillaire, clou de Lemoine dans le sinus frontal, perforation tympanique fraîche réparée à la colle ;
- ◆.après un délai de deux mois : perforation tympanique ancienne, otospongiose opérée (stapédotomie selon la technique de Causse), sachant que la plongée doit s'effectuer en béance tubaire volontaire (BTV) et qu'elle nécessite une surveillance spécialisée bisannuelle ;
- ◆.après un délais de trois mois : ablation de polypes du sinus frontal, micro-chirurgie pour pansinusite (cinq mois d'inaptitude pour la chirurgie classique) ;

b. Définitives :

- otites chroniques suppurées et otites chroniques opérées par technique ouverte
- cholestéatome
- oto-spongioses dont l'atteinte cochléaire est supérieure à 35 dB,
- vertiges labyrinthiques et Maladie de Ménière
- surdité unilatérale totale,
- fracture du rocher ancienne,
- laryngocèle (sac aérien dû à une hernie de la muqueuse laryngée)
- déficits audiométriques : supérieur à 20 dB pour les fréquences de 500 à 2000 Hz pour chaque oreille et les déficits supérieurs à 30 dB entre 3000 et 4000 Hz ;

*** Contre- indications ophtalmologiques (21) :**

Les lentilles de contact sont de plus en plus répandues, et peuvent être portées s'il s'agit de lentilles souples; toutefois on préférera l'utilisation d'un masque équipé d'un verre correcteur, compte tenu du risque de plaquage du masque ; par contre, l'utilisation de lentilles dures

exige qu'elles soient fenêtrées (par un orifice de 0,4mm au centre des lentilles), sinon le plongeur se trouve exposé à des picotements oculaires, voire à un œdème cornéen (par formation de bulles d'azote entre la cornée et la lentille) ;

a. Contre indications temporaires :

- Conjonctivites, kératites (contrôle d'aptitude à six mois) ;
- La myopie ne constitue pas une contre-indication, sous réserve de la réalisation d'un fond d'œil et d'un éventuel traitement préventif d'un décollement de rétine par laser ; ce dernier nécessite consécutivement un arrêt de la plongée pendant un mois ;
- Pathologie micro-circulatoire (HTA, diabète) : indication d'une angiographie en vue d'un traitement spécifique ;

b. Contre indications définitives par risque de placage du masque :

- luxation du cristallin
- glaucome
- kératotomie radiaire
- hémorragie du vitré ou de la rétine
- paralysie oculomotrice, diplopie ;

***Contre- indications stomatologiques (21) :**

- carie dentaire ou amalgames défectueux ; ils nécessitent une radiographie et un traitement ;
- dent de sagesse en désinclusion ;
- les prothèses dentaires doivent être retirées, et le port d'une prothèse complète contre-indique donc la plongée ; toutefois, en l'absence de prémolaires, incisives et canines , l'embout buccal sera remplacé par un masque extra-buccal de Faissol Pinto ;

***Contre-indications cardio-vasculaires (23, 19) :**

a. Relatives et/ou temporaires :

- HTA limite (supérieure ou égale à 14/9) à contrôler pendant six mois avant de délivrer l'aptitude ;
- tachycardie sinusale (si l'ECG est normal, il n'y a pas de contre-indication) ; de même pour une bradycardie ;
- péricardite ;

b. Absolues :

- hypertension supérieure à 16/10 cm Hg, même équilibrée par le traitement (augmentation physiologique de la tension artérielle en plongée)
- valvulopathies congénitale ou acquise, mêmes opérées ;
- un foramen ovale perméable ne se recherche pas systématiquement, mais il doit être évoqué après un accident ; sa découverte constitue une interdiction définitive à la plongée ;
- coronaropathies, même si le tracé ECG est redevenu normal ;
- troubles du rythme constatés à l'ECG, bloc auriculo-ventriculaire (hémibloc gauche) ; sujet porteur de pace-maker ;
- cardiopathie congénitale , cardiomyopathie obstructive (risque de syncope à l'effort), coarctation de l'aorte ;
- insuffisance ventriculaire gauche et/ou droite ;
- artérite des membres inférieurs ;
- varices avec ulcère variqueux ;
- les traitements anticoagulants et bêta-bloquants ;

*** Contre-indications pulmonaires :**

a. Temporaires ou relatives :

- Elles concernent essentiellement les maladies infectieuses en cours d'évolution : bronchite, trachéite, laryngite, pleurésie ;
- les syndromes restrictifs par abcès pulmonaire et tuberculose pulmonaire guérie nécessitent la réalisation d'une épreuve fonctionnelle préalable ;

- l'asthme divise aujourd'hui le monde de la médecine hyperbare en termes d'aptitude : aux Etats-Unis , la Navy, ainsi que les organismes de plongée de loisir, n'acceptent pas les sujets ayant présenté une crise d'asthme au-delà de l'âge de douze ans. En Angleterre, le British Sub Aqua Club (B.S.A.C.) (24) autorise la plongée aux sujets atteints seulement d'asthme à déclenchement allergique. En France (19), les recommandations d'experts sont les suivantes : chez les plongeurs adultes, ayant des antécédents d'asthme et qui sont stabilisés au moment du certificat d'aptitude (c'est à dire les patients dont l'examen clinique relève une absence de toux et/ou d'autre symptôme avec des EFR normales), on ne constate pas actuellement plus d'accidents que dans la population normale ; en revanche, un petit accident se manifestant par un bronchospasme au décours d'une plongée, doit faire rechercher une hyper-réactivité bronchique.

Parmi les tests de provocation on distingue le test de provocation bronchique au froid qui, s'il est positif, contre-indique définitivement la plongée, du test de provocation à la métacholine ;Ce dernier consiste à faire respirer au sujet de la métacholine en aérosol, le test est positif si l'on constate une diminution du VEMS de 20 % au moins par rapport à l'état de base. Dès lors, on contre-indiquera la plongée pendant trois mois avec prescription d'un traitement de fond et contrôle du test avant la reprise de la plongée et avant la saison des pollens.

b. Définitives :

→ les syndromes obstructifs :

- la bronchite chronique (pathologie qui provoque des quintes de toux fréquentes et le besoin d'expectorer) est incompatible avec le milieu ambiant sous-marin ;
- l'emphysème, ainsi que toutes les pathologies pulmonaires favorisant la survenue d'un pneumothorax (si celui-ci survenait sous l'eau il se mettrait immédiatement sous tension lors de la remontée, provoquant le décès du plongeur) ;
- un antécédent de pneumothorax ;
- une sténose bronchique cicatricielle ou carcinomateuse ;

→ les syndromes restrictifs :

- la fibrose pulmonaire ;
- les exérèses pulmonaires partielles ;
- les processus tumoraux pulmonaires ou pleuraux ;

Remarque : aucune Organisation n'interdit actuellement la plongée aux fumeurs ;

*** Contre-indications rhumatologiques :**

- ostéonécrose et toute affection osseuse radiologiquement visible située en regard ou bien en continuité avec les cartilages articulaires ;
- lombosciatique répétitive par hernie discale ;
- chirurgie osseuse récente.

*** Contre-indications digestives :**

- ulcère gastro-duodéal non guéri ;
- colite diverticulaire (risque de perforation d'organe creux) ;
- hépatite, pancréatite.

*** Contre-indications endocrino-métaboliques :**

- diabète insulino-requérant : en raison du risque de malaise hypoglycémique. Les sujets traités par sulfamides hypoglycémifiants sont également inaptes ;
- hyperuricémie avec atteinte articulaire ;
- hypercholestérolémie, hypertriglycéridémie ;
- dysthyroïdie non compensée ;
- En cas d'obésité (19), le risque d'accident de décompression étant augmenté, il est recommandé de se limiter à une plongée par jour, et de respecter strictement la procédure de décompression en s'équipant d'un ordinateur de plongée.

*** Accident de décompression :**

- la contre-indication sera temporaire en cas d'accident sans séquelle ;
- la reprise de la plongée sera formellement interdite en cas d'accident séquellaire ou de survenue inexplicite (accident dit « immérité »), et nécessitera l'avis du

médecin fédéral, visé par la commission médicale régionale si le sujet veut que l'on statue tout de même sur son aptitude.

*** Spécificités féminines (21) :**

- les menstruations ne constituent pas une contre-indication mais il est recommandé de ne pas plonger la veille et le premier jour des règles ; en effet des salpingites et des endométrites ont été décrites après des plongées en eau polluée pendant les règles; l'emploi d'une protection interne limite ce désagrément ;
- les affections gynécologiques en cours sont une contre-indication ;
- la grossesse, lorsqu'elle est connue, représente une interdiction formelle à la pratique de la plongée, compte tenu des risques d'embolie gazeuse, d'hypoxie foeto-placentaire, et de décollement placentaire ;
- enfin, les suites de post-partum et de chirurgie gynéco-obstétricale rendent inaptes à la plongée pendant une durée recommandée de six mois .

*** Plongée et médicaments (22) :**

La prise de médicaments, quels qu'ils soient, entraîne un risque d'accident supplémentaire pour le plongeur. Un effet secondaire médicamenteux, bénin à la surface, pouvant devenir fatal sous l'eau, il convient de prendre toutes les précautions nécessaires lors du traitement d'une pathologie, et de décourager toute automédication avant une plongée. En conclusion, toute prise médicamenteuse peut être une cause de contre-indication.

L'activité des principes actifs en hyperbarie n'étant pas prévue dans le protocole des essais cliniques des médicaments, les conséquences d'un traitement médicamenteux ne sont que supposées ; on extrapole à l'hyperbarie ce que l'on observe à la pression atmosphérique.

a. les médicaments à visée cardio-vasculaire contre-indiqués:

- les bêta-bloquants sont formellement contre-indiqués dans la plongée, qu'ils soient cardio-sélectifs ou non, en raison du risque de majoration de la bradycardie (induite par l'immersion faciale) et du risque de facilitation d'un bronchospasme. Enfin, ils empêchent les effets des catécholamines dans la régulation du froid, ce qui peut entraîner un syndrome de Raynaud ou des engelures (25).

Toutefois, aucun accident de plongée n'a été rapporté (23) chez des plongeurs actifs sous traitement, et il serait possible d'autoriser la plongée dans les conditions suivantes :

- dans son indication d'anti-hypertenseur (en évitant le SOTALEX® qui cumule une action anti-arythmique),
- chez des patients indemnes de cardiopathie par ailleurs,
- en évitant l'eau froide,
- avec une bonne tolérance du traitement, contrôlée par des ECG ;

Ces recommandations s'appliquent aux collyres anti-glaucomeux à base de bêta-bloquants.

- les inhibiteurs calciques à tropisme cardiaque : ces médicaments anti-angoreux et anti-hypertenseurs ont des effets inotropes négatifs et bradycardisants (diltiazem TILDIEM® vérapamil ISOPTINE®, bépridil CORDIUM®).
- Les anti-hypertenseurs d'action centrale (clonidine CATAPRESSAN®,...) peuvent provoquer une somnolence diurne, une hypotension orthostatique et une bradycardie.

Les Inhibiteurs de l'enzyme de conversion et les antagonistes de l'angiotensine II semblent être les mieux adaptés au traitement de l'HTA du plongeur, à la condition que les effets indésirables (toux sèche, troubles digestifs et cutanés) ne se manifestent pas au long cours.

- L'amiodarone : la CORDARONE® à un effet bradycardisant modéré .
- Autres anti-arythmiques : la pathologie à l'origine du traitement justifie à elle seule une contre-indication ; certains d'entre eux possèdent en plus un effet proarythmogène : quinidine LONGACOR®, disopyramide RYTHMODAN®, cibenzoline CIPRALAN® ;
- Les dérivés de l'ergot de seigle : ils favorisent la survenue d'engelures.
- Les diurétiques ne sont pas contre-indiqués mais seulement déconseillés. Le bilan hydrique après une plongée est déjà négatif ;il faudra tout particulièrement veiller sous traitement à une bonne hydratation avant et après la plongée.
- Les anti-vitamine K : le risque traumatique justifie leur contre-indication .

Remarque : la prise d'acide acétyl salicylique à posologie anti-agrégante est tolérée.

b. Les vasoconstricteurs locaux à visée ORL :

Compte tenu de leur effet rebond, avec œdème secondaire des muqueuses pouvant obstruer les ostiums et favoriser les barotraumatismes, leur utilisation avant une plongée est à proscrire ; ils sont dans la réalité très utilisés ; on leur préférera du sérum physiologique pour réaliser un lavage des fosses nasales.

c. Médicaments augmentant le risque de narcose et de somnolence :

- Les benzodiazépines : le risque de narcose et de somnolence est majoré par la prise de dépresseurs du système nerveux central.
- Les neuroleptiques et les antihistaminiques H1 : très souvent utilisés en automédication à visée antinaupathique, ils sont eux aussi contre-indiqués (26).
- Les antalgiques opiacés : il faudra proscrire aussi les sirops antitussifs qui contiennent de la codéine .

d. L'insuline et les antidiabétiques oraux :

Les variations de pression exercées par la colonne d'eau sur la peau, en fonction de la profondeur, entraînent une modification importante de la résorption de l'insuline après injection sous cutanée, et donc de fortes variations de la glycémie.

Les sulfamides hypoglycémiantes, quant à eux, exposent au risque d'hypoglycémie, majoré par le froid, l'effort physique, le stress et la fatigue physique.

Remarque : les biguanides et l'acarbose (GLUCOR®) ne sont pas contre-indiqués.

e. L'éthanol :

Il est bien sûr formellement interdit de plonger après ingestion d'alcool .

Les médicaments contenant de faibles quantités d'éthanol ne sont pas spécifiquement interdits, mais ils peuvent être à l'origine d'un effet antabuse (provoquant bouffées de chaleur, tachycardie, tachypnée et diminution de la pression artérielle) lorsqu'ils sont associés à certaines autres spécialités comme par exemple le métronidazole (FLAGYL® ou RODOGYL®)(27).

f. Les contraceptifs oraux :

La prise de certains contraceptifs peut théoriquement augmenter la coagulabilité sanguine. Cependant, une étude (28) ne retrouvait pas d'augmentation de la sensibilité aux accidents de décompression sous contraceptifs.

CONTRE-INDICATIONS A LA PRATIQUE DE LA SPELEOLOGIE SPORTIVE

Dans l'inventaire exhaustif des contre-indications nous allons à présent rappeler au lecteur les recommandations concernant la pratique de la spéléologie. Ces contre-indications comprendront toutes celles citées plus haut pour la pratique de la plongée auxquelles nous ajouterons les suivantes :

*** affections neurologiques :**

La sclérose en plaques constitue, lors des poussées, une contre-indication absolue à la pratique de la spéléologie. On pourra cependant réévaluer l'aptitude des sujets lors des périodes de quiescence de la maladie.

Il en est de même pour les patients épileptiques ; la contre-indication pourra être levée seulement en cas d'absence de crises comitiales depuis deux ans au moins, et si leur examen neurologique est normal (que ces patients soient ou non sous traitement).

*** affections hématologiques :**

- Thromboses vasculaires récidivantes ;

*** affections digestives :**

- Hernie de faiblesse ou éventration non opérée ;
- Hépatomégalie et /ou splénomégalie : il existe un risque de rupture de ces organes lors d'une chute ou d'une compression par le harnais.

*** affections endocriniennes :**

- Hypercorticisme et maladie de Cushing ;
- Maladie de Basedow ;
- Insuffisance surrénalienne ;
- Tétanie hypocalcémique (l'activité physique entraîne une hyperpnée pouvant être à l'origine de crises).

*** affections rénales :**

Les pathologies rénales (glomérulonéphrite, insuffisance rénale) contre-indiquent la spéléologie en raison du froid (il induit une vasoconstriction périphérique et rénale) et de la déshydratation constante secondaire à la sudation.

*** affections rhumatologiques :**

La pratique de la spéléologie est déconseillée dans les cas suivants :

- rhumatisme inflammatoire en dehors des poussées ;
- arthrose ;
- spondylolisthésis, surtout avant la fin de la croissance ;
- scoliose importante, séquelles d'épiphysite vertébrale ;
- luxation récidivante de l'épaule, hyperlaxité ligamentaire (sous terre, la marche s'effectue en terrain glissant et accidenté) ;

Remarque : la pratique intensive d'un sport n'est jamais anodine avant la puberté.

*** La grossesse :**

La grossesse, dès la huitième semaine contre-indique l'aptitude à la spéléologie en raison du risque de traumatisme abdominal exercé par le harnais, ou bien

lors du passage d'étroitures, et du fait de l'environnement favorable aux chutes par glissade .

Enfin, l'augmentation des risques de thrombose lors de séjours prolongés (plus de trois semaines), à plus de 3000 mètres d'altitude amène à interrompre la prise de contraceptifs oraux avant la pratique de la spéléologie alpine ;

*** Cas particulier des sujets dont l'état de santé permet une activité physique sous contrôle médical :**

On prendra soin d'éduquer le sujet en l'aidant à connaître les limites imposées par sa maladie. Un contrôle médical plus fréquent que pour les autres spéléologues est nécessaire pour apprécier l'adaptation du sujet au sport. La spéléologie permet, par la variété de ses cavités, de choisir le type d'exploration adaptée à ses capacités physiques.

CONCLUSION

UNIVERSITE DE DIJON

THESE SOUTENUE PAR M. LACAILLE PIERRE-JEAN

CONCLUSIONS

La plongée souterraine est une activité sportive de loisir, qui nécessite une connaissance et une maîtrise parfaites des éléments naturels et du matériel de plongée, pour être pratiquée dans des conditions de sûreté optimales. Elle reste néanmoins une discipline extrêmement risquée, puisque les incidents et accidents de plongée peuvent aboutir à de lourdes séquelles voire même au décès du plongeur.

L'aptitude médicale du plongeur souterrain, préalablement déterminée et régulièrement surveillée, constitue la condition sine qua non à la pratique de ce sport en toute sécurité. Elle doit être évaluée par des médecins compétents en médecine subaquatique et connaissant les risques spécifiques de cette discipline. En effet, cette étude montre qu'un nombre important de plongeurs souterrains de pointe ne bénéficient d'aucun suivi médical, qu'il soit préalable (lors de la visite d'aptitude initiale) ou régulier. Au contraire, beaucoup d'entre eux consultent malheureusement après avoir été victimes de leur premier accident de plongée. Dix pour cent des plongeurs interrogés présentent même une contre-indication absolue et/ou relative à cette pratique.

La mise en place d'une visite médicale annuelle de non contre-indication à la plongée, systématique pour ne pas dire obligatoire, devrait être proposée à l'ensemble de la communauté des plongeurs souterrains (environ 550 pratiquants).

Compte tenu de l'enjeu, en termes de vies humaines et sur le plan économique (une intervention de sauvetage organisée en milieu souterrain immergé fait ressortir un coût de plusieurs millions de francs à la charge de l'Etat et de la commune concernée), le Ministère de la Jeunesse et des Sports élabore actuellement une réglementation concernant cette visite médicale d'aptitude annuelle, en collaboration avec des médecins experts, membres du SSF et de la FFESSM.

Par ailleurs, la mise en place de ce contrôle médical est essentielle pour contribuer à l'information des plongeurs en matière de pathologies subaquatiques. Ceci est particulièrement nécessaire pour ceux d'entre eux qui n'auraient pas suivi de formation préalable en vue de l'obtention d'un diplôme de plongée (cette étude montre qu'environ 20%

des personnes interrogées n'ont que de vagues connaissances de ces pathologies, voire aucune).

Enfin, le nombre élevé d'adeptes de ce sport ayant présenté un accident de décompression (15% déjà traités en caisson hyperbare dans cette étude) justifie le fait de poursuivre les recherches concernant les possibilités de traitement spécifique en milieu souterrain (étude sur l'utilisation de caissons de décompression souples et transportables).

Le Président de la Thèse,

Vu et permis d'imprimer

Dijon, le

Le Doyen,

UNIVERSITE DE DIJON

FACULTE DE MEDECINE

Je soussigné, Professeur de la Faculté de Médecine de l'Université de Bourgogne,
déclare avoir lu la thèse de M. LACAILLE Pierre-Jean,

intitulée : Evaluation de l'aptitude médicale en plongée souterraine en France,

et en prendre la responsabilité.

Dijon, le

Le Président de la Thèse,

Vu, le Doyen,

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BEDOS A., MALLARD M., OSTERMANN J.-M.
Expéditions à l'étranger.
FFS/Secours et prévention en spéléologie et en plongée souterraine.
1990 : M1-M2.
- (2) BLADE J., DIRECTION CENTRALE DU SERVICE DE SANTE DES ARMEES.
Instruction N° 2240/DEF/DCSSA/AST/AS du 22 septembre 1992 relative à l'aptitude médicale à la plongée sous-marine dans les armées.
NOR DEFE 9254071J BOC/PP-12 octobre 1992-N° 42 : 3382-3392.
- (3) BONNIN J.P., GRIMAUD C., HAPPEY J.-C., STRUB J.-M.
La plongée sous-marine sportive.
Masson, 1992.
- (4) BOUVARD M., MALLARD M.
Aptitude à la pratique de la spéléologie sportive.
FFS/Secours et prévention en spéléologie et en plongée souterraine.
1990 : N1-N3.
- (5) BROUSSELE B.
Physiologie et médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992.
- (6) BROUSSELE B., COURTIÈRE A.
Toxicité de l'oxygène.
In : BROUSSELE B.
Physiologie et Médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992 : 298-317.
- (7) BRUNET P.
Ce que peut apporter l'enseignement.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 46-51.
- (8) CART P.
Utilisation des mélanges respiratoires de synthèse en plongée loisir.
Th. : Méd : Dijon : 1998 ; 62.
- (9) CASATI L.
Plongée profonde et comportement humain.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 102-105.

- (10) CHATEAU J., HUGON M., THEOBALD X.
Accidents de décompression. Clinique et thérapeutique.
In : BROUSSE B.
Physiologie et Médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992 : 379-409.
- (11) DAVID E.
Compte rendu d'intervention – Source de l'Ain.
Info-SSF 1996; 41 : 9.
- (12) DE LAVAUR G.
Les premiers pas de la plongée souterraine.
Spélunca Bull. 1963 ; 4 : 7-13.
- (13) DELMAS P.
L'aptitude à l'effort en spéléologie.
Spélunca. 1985 ; 19 : 33-34.
- (14) DODELIN C.
Accidents spéléologiques en France de 1985 à 1995.
Info-SSF 1997; 45 : 11-15.
- (15) Fédération Française de Spéléologie – Commission « plongée ».
<http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/federation/commission/plongee/plongee.htm>
- (16) Fédération Française de Spéléologie – Commission « secours ».
<http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/federation/commissions/secours/secours.htm>
- (17) Fédération Française de Spéléologie – Fédération – Commission – Médicale –
Présentation.
<http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/federation/commissions/medicale/medicale.htm>
- (18) DOUCHET M.
Recommandations pour la pratique de la plongée souterraine aux mélanges.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 88-94.
- (19) DUCASSE J.-L., GALEA S., FRANCOIS P., WOLKIEWIEZ J.
La femme et la plongée, aspects épidémiologiques, physiologiques et médicaux.
- (20) DUCASSE J.-L., IZARD P.
Actes du troisième séminaire de médecine de plongée.
Ed. C.H.U. de Toulouse (Réanimation Hyperbare). FFESSM (communication médicale régionale).
Santa eulalia del rio 1995.
- (21) FAUST P.
Les accidents et incidents en spéléologie. Leurs causes, les lésions provoquées et leur prévention (étude sur 4 années).
Th. : Méd : Nancy I, 1983.

- (22) FRACHON JC.
La plongée spéléologique en France.
Spélunca Bull. 1977 ; 2 : 67-71.
- (23) FRACHON JC.
Les secours français en spéléo-plongée.
In : FFS et FFESSM.
Compte rendu de la rencontre internationale de secours en siphon (1985 : Francheville).
Dijon : Ligue spéléologique de Bourgogne Ed, 1985 : 22-31.
- (24) FRACHON JC.
Aperçu historique sur la plongée souterraine française.
Sifon 1999 ; 35 : 20-24.
- (25) GAVARY P.
Sécurité de la plongée autonome aux mélanges.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 76-78.
- (26) GUILLAUME F. La Médicalisation des secours en France, le point en 1980.
Proc. 8 th int. Spéléo cong. KENTUCKY, USA, 1981, 650-651.
- (27) HADJ N.
L'épuisement et les moyens de secours en spéléologie.
Th : Méd : Montpellier. 1980, 86.
- (28) JASINSKI M.
Plongée sous la terre.
Paris : Flammarion, 1965.
- (29) LAFAY.
Aptitude à la plongée en scaphandre et appareil cardio-vasculaire.
Collège grenoblois de Médecine du sport.
Grenoble. 20 juin 1997.
- (30) LECOANET F.
Plongée sous marine sportive aux mélanges synthétiques : le médecin face aux risques nouveaux.
Th. : Méd : Lyon I. 1998.
- (31) LEVEQUE G.
Médicaments et plongée sous marine de loisir : accidents, causes et traitements.
Th. : Pharm : Lille II. 1998.
- (32) MALLARD M.
Statistiques. Secours et prévention en spéléologie et en plongée souterraine.
In : FFS. Paris : 1990 : C1-C3.
- (33) MALLARD M.
Secours et prévention en spéléologie et plongée souterraine.
Th. : Méd : Lille : 1985.

- (34) MARBACH G., ROCOURT J.L.
Techniques de la spéléologie alpine. 3e éd.
Cahors : Expé Ed, 2000.
- (35) MIGUERES J.
Plongée et Médicaments : attention aux mélanges détonants.
Octopus n°1, fev.- mars 1996 ; 32-34.
- (36) MOLLE P.
Enseigner et organiser la plongée. 2e éd.
Paris : Amphora, 1992.
- (37) MOYA P.
Des tous débuts de la plongée spéléo à la maturité.
Info-Plongée 1998 ; 78 : 17-19.
- (38) MOYA P.
Historique de la plongée souterraine.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 13-15.
- (39) MUGNIER P.
La prévention par l'information et la formation.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 43-45.
- (40) PHLERS W., FLORA G.
Accidents d'escalade : chute libre, choc et suspension.
Traduction BARIOD J. (anglais/français) 1986, 3 p., Doc com. FFS.
- (41) PILLOT JD.
Les accidents mortels de plongée souterraine survenus en France entre 1950 et 1990.
Th. : Méd : Toulouse 3 : 1991 ; 1139.
- (42) Plongée aux mélanges. Arrêté du 28.08.2000.
JO numéro 221 du 23 septembre 2000 page 15005.
Ministère de la jeunesse et des Sports.
- (43) POGGIA F.
Organisation des secours de la plongée souterraine en France.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 22.
- (44) REZETTE J.P., WATTEL F.
Plongée sous-marine et prise d'antinaupathique.
Infomed n° 2 , 17-19.
Ed ; FFESSM. Marseille 1991.

- (45) ROY H., MICHEL J.
Civière de plongée souterraine.
Rev SAMU 1999; 3 : 64-66.
- (46) ROY N. Les accidents de plongée souterraine en France de 1990 à 2000.
Th. : Méd. : Dijon. 2001.
- (47) Spéleo-Secours Français.
<http://sssi.free.fr/ssf.html>
- (48) STEFANATO JP.
Les brevets de cadres en plongée souterraine : bientôt 10 ans.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine – Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 38-41.
- (49) SYKES J.J.W.
Medical aspects of scuba diving.
B.M.J., n° 308, June 4, 1994 : 1483-1488.
- (50) TOLLEMER R.
L'examen médico-sportif préalable à la plongée amateur. Intérêt clinique et limites
médico-légales d'une médecine d'équipe.
Sud Ouest méd. 1984, 9 : 475-480.