FACULTÉ DE MÉDECINE DE DIJON

ANNÉE 2001

N C'

LES ACCIDENTS MORTELS DE PLONGÉE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 1990 À 2000

THÈSE

présentée
à la Faculté de Médecine de DIJON
et soutenue publiquement le 13 avril 2001
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

ROY Nicolas

né le 25 février 1970
à AUXERRE (89)

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES **1**

INTRODUCTION **2**

LA PLONGEE SOUTERRAINE AUJOURD'HUI **4**

HISTOIRE DE LA PLONGÉE SOUTERRAINE 4
RAPPELS DE PHYSIQUE 5
PHYSIOPATHOLOGIE 7
MATERIEL DE PLONGEE SOUTERRAINE 10
TECHNIQUE DE PLONGÉE SOUTERRAINE 22

LES ACCIDENTS MORTELS DE PLONGEE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 1990 A 2000 ..... **27**

MATERIEL ET METHODES 27
ETUDE DES CAS 31
RESULTATS 69

DISCUSSION **78**

PLACE DE LA PLONGÉE SOUTERRAINE 78
ANALYSE ET COMPARAISON AUX ETUDES PRECEDENTES 79
SECOURS EN PLONGÉE SOUTERRAINE 85
PREVENTION 90

CONCLUSION 93

ANNEXES 95

ANNEXE 1 : LISTE DES CAISSONS THÉRAPEUTIQUES 95
ANNEXE 2 : MATÉRIEL MÉDICAL DE L'ÉQUIPE SPÉLÉO DU SAMU 21 99

BIBLIOGRAPHIE **108**

INTRODUCTION

La plongée souterraine a permis de découvrir, par le franchissement de siphons, des réseaux de galeries très importants. Mais c'est une discipline dangereuse. Elle demande de la part du plongeur une parfaite maîtrise des techniques spécifiques à sa pratique (20, 50).

Nous nous proposons, par ce travail, d'étudier les accidents mortels de plongée souterraine survenus en France depuis le début de l'année 1990 jusqu'à la fin de l'année 2000.

Après un bref aperçu de l'historique de la plongée souterraine, une synthèse sera effectuée sur l'évolution actuelle du matériel de plongée ainsi que des techniques de plongée souterraine.

L'étude se fera tout d'abord par l'exposé des cas de ces accidents, puis par leur analyse selon différents critères pour pouvoir en déduire leurs principales causes.

Nous pourrons donc ainsi apprécier l'évolution des causes de ces accidents et étudier si celle-ci change avec l'évolution de la formation, de l'information et du matériel des plongeurs souterrains.

Un chapitre sera consacré aux moyens de secours en plongée souterraine ainsi qu'à leurs évolutions récentes.

Les différents moyens de prévention présents et à venir seront enfin envisagés.

LA PLONGÉE SOUTERRAINE AUJOURD'HUI

LA PLONGEE SOUTERRAINE AUJOURD'HUI

HISTOIRE DE LA PLONGEE SOUTERRAINE

L'histoire de la plongée souterraine a déjà fait l'objet de nombreuses publications (16, 26, 29, 37, 58, 59, 73). Nous ne rappelons ici que les dates principales afin de bien situer les événements actuels.

Les premières expériences de plongée souterraine connues en France sont dues au scaphandrier marseillais Nello Ottonelli, qui a réussi à atteindre la profondeur de - 23 m à la Fontaine de Vaucluse en mars 1878, assisté de l'ingénieur Bouvier.

En décembre 1892, Armand Janet, accompagné des frères Roche, visite l'Embut de Caussol à 10 km au nord de Grasse dans les Alpes-Maritimes. Il découvre alors une galerie prolongeant le lac qui était considéré à l'époque comme le terminus, descend un puits et franchit en apnée une courte voûte mouillante.

En 1893, Pfiind en Suisse pénètre de 15 mètres dans la source de l'Orbe

En avril 1922, Norbert Casteret franchit un siphon en apnée dans la grotte de Montespan (Pyrénées) qui lui permit de découvrir environ un kilomètre de « première » (nouvelle découverte) et même de franchir un deuxième siphon.

En 1934, les anglais Jack Sheppard et Graham Balcombe décident de passer le siphon terminal de la grotte de Swildon's hole. Leur première tentative, infructueuse, s'est effectuée en respirant à travers douze mètres de tuyau d'arrosage. Par la suite, en 1936, Sheppard réussit à franchir deux courts siphons en utilisant une bouteille d'air comprimé : une main tenant la bouteille et l'autre le robinet, pour l'ouvrir pendant l'inspiration et le fermer pendant l'expiration.

En 1935, le siphon de Wookey's hole fut exploré par Graham Balcombe et par la première femme spéléoplongeuse connue : Pénélope Powell, à l'aide du scaphandre de Fleuss (scaphandre autonome à oxygène à circuit fermé, mis au point en 1878).

En 1938, Negri atteint la cote de - 30 m en scaphandre lourd dans la Fontaine de Vaucluse.

En 1942, Birebent est l'un des premiers spéléoplongeurs en scaphandre autonome dans la grotte du Bundoualou (Aveyron) où il plonge sans fil d'Ariane.

En 1944, Balcombe assemble un appareil autonome à circuit fermé.

En juillet 1945, Jean Canac au château de Lacaze franchit en apnée deux siphons.

En 1946, Balcombe et Sheppard fondent le célèbre Diving Group, pionnier et leader en plongée souterraine.

Le 27 août 1946, premier essai du nouveau scaphandre autonome Cousteau-Gagnan à la Fontaine de Vaucluse par le Groupe d'Etudes et de Recherches Sous-Marines (GERS) de Toulon.

En 1947, Guy de Lavaur, après des plongées profondes à la fontaine des Chartreux (Cahors), imagine un. vêtement pour supporter le froid. Il pense à utiliser le caoutchouc mousse sur lequel il colle du jersey de coton. Ainsi vêtu il atteint la profondeur de moins quarante mètres sans éprouver le moindre froid à la fontaine Saint Georges (résurgence de Padirac)enl948.

RAPPELS DE PHYSIQUE

Nous reprenons rapidement dans ce chapitre les notions et lois fondamentales de physiques nécessaires à la compréhension des phénomènes observés en plongée, que celle-ci soit subaquatique ou souterraine (32, 55).

LA PRESSION

Définition

La pression (P) est le rapport d'une force (F) à une surface (S).

$$P = \frac{F}{S}$$

Elle s'exprime soit en newton par mètre carré (n.m"^{2}), soit en pascal (Pa), soit en bar.

$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa} = 10^5\text{n.m}"^2$$

Pression atmosphérique

Elle est due au poids de la colonne d'air atmosphérique se situant au-dessus d'un sujet. Elle est donc directement liée à l'altitude à laquelle on se trouve. Au niveau de la mer, la pression atmosphérique est de 1,013 bar, ce qui équivaut à 1 atmosphère ou 760 mm de mercure ou 1013 hectopascals, qui sont d'autres unités de mesure reconnues de la pression atmosphérique. A 5500 mètres d'altitude, cette pression est diminuée de moitié.

Pressionhydrostatique

Elle est due au poids de la colonne d'eau située au-dessus du sujet lors d'une plongée. Elle est proportionnelle à la profondeur à laquelle se trouve le sujet. Elle augmente de un bar tous les dix mètres.

Pression absolue

La pression absolue est la résultante des pressions hydrostatique et atmosphérique. Elle est mesurée par rapport au vide.

pression absolue = pression hydrostatique + pression atmosphérique

Au niveau de la mer, on aura donc, à la surface une pression absolue de un bar, à moins dix mètres de profondeur une pression absolue de 2 bars, à moins vingt mètres trois bars et ainsi de suite.

VOLUME DES GAZ

Loi de Boyle et de Mariotte

« A température constante, le volume occupé par une masse gazeuse est inversement proportionnel à la pression. »

Soit P la pression et V le volume :

$$P \cdot V = \text{constante}$$

Cette constante a été calculée par Gay-Lussac, mais elle n'a pas d'application en plongée. La loi de Boyle et de Mariotte nous indique donc que le volume d'un gaz diminue quand la pression augmente, et inversement.

MELANGE DES GAZ

Loi de Dalton

« A température donnée, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions qu'aurait chacun des gaz s'il occupait à lui seul le volume total. »

Ainsi la pression partielle (P_p) d'un gaz dans un mélange est égale à la pression absolue (PA) de ce mélange multipliée par le pourcentage ce gaz dans le mélange.

$$P_p = PA \cdot \frac{x}{100}$$

DISSOLUTION DES GAZ

Loi de Henry

« A température constante, la quantité de gaz dissoute à saturation est proportionnelle à la pression exercée par le gaz en contact avec le liquide. »

En plongée cette dissolution de gaz dans le sang dépend donc de la pression mais aussi de la nature du gaz et du temps pendant lequel ce gaz est en contact avec le sang à une pression donnée car la dissolution n'est pas immédiate. Par contre, les autres paramètres pouvant rentrer en considération (surface de contact entre le gaz et le sang, composition du sang, température) sont des constantes pour un individu donné et ne seront donc pas pris en compte.

C'est la loi de Henry qui explique un des risques important de la plongée : l'accident de décompression. Au cours d'une plongée, lors de la descente l'azote se dissout dans le sang en fonction du temps et de la profondeur de cette plongée. Lors de la remontée, la diminution de pression fait qu'une partie de l'azote dissout dans le sang reprend sa forme gazeuse et doit être évacué par le système respiratoire. Une remontée trop rapide ne permet pas à l'azote de s'éliminer de façon optimale par les poumons. Il y a alors une sursaturation du sang en azote et formation de bulles dans le sang. C'est un accident de décompression.

PHYSIOPATHOLOGIE

Nous ne rappellerons ici que les principaux problèmes pouvant être rencontrés en plongée afin de mettre en évidence pour chaque cas la prévention possible pour éviter tout accident (3).

LES ACCIDENTS MECANIQUES

Les gaz contenus dans les cavités du corps (oreilles, sinus, tube digestif, poumon, estomac.) sont soumis à la loi de Mariotte, c'est à dire qu'ils se compriment quand le plongeur descend et se détendent quand il remonte. Ces variations peuvent entraîner un certain nombre d'accidents mécaniques :

- **La surpression pulmonaire** se produit à la remontée par une interruption ou une insuffisance de la libre circulation des gaz au niveau de la glotte (blocage de la respiration, volontaire ou non, par panique, spasme de la glotte réflexe dû à l'entrée accidentelle d'eau dans les fosses nasales ou le pharynx). Cette surpression pulmonaire entraînera une rupture des alvéoles pulmonaires et permettra le passage de gaz vers la plèvre, le médiastin, les tissus du cou et les vaisseaux sanguins pulmonaires. On pourra donc observer une dyspnée, une hémoptysie, un pneumothorax, un pneumomédiastin, un emphysème sous-cutané, des embolies gazeuses pouvant entraîner des troubles sensitifs, des troubles visuels ou auditifs, des vertiges, des vomissements, des crises épileptoïdes et des hémiplégies le plus souvent droites. La gravité de l'accident est très variable mais peut conduire au décès. Le seul traitement possible est la recompression dans un caisson associé à l'oxygénothérapie (cf annexe 1). La prévention se fait en remontant lentement et en expirant suffisamment.

- **Le placage de masque** peut entraîner douleurs oculaires, hémorragies sous conjonctivales ou épistaxis. La prévention s'effectue en soufflant de l'air par le nez lors de la descente afin de rétablir l'équilibre des pressions.

- **Le barotraumatisme de l'oreille** peut engendrer des douleurs importantes puis une rupture tympanique qui peut s'accompagner de vertiges, de syncope ou de perte de connaissance. La prévention se fait par insufflation d'air dans l'oreille moyenne par la manœuvre de Valsalva.

- **Le barotraumatisme des sinus** par obstruction de Fostium sinusien peut être d'origine anatomique ou pathologique (sinusite...) et entraîne des douleurs frontales ou maxillaires, des épistaxis, des larmoiements et des nausées. La seule façon d'éviter ces problèmes est de ne pas plonger en cas de pathologie rhino-sinusienne.

- **Les barotraumatismes gastro-intestinaux** entraînés par la fermentation des aliments ou l'air avalé en plongée peuvent provoquer de violentes douleurs abdominales allant jusqu'à la syncope. On évite ces problèmes par une diététique appropriée (éviter féculents et boissons gazeuses avant la plongée).

- **Les barotraumatismes dentaires** n'intéressent que les dents cariées et se manifestent par de violentes douleurs dentaires qui si elles persistent après le retour en surface se traitent par recompression.

LES ACCIDENTS TOXIQUES

Ces accidents sont liés aux gaz inhalés pendant la plongée. Ils sont une conséquence de la loi de Dalton. En effet lorsque la pression totale augmente, les pressions partielles des gaz constituant le mélange gazeux vont augmenter dans les mêmes proportions. Or à certaines pressions partielles, certains gaz deviennent toxiques :

S **La toxicité de l'oxygène** peut entraîner des lésions nerveuses et pulmonaires. Pour le système nerveux, c'est « l'effet Paul Bert » qui apparaît dès que la pression partielle d'oxygène inspirée est voisine de 1,7 bar (ce qui correspond à une profondeur de 70 mètres avec de l'air comprimé ou de 7 mètres avec de l'oxygène pur). Il engendre une crise mineure (nausées, trismus, crampes, dyspnée, palpitations, troubles de l'humeur, hallucinations...) ou une grande crise hyperoxique qui est une crise convulsive de type grand mal qui peut se compliquer par une noyade ou une surpression pulmonaire. En ce qui concerne le poumon, c'est le syndrome de Lorrain-Smith qui entraîne des lésions inflammatoires dès que la pression partielle dépasse 0,5 bar pendant une durée prolongée ce qui est rarement le cas en plongée (4, 61).

S **L'hypercapnie** est due à une intoxication par le CO_2- L'air pur contient 0,03 % de CO_2. Les premiers symptômes liés à l'hypercapnie apparaissent pour une pression partielle de 0,02 bar. A 0,07 bar on observe une baisse des facultés de raisonnement, une diminution de la dextérité et un essoufflement allant jusqu'à l'asphyxie. Cet excès de CO_2 peut être d'origine exogène à la suite d'une pollution de l'air des bouteilles pendant leur gonflage ou d'origine endogène à la suite d'un effort intense (44).

- L'effet narcotique des gaz diluants est aussi appelé « **ivresse des profondeurs** ». Les gaz inertes utilisés en plongée sont l'azote et l'hélium, ce dernier étant beaucoup moins narcotique que l'azote. Avec de l'air comprimé (donc de l'azote comme gaz diluant), les troubles apparaissent à des profondeurs variables suivant les individus. Les plus sensibles perçoivent des troubles dès 30 mètres et au-delà de 60 mètres, tous les individus sont plus ou moins narcoses. On remarque des troubles de l'idéation, une désorientation temporo-spatiale, des troubles mnésiques, des troubles perceptifs et des hallucinations, des troubles psychomoteurs, des troubles de l'humeur (euphorie...), jusqu'à la perte de conscience. Tous ces signes disparaissent dès que le plongeur remonte.

- **Le syndrome nerveux des hautes pressions** (SNHP) s'observe lors des compressions rapides (descente à 30 m/mn) utilisées lors des plongées loisirs profondes. Il se caractérise par un tremblement des extrémités des membres entre 150 et 200 m. Il s'intensifie avec la profondeur et gagne progressivement la racine des membres puis l'ensemble du corps. Entre 400 et 500 m apparaissent des fasciculations, des myoclonies, une dysmétrie et une baisse de la vigilence.

L'ACCIDENT DE DECOMPRESSION

C'est la conséquence de la loi de Henry. Pendant les phases de descente (compression) et de séjour en fond, l'azote se dissout dans l'organisme mais pas à la même vitesse dans tous les tissus (12). Plus le temps de plongée est important, plus nombreux sont les tissus saturés. Lors de la remontée (décompression), l'azote dissout reprend sa forme gazeuse. Si cette remontée est trop rapide, l'azote ne peut être évacué par les poumons. Des bulles se forment alors dans les tissus. La nature et la gravité de l'accident dépendent de la localisation et de la taille des bulles. Cet accident est de plus favorisé par la fatigue, le froid, et l'hypercapnie. Les troubles apparaissent pendant la plongée mais peuvent aussi ne se manifester que plusieurs heures après le retour en surface. Les principaux symptômes sont :

- ✓ Les « puces » : démangeaisons localisées ou généralisées,
- ✓ Les « moutons » : boursouflures ou marbrures de la peau,
- ✓ Les « bends » : accidents ostéo-articulaires qui donnent des douleurs intenses,
- ✓ Les accidents de l'oreille interne : vertiges et nausées,
- ✓ Les accidents pulmonaires : gène respiratoire et œdème aigu du poumon,
- ✓ Les accidents cardiaques : infarctus du myocarde,
- ✓ Les accidents neurologiques : épuisement, instabilité de la pression artérielle, troubles de la vision, troubles de la parole, crises d'épilepsie, paraplégie et tétraplégie.

Le traitement est la recompression en caisson hyperbare le plus rapidement possible. La prévention s'effectue en ne remontant qu'à une vitesse inférieure à 17 m/mn (qui est la vitesse des plus petites bulles entourant le plongeur) et en respectant les tables de plongée pour les paliers de décompression. Il faut de plus ne pas être fatigué, ne pas avoir froid, ne pas faire d'effort violent pendant et après la plongée et ne pas monter en altitude ni prendre l'avion dans un délai de douze voire vingt-quatre heures après la plongée.

MATERIEL DE PLONGEE SOUTERRAINE

Le matériel utilisé en plongée souterraine diffère souvent beaucoup de celui utilisé en plongée sous-marine (15, 73). Ceci pour deux raisons principales : d'une part à cause d'un besoin accru de sécurité, car la moindre défaillance peut avoir des conséquences fatales, ce qui amènera donc à doubler tout l'équipement vital ; d'autre part du fait du milieu d'évolution lui-même, qui est hostile, et qui nécessitera un matériel le plus robuste possible, pour demeurer fiable en toute circonstance. Il faut aussi savoir que l'adaptation du matériel de plongée au milieu souterrain se fait le plus souvent par bricolage des plongeurs eux-mêmes, les solutions toutes faites n'existant pas sur le marché du fait du peu d'expansion de ce sport. Ainsi chaque plongeur a son matériel propre, qu'il connaît parfaitement pour l'avoir lui-même éprouvé et entretenu, adapté à sa morphologie et à ses capacités. Il est donc quasiment inconcevable en plongée souterraine, pour des raisons avant tout de sécurité de plonger avec du matériel autre que le sien.

Le matériel utilisé sera aussi fonction du type de plongée qui sera effectuée. En effet le matériel utilisé ne sera pas forcément le même dans une plongée de résurgence, où le début de l'immersion s'effectue à l'air libre et où tout apport de matériel s'effectue à priori sans problème, et dans une plongée de fond de trou avec éventuellement une exploration post-siphon où il faudra porter tout le matériel pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours (cas du Gouffre Berger par exemple) avant l'immersion. Dans ce dernier cas, il faudra prévoir tout l'équipement et le ravitaillement pour la progression avant et après siphon où il sera nécessaire d'être alors en autonomie totale.

Leur contenance variera en fonction du profil de la plongée envisagée ainsi que du portage éventuel pour les plongées fond de trou où l'on sera limité par le poids des bouteilles pendant la progression spéléologique. Les contenances habituelles vont de quatre à quinze litres, voire plus pour les plongées profondes en résurgence.

Les bouteilles seront toujours indépendantes, au minimum au nombre de deux, sans système de réserve, et de préférence de capacité identique (cela facilite la gestion de la consommation d'air).

Voici, à titre indicatif un comparatif des bouteilles de plongée en acier les plus utilisées

Volume (en litres)	Poids approximatif (en kg)	Pression de service moyenne (en bar)	Capacité (en m^3)
4	4,8	200	0,8
6	7,2	200	1,2
9	9,6	176	1,6
10	11	200	2
12	13,4	200	2,4
15	16,2	200	3
18	20	200	3,6
20	21	200	4

Pour le transport des bouteilles pendant la plongée, plusieurs types de configuration sont possibles :

- soit avec un « back-pack » qui est un élément sur lequel on fixe les bouteilles et qui sépare celles-ci du dos du plongeur,
- soit dans un « kit-bag » qui est un sac à dos spécialement conçu pour la spéléologie et fabriqué dans un matériau très résistant,
- soit « à l'anglaise », c'est à dire latéralement de chaque côté des hanches ce qui permet un passage plus aisé dans certains siphons étroits.

Figure 1 : Plongeur spléléo

LE SCAPHANDRE

Le scaphandre autonome de plongée souterraine est composé au minimum de deux bouteilles avec chacune son détendeur et son manomètre indépendant. Cette redondance est nécessaire à la sécurité car si une bouteille ou un détendeur pose problème, l'autre moitié du scaphandre pourra pallier cette panne.

Les scaphandres les plus utilisés actuellement sont à circuit ouvert, c'est à dire que tous les gaz expirés sont rejetés dans l'eau, et fonctionnent avec de l'air comprimé. Mais la tendance actuelle des plongeurs spéléologues « de pointe » (c'est à dire ceux qui découvrent de nouveaux réseaux noyés) est d'aller toujours plus profond, toujours plus loin et donc d'augmenter considérablement les temps d'immersion. Aussi pour ces raisons mais également pour des raisons de sécurité, les plongées « techniques » se réalisent actuellement avec des scaphandres comportant des mélanges gazeux autre que l'air (mélanges suroxygénés, mélanges ternaires avec adjonction d'hélium, oxygène pur…). Ces mélanges sont utilisés dans des circuits ouverts classiques ou bien dans des circuits semi-fermés (une partie de l'air expiré est alors recyclée) voir dans des circuits fermés où la totalité de l'air expiré est recyclée. Mais ces deux derniers types de scaphandres, et particulièrement le dernier, font appel à des technologies de pointes (analyseur de gaz…) et restent donc fragiles. De ce fait, ils sont d'usage confidentiel en plongée spéléologique.

Les bouteilles

Les bouteilles utilisées en plongée souterraine seront en acier car plus résistantes que celles en aluminium.

Figure 2 : Portage des bouteilles avec un gilet

Figure 3 : Portage des bouteilles "à l'anglaise"

Dans toutes ces configurations, les bouteilles seront immobilisées par des sangles rapides permettant à tout moment de faire évoluer la conformation du scaphandre pour s'adapter au siphon et/ou au portage.

Les détendeurs et les manomètres

Les détendeurs se fixeront sur les bouteilles par un embout mâle à pas de vis (norme DIN 470) qui est plus fiable que la fixation par étrier (norme CGA 850) et qui tend à devenir un standard en plongée souterraine.

Chaque détendeur sera obligatoirement équipé d'un manomètre pour pouvoir à chaque instant contrôler et gérer sa consommation d'air.

Le premier étage du détendeur, où se fait le passage d'un air à haute pression contenu dans la bouteille à un air à moyenne pression (toujours supérieure de sept bars à la pression environnante) est fixé directement sur la bouteille. Pour éviter sa détérioration lors de choc dans le siphon il sera protégé par des arceaux en inox conçus spécialement à cet usage et qui pourront également servir pour le portage. D'autres systèmes de protection sont possibles (manchons...), généralement bricolés par chaque plongeur pour son usage personnel.

Le deuxième étage du détendeur où l'air est amené à la pression ambiante, à l'extrémité duquel se trouve l'embout buccal sera accroché, par l'intermédiaire d'un mousqueton, à une cordelette située autour du cou du plongeur. Ceci a deux avantages : premièrement le détendeur ne traîne pas au fond du siphon, au risque de s'encrasser et de ne plus fonctionner correctement, deuxièmement, cela permet au plongeur, qui a toujours au minimum deux détendeurs à gérer, de les avoir à proximité.

Chaque détendeur sera obligatoirement équipé d'un manomètre pour pouvoir à tout moment contrôler et gérer sa consommation d'air.

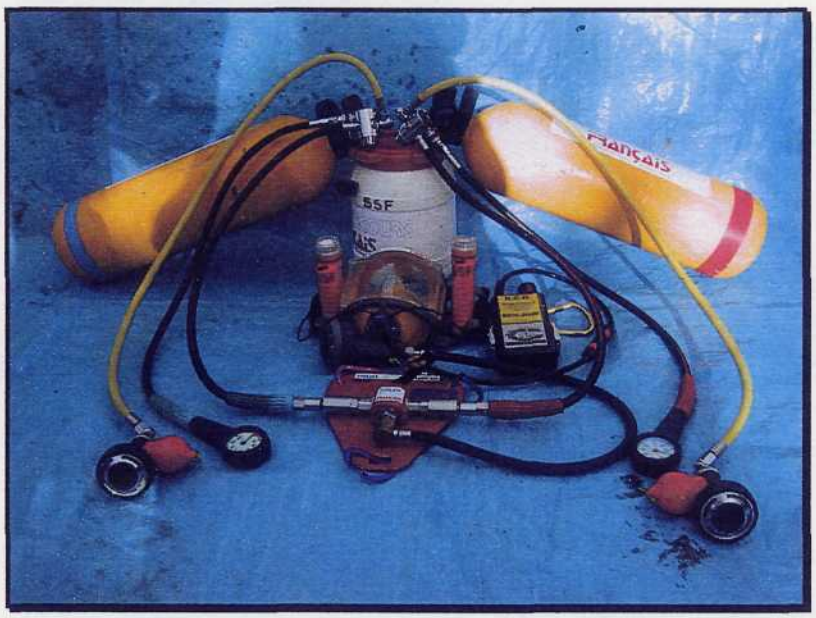


Figure 4 : Bouteilles, détendeurs, manomètres et masque facial

II est souvent utile, par un code de couleur de différencier chaque équipement pour connaître la correspondance de tel détendeur par rapport à tel manomètre.

LES VETEMENTS

Là encore c'est le type de plongée qui va déterminer le type de vêtement que le plongeur va porter : pour une immersion de courte durée ou une plongée avec progression en post-siphon, c'est une tenue dite « humide » en néoprène de différentes épaisseurs qui sera préférable car moins fragile et plus pratique pour l'exploration derrière le siphon. En revanche dans le cas d'une plongée de longue durée, l'isolation thermique est très importante pour lutter contre l'hypothermie, source d'accident, et l'emploi d'un vêtement dit « sec », qui permet l'équilibrage et la compensation grâce à un volume variable, est indispensable.

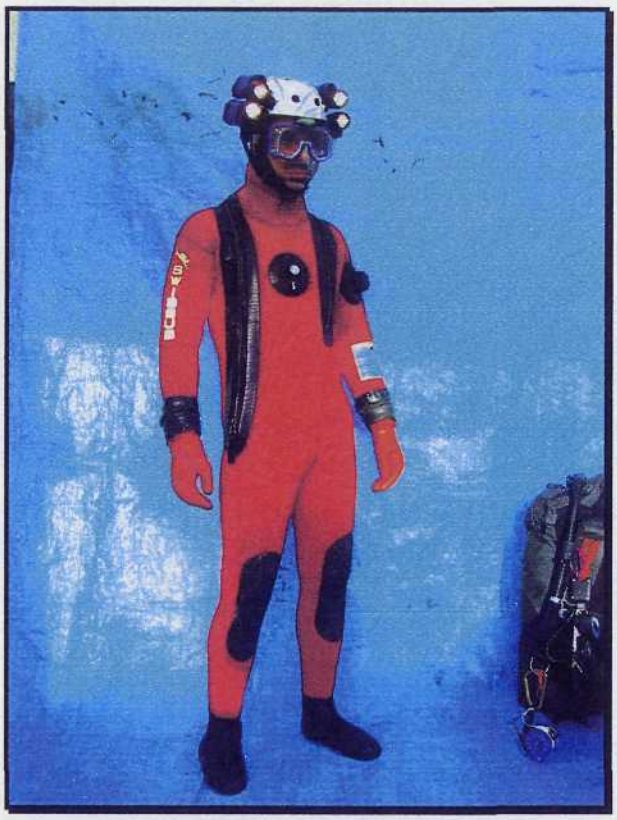


Figure 5 : Vêtement à volume variable

BOUEES ET GILETS STABILISATEURS

Ils servent à compenser le poids et à équilibrer le plongeur. Ils sont reliés au premier étage du détendeur par un « direct System » qui permet d'insuffler de l'air dans le gilet. Les modèles spécifiques à la plongée spéléo, toujours pour des problèmes de sécurité, possèdent une double enveloppe avec deux insuffiateurs séparés car il existe toujours un risque d'accrochage et de déchirure. Dans les vêtements à volume variable, on injecte l'air directement dans le vêtement.

Figure 6 : Gilet et bouée stabilisatrice

Le gilet sert également à transporter du lest (poches spécifiques) ainsi qu'à accrocher le matériel.

LE FIL D'ARIANE

Comme dans la mythologie grecque où il permit à Thésée de sortir du Labyrinthe, le fil d'Ariane en spéléologie souterraine est l'élément le plus fondamental et le plus spécifique car il permet au plongeur de retrouver la sortie, même en cas de conditions de visibilité nulle.

Ce fil est couramment en nylon de couleur blanc ou jaune.

Son diamètre sera supérieur à 2,5 mm pour le fil principal et de 1,5 à 2 mm pour le fil de secours. Le fil d'Ariane classique de plongée souterraine n'est là que pour guider le plongeur, il ne doit en aucun cas lui servir à se tracter (trop faible résistance à l'abrasion).

Des dimensions plus importantes seront envisagées pour les équipements permanents (6 à 9 mm). De même d'autres matériaux sont possibles (acier gainé, fil téléphonique...) pour des utilisations spécifiques (tractions de matériel, secours...).

LE DEVIDOIR OU TOURET

C'est l'outil qui va permettre au plongeur de gérer son fil d'Ariane en toute sécurité. Il doit pouvoir être manié facilement, ne jamais se bloquer, ni se dévider seul, ni être difficile à rembobiner.

Le dévidoir d'équipement de la cavité doit avoir une capacité adaptée à cette cavité et au fil utilisé (classiquement de 200 à 1000 mètres).

Figure 7 : Tour et principal

Le touret de secours contiendra une cinquantaine de mètres.

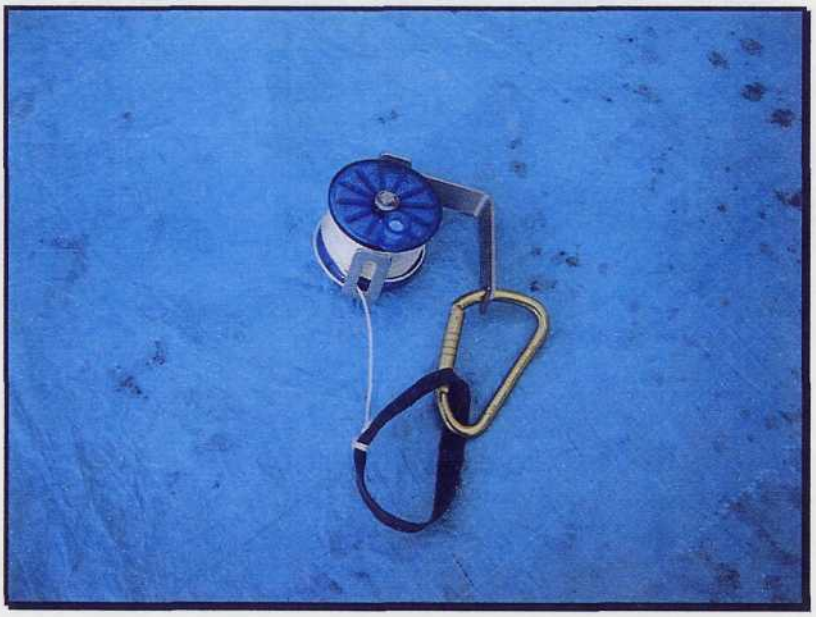


Figure 8 : Touret de secours

LE SECATEUR

II doit permettre à tout moment de couper le fil si la nécessité s'en fait sentir (emmêlement ou autre...). Pour ce faire, un sécateur est plus adapté qu'un couteau car il permet la manœuvre sans tirer sur le fil. Pour être accessible à tout moment le sécateur devra être placé sur l'avant bras. La position classique pour les plongeurs mer, au niveau de la cheville, est à proscrire car dans une « étroiture » (terme désignant un passage très étroit) on ne peut pas forcément atteindre sa cheville.

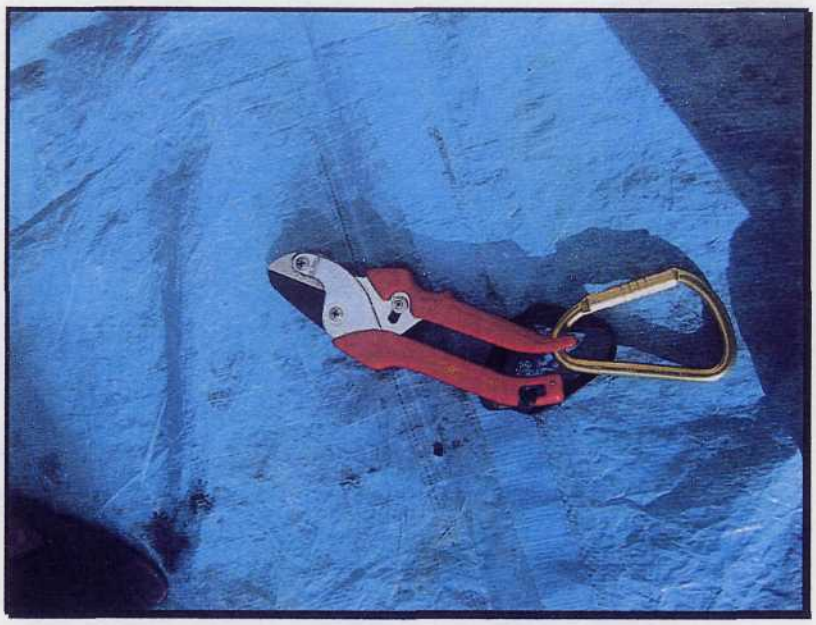


Figure 9 : Sécateur

LE CASQUE

C'est un élément important qui doit permettre la protection du plongeur et qui sert également à la fixation de l'éclairage. Il s'agira, quand il s'agit d'une plongée en résurgence d'un casque spécifique, léger, type casque de kayak ou de hockey, comportant de nombreux orifices permettant à l'eau et à l'air de circuler. Par contre pour une plongée « fond de trou », on utilisera le casque classique de spéléo que l'on porte déjà sur soi pendant la progression pour ne pas avoir à emporter un deuxième casque. Dans les deux cas la fermeture jugulaire doit pouvoir s'ouvrir avec des gants.

L'ECLAIRAGE

Tout comme la spéléologie « sèche », la plongée souterraine utilise l'éclairage frontal. Par sécurité, il faut avoir au minimum trois éclairages indépendants : un éclairage principal et deux de secours. On utilisera comme éclairage de progression (éclairage principal) un phare de grande puissance (10 à 250 watts), variable selon la conformation de la galerie et le type de plongée effectuée, et dont l'autonomie sera au moins de 1 à 2 heures. En ce qui concerne les éclairages de secours, qui serviront aussi hors de l'eau lors de l'accès au siphon et pendant la progression post-siphon, la puissance sera plus faible (2 à 10 watts) mais l'autonomie sera plus importante (7 à 8 heures).

Jusqu'à présent tous ces phares étaient équipés d'ampoules à incandescence ou à halogènes. Depuis peu on commence à voir apparaître dans le commerce des lampes à diodes électroluminescentes (LED). Celles-ci ont de nombreux avantages : elles consomment peu, ont une durée de vie très importante (100 000 heures) et sont d'une très grande fiabilité du fait de l'absence de filament. Enfin ces nouvelles lampes, du fait de leur faible consommation, ont une autonomie pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines d'heures suivant le niveau d'éclairage.

Figure 10 : Casque et éclairages

LE MASQUE

II doit être étanche, confortable et adapté à la morphologie du plongeur. Le masque doit recouvrir les yeux et le nez. Le nez doit pouvoir être pincé facilement par une main gantée pour la manœuvre de Valsalva pendant la descente. Un deuxième masque, de sécurité, est emporté autour du cou pour pouvoir être mis rapidement en cas de problème avec le premier.

Il est également possible de se servir d'un masque facial qui est un masque qui recouvre l'ensemble du visage et dans lequel l'air arrive en débit continu. Il offre de nombreux avantages et peut accroître la sécurité. En effet un masque facial élargit le champ de vision et permet des communications sous-marines plus aisées et de meilleure qualité, le micro étant alors placé devant la bouche du plongeur et non plus dans sa bouche avec les systèmes classiques. Le masque facial évite également la fatigue due à la contraction permanente des mâchoires sur un embout buccal de détendeur, et la déshydratation due à une respiration exclusivement par la bouche. De plus en cas de malaise sous l'eau le plongeur ne perd pas son alimentation en air et peut ainsi éviter la noyade.

Comme tous les éléments de plongée sous-marine, le masque facial devra être adapté à la plongée souterraine : il devra être couplé à une vanne de distribution pour pouvoir être alimenté par deux bouteilles différentes. Le plongeur actionnera cette vanne pour équilibrer sa consommation d'air sur les deux bouteilles. Chaque bouteille sera équipée en plus d'un deuxième détendeur par lequel le plongeur pourra respirer directement en cas de problème avec le masque facial. Dans ce cas le plongeur devra alors remettre un masque classique.

Figure 11 : Masque facial et vanne de distribution

Le masque facial présente cependant quelques inconvénients. D'une part, du fait de sa faible diffusion actuelle, c'est un produit encore relativement onéreux. D'autre part, en cas d'effort important, comme cela peut arriver lors d'un passage étroit, il existe un risque d'hypercapnie par l'augmentation de l'espace mort (volume du masque en plus). Enfin le système de débit continu fait que l'utilisation d'un masque facial entraîne une consommation plus importante d'air.

LES PALMES

Là encore c'est le type de plongée qui orientera le choix des palmes. Pour les plongées en résurgence on préférera des palmes de type chaussantes. Par contre pour les plongées « fond de trou », les palmes non chaussantes seront plus adaptées car elles s'enfileront directement sur les bottes. Par sécurité, on rajoutera une cordelette sur chaque palme qui sera reliée à la cheville du plongeur. Cela permettra de ne pas perdre les palmes pendant la progression dans le siphon.

De nouvelles formes de palmes sont apparus récemment qui permettent, grâce à un matériau spécial et à des petits ailerons, d'avoir la même efficacité que des palmes classiques avec une voilure beaucoup plus réduite. Ces nouvelles palmes permettent de surcroît, du fait de leur grande résistance, la marche en post siphon sans déchausser.

Figure 12 : Palme non chaussante classique et nouvelle palme (premier plan)

LE LESTAGE

Encore une fois pour des problèmes de sécurité, on utilise systématiquement une ceinture non largable sur laquelle on place une partie du lest, l'autre partie s'insérant dans les compartiments du gilet stabilisateur prévus à cet effet. Pour des plongées en fond de gouffre le plongeur n'emmène pas de lest, car il faut le porter jusqu'au siphon. Le lestage se fera alors par des cailloux trouvés sur place et placés au fond des kits contenant les bouteilles.

LA MONTRE

Elle permet de contrôler le temps de plongée.

LE PROFONDIMETRE

Indispensable pour respecter les profondeurs limites de chaque mélange utilisé, ainsi que pour calculer sa décompression.

LA BOUSSOLE

Classique ou électronique, elle indiquera au plongeur la direction de la sortie...

LES TABLES DE PLONGEE

On utilisera de préférence, pour la plongée souterraine, les tables de décompression éditées par la Marine Nationale et l'Institut National de la Plongée Professionnelle (I.N.P.P.). En fait chaque plongeur a l'habitude d'une sorte de table et il est difficile d'établir un consensus.

L'ORDINATEUR DE PLONGEE

II regroupe tous les paramètres de la plongée et permet également de gérer des plongées aux mélanges, des plongées successives...

Il doit de toute façon être couplé à des instruments classiques en cas de panne.

Figure 13 : Ordinateur de plongée et ardoise

L'ARDOISE

Elle permet de consigner les données de la plongée, de faire des relevés topographiques et de communiquer avec d'autres plongeurs.

SACS ET CONTENEURS ETANCHES

Ils permettent d'emmener tout le matériel nécessaire à l'exploration post-siphon devant être protégé de l'eau (carbure, nourriture, vêtements...).

TECHNIQUE DE PLONGEE SOUTERRAINE

L'objectif n'est pas ici de donner un cours de plongée souterraine, ce qui serait trop long et qui, sans la pratique n'aurait aucun sens. Les principaux éléments qui font la spécificité de la plongée souterraine seront simplement rappelés pour pouvoir comprendre la description des cas de cette étude.

Contrairement à la plongée sous-marine où la sécurité repose sur l'équipe (la « palanquée ») (52), en siphon, les conditions sont souvent défavorables (visibilité, dimensions des conduits) si bien qu'elles rendent très aléatoires l'intervention rapide et efficace d'un équiper éventuel. De plus l'échappatoire n'est presque jamais vers le haut, mais soit vers l'avant, soit vers l'arrière (73). Le plongeur spéléo ne doit compter que sur lui-même, sur son expérience et son matériel.

Tous les éléments vitaux du matériel doivent être au minimum doublés. Le plongeur part avec au moins deux bouteilles équipées chacune d'un détendeur et d'un manomètre. Il commence par respirer sur une bouteille puis après avoir consommé l'équivalent d'une dizaine de bars, il change de détendeur et ainsi de suite. Ceci a pour but de contrôler le bon fonctionnement des détendeurs et d'équilibrer la consommation d'air des bouteilles. On considère actuellement que le plongeur doit faire demi-tour lorsqu'il a respiré un cinquième de la capacité de chaque bouteille. Ainsi si un des deux scaphandres tombe en panne au point ultime de la progression, il reste encore les 4/5 d'une des bouteilles soit le double de ce qui a été consommé pendant le trajet aller. Il reste donc assez de réserve pour revenir plus une marge de sécurité qui peut être nécessaire en cas d'essoufflement, de manque de visibilité, de courant...

Pour le calcul de la consommation d'air on tiendra compte :

- Du volume total d'air emporté (volume intérieur des bouteilles en eau multiplié par la pression initiale en air),
- De la profondeur de la plongée qui multiplie la consommation de surface (environ 20 1/mn) par le coefficient de profondeur (pression absolue),
- De la consommation individuelle du plongeur qui varie selon les individus, leur entraînement, l'effort fourni, la température de l'eau, le stress...,
- La règle des cinquièmes.

Par exemple avec deux bouteilles de 9 litres gonflées à 200 bars (soit 3600 litres d'air) et en évoluant à dix mètres de profondeur (c'est à dire un coefficient de profondeur de 2 et donc une consommation de 40 1/mn) et en appliquant la règle des cinquièmes, le plongeur fera demi-tour après 18 mn de progression.

L'élément le plus caractéristique de la plongée souterraine est sans aucun doute le fil d'Ariane qui est le seul lien qui permet de rejoindre la surface. Plonger dans un siphon sans fil d'Ariane doit être considéré comme suicidaire, mais il faut également savoir que poser un fil correctement est une opération délicate qui implique une certaine expérience et un matériel adapté (15). On utilise un fil nylon très souple de 1,5 à 3 mm de diamètre, qui a une bonne résistance à la traction mais qui est très fragile à l'abrasion. Préalablement à sa pose, ce fil devra être métré et balisé régulièrement pour que le plongeur connaisse à tout moment la distance qui le sépare de la sortie. Pour équiper un siphon convenablement il faut donc soigner les amarrages du fil à l'extérieur du siphon, éviter les frottements, fractionner régulièrement le fil en l'accrochant sur les parois du siphon et enfin éviter de couper la galerie avec le fil pour ne pas risquer de s'emmêler dedans.

MELANGES GAZEUX UTILISES EN PLONGEE SOUTERRAINE

Air comprimé

L'air comprimé est le gaz de base qui est utilisé en plongée souterraine. Comme nous l'avons vu précédemment, il possède un certain nombre d'inconvénients qui vont en limiter son usage : la toxicité de l'azote (saturation de l'organisme et narcose) ainsi que la toxicité de

l'oxygène pour les profondeurs élevées (8). On n'utilisera donc l'air comprimé que pour des plongées qui ne dépasseront pas 50 m de profondeur.

Pour pallier aux inconvénients de l'air, deux types de mélanges sont aujourd'hui utilisés : le nitrox et le trimix.

Nitrox

L'arrêté du 28 août 2000 paru au Journal Officiel numéro 221 du 23 septembre 2000 définit le nitrox, dans son article deux, comme étant « un mélange respiratoire composé d'oxygène et d'azote différent de l'air». En pratique, on utilise que des mélanges suroxygénés, c'est à dire contenant plus de 21 % d'oxygène. En baissant ainsi la pression partielle d'azote on baissera également la saturation de l'organisme en azote par rapport à l'air. Pour une plongée identique le risque d'accident de décompression est diminué. Le nitrox va également permettre d'augmenter le temps d'immersion sans palier de décompression. La durée de ces mêmes paliers lorsqu'ils existent sera diminuée, ainsi que l'intervalle minimum en surface entre deux plongées. Il permet enfin de prendre l'avion après une plongée.

L'inconvénient du nitrox est que l'on a les mêmes problèmes liés à la toxicité de l'oxygène qu'avec l'air mais pour des profondeurs moindres. Comme on ne peut pas dépasser une pression partielle de 1,4 bar (1,6 bar maximum) sans craindre une crise hyperoxique aiguë, un nitrox 40 % (40 % d'oxygène) s'utilisera jusqu'à une profondeur de 25 m (maximum 30 m). Il faut également prendre en compte la toxicité pulmonaire de l'oxygène et l'on sait qu'une journée de plongée ne doit dépasser 850 UPTD (Unit Pulmonary Toxic Dose) qui est une unité de mesure la toxicité pulmonaire (1 UPTD correspond à l'exposition à un bar d'oxygène pendant une minute).

Le nitrox nécessite également un matériel spécifique entièrement dégraissé si le pourcentage d'oxygène dépasse 40 % ou si il est fabriqué par transvasement d'oxygène pur. Tout ceci sous peine d'explosion.

Trimix

Le même arrêté du 28 août 2000 définit le trimix comme « un mélange respiratoire composé d'oxygène, d'azote et d'hélium». En pratique les mélanges utilisés sont des mélanges sous-oxygénés par rapport à l'air qui vont permettre de descendre à des profondeurs plus importantes qu'à l'air sans risquer l'hyperoxie. Le trimix va aussi permettre, en diminuant la pression partielle d'azote de supprimer la narcose. Il réduira également le risque d'essouflement car l'hélium est moins dense que l'azote donc l'effort respiratoire s'en trouvera diminué.

Les inconvénients du trimix sont nombreux :

- risque d'hypoxie en surface si la pression partielle en oxygène est inférieure à 0,17 bar,
- risque d'hyperoxie si l'on dépasse quand même une pression partielle de 1,6 bar avec un mélange donné,

S risques liés aux temps importants de plongée : hypothermie (pertes cutanées et respiratoires) , déshydratation (pertes respiratoires), hypoglycémie. Ceci implique de boire et de manger pendant la plongée,

•*S* stress du à la pression du temps car l'autonomie est réduite à grande profondeur et la durée des paliers est très importante,

•*S* les effets de la compression rapide, présents lors de plongées profondes : le syndrome myo-articulaire (différent des accidents de décompression) qui entraîne des douleurs et des sensations de craquements dans les épaules et les genoux ainsi que des raideurs dans les mains et les pieds. La compression rapide peut également entraîner le syndrome nerveux des hautes pressions.

Oxygène pur

II est utilisé jusqu'à 6 m de profondeur (pour ne pas dépasser une pression partielle de 1,4 bar) pour effectuer les paliers de décompression. En utilisant de l'oxygène pur la durée de ces paliers en est ainsi diminuée.

Argon

L'argon est un gaz non respirable utilisé uniquement pour les vêtements à volume variable. Il s'agit d'un gaz plus lourd et plus dense que l'air et qui s'avère être mieux isolant sur le plan thermique que ce dernier, ce qui est particulièrement appréciable pour les plongées de longue durée.

LES ACCIDENTS MORTELS DE PLONGÉE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 1990 À 2000

LES ACCIDENTS MORTELS DE PLONGEE SOUTERRAINE EN FRANCE DE 1990 A 2000

MATERIEL ET METHODES

PRESENTATION

Cette étude fait suite à un travail sur « Les accidents mortels de plongée souterraine survenus en France entre 1950 et 1990 » (64).

Notre analyse porte sur les accidents mortels de plongée spéléologique survenus en France ces onze dernières années.

MATERIEL

L'étude a été possible grâce aux archives du Spéléo-Secours Français (S.S.F.) qui est la commission secours de la Fédération Française de Spéléologie (F.F.S.) et porte sur les dossiers datant de janvier 1990 à décembre 2000, soit 21 dossiers.

Critères d'inclusion

Seront pris en compte :

- Tout accident de plongée souterraine ayant entraîné un décès pendant l'activité de plongée.
- Toutes victimes sans distinction de nationalité.

Critères d'exclusion

Ne seront pas pris en compte :

- Les accidents survenus à l'étranger, même s'ils concernent des ressortissants français.
- Les accidents où les victimes n'étaient pas équipées de matériel de plongée, (franchissement en apnée...)
- Les accidents n'ayant pas entraîné le décès de la victime.

Présentations des données disponibles dans les dossiers S.S.F. :

- La victime :

  S Nom, âge, sexe, origine ;

- *S* Adhérent ou non à la F.F.S. ;
- •*S* Spéléologue ou non.

- L'accident :
  - •*S* Date et heure du sinistre ;
  - *S* Horaire d'alerte ;
  - •*S* Horaire d'entrée sous terre des premiers secours ;
  - *S* Horaire de sortie de la victime ;
  - *S* Horaire de fin des opérations ;
  - *S* Lieu du sinistre :
    - Département ;
    - Type de cavité ;
    - Profondeur de la cavité et / ou du siphon.
  - *S* Description des circonstances de l'accident.
  - *S* Description des lésions.
  - *S* Le secours :
    - Nom du conseiller technique ou de l'adjoint responsable du secours.
    - Les intervenants : les bénévoles S.S.F., les membres de corps constitués, les médecins et paramédicaux.
    - Les moyens employés.
    - Les soins apportés à la victime.
    - La destination de la victime. *

Les problèmes rencontrés :

- II existe très peu de compte rendus médicaux ainsi que de conclusions d'autopsie.
- Les dossiers dans lesquels le S.S.F, n'est pas intervenu sont peu précis (articles de presse...).

Pour chaque dossier pris en compte, trois items seront étudiés.

La victime

Seront pris en considération :

- L'âge et le sexe
- L'origine géographique de la victime
- La qualification en spéléologie et en plongée souterraine
- L'affiliation à la F.F.S.

L'accident

Seront pris en considération :

- La localisation de l'accident
- Sa situation dans le temps
- La cause de l'accident

L'étiologie supposée du décès

ÉTUDE DES CAS

ETUDE DES CAS

Cette étude de cas se présente de façon chronologique. Les différents documents qui ont permis d'établir ces dossiers sont, en dehors du dossier S.S.F, que nous avons détaillé plus haut, les articles de presse, qui ne sont pas toujours très objectifs et les articles des revues spécialisées tel que Info SSF qui est le bulletin de liaison interne des membres du S.S.F., Info Plongée qui est le bulletin de liaison de la commission plongée de la F.F.S.ou Sifon qui est le bulletin des commissions plongée souterraine d'Ile de France (F.F.S. et F.F.E.S.S.M.).

CAS1

	Date	*Commune*	*Département*
	11 avril 1990	**Malaucène**	**Vaucluse (84)**
Cavité	**Grotte de la Baume à Notre Dame des** Anges		

Résumé (31,64)

Six personnes qui formaient une équipe solide de plongeurs spéléo avaient décidé de poursuivre des explorations de pointe dans le siphon de Notre Dame des Anges. Basés depuis quelques jours à Saint Léger du Ventoux, ils plongeaient régulièrement ce siphon.

Suite à une plongée profonde, du matériel (bouteilles de relais) avait été stationné vers - 45 m de profondeur. Le but de la plongée de David A. était justement la récupération de ce matériel afin de déséquiper le siphon.

C'est lors de cette plongée en solitaire, le mercredi 11 avril 1990, que vers 19h00 David A. s'est accidentellement noyé.

Ses amis, très vite inquiétés par l'absence de son retour, replongeaient vers 20h00 à sa rencontre. C'est vers - 45 m de profondeur qu'ils trouvèrent David A. inanimé. Après avoir remonté le corps jusqu'à - 35 m, les plongeurs sont alors ressortis du siphon.

L'équipe donna l'alerte à la gendarmerie de Malaucène vers 22h00. L'évacuation du corps se fera lendemain dans le cadre d'une opération dirigée par le SSF 84.

Commentaire

L'examen du matériel de plongée de David A. a démontré que chaque bouteille contenait encore 140 bars d'air comprimé, que les détendeurs fonctionnaient correctement et que les manomètres fonctionnaient également. Le matériel spécifique de plongée était donc en bon état. L'éclairage fonctionnait lorsque David A. avait été retrouvé la veille par ses amis.

Un indice cependant a été retrouvé : l'aiguille traçante de son profondimètre marquait - 66 m de profondeur absolue atteinte à l'air comprimé.

Conclusion

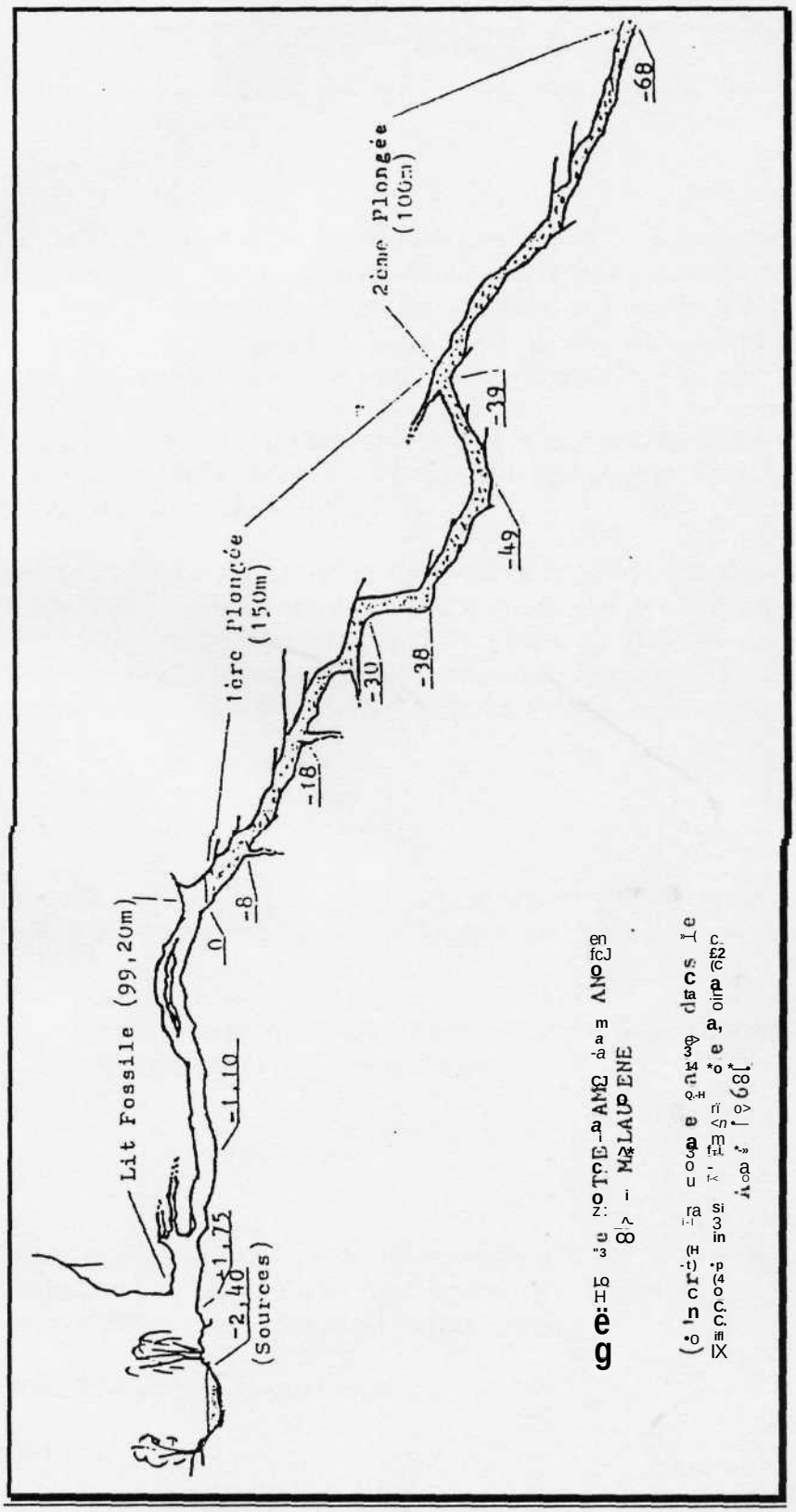
II est donc fort probable que David A. ait été victime d'une narcose, communément appelée en plongée « l'ivresse des profondeurs » qui entraîna la mort par noyade.

Type d'accident : **narcose à l'azote**

Nombre de décès : **1**

Cause du décès : **noyade**

Topographie :



CAS 2

	Date	*Commune*	*Département*
	3 mars 1991	**Allèves**	**Haute Savoie (74)**
Cavité	**Grotte de** Banges		

Résumé (17, 64)

La salle du lac de la grotte est située à - 60 m de profondeur. Depuis cette salle, la rivière se poursuit en amont et en aval par des siphons. Ce jour-là, la mise en charge de la rivière par la fonte des neiges interdit l'accès à la salle du lac, le niveau de l'eau étant monté de plus de 10 mètres. Une équipe de deux plongeurs, Jean-Luc J. et Guy R., veulent reconnaître le siphon aval (long de plus de 300 m pour une profondeur maximale de - 30 m).

Après avoir utilisé une corde d'escalade comme fil d'Ariane pour atteindre la salle du lac, les deux plongeurs sont descendus jusqu'à - 30 m dans le siphon aval. En fait, à cause de la crue ils sont probablement descendus à - 35 m.

Ils font demi-tour avant d'avoir franchi le siphon. Guy R. passe alors devant Jean-Luc J. Avant de déboucher dans la salle du lac, ce dernier constate que le fil est coupé. Inquiet, il poursuit contre le courant et découvre son équipier plaqué au plafond, sans bouteille ni ceinture de plomb. Il parvient à hisser son camarade jusqu'à une cloche d'air dans la salle du lac. Devant l'impossibilité de le sortir, il prend la décision d'alerter les secours.

Commentaire

Les deux plongeurs effectuaient des plongées en siphon depuis un an et demi. Ils n'appartenaient pas à la Fédération Française de Spéléologie et n'avaient pas été initiés à la plongée spéléo.

De l'avis des plongeurs sauveteurs, l'état du matériel et les techniques utilisées étaient plus apparentées aux techniques de plongée sous-marine.

Conclusion

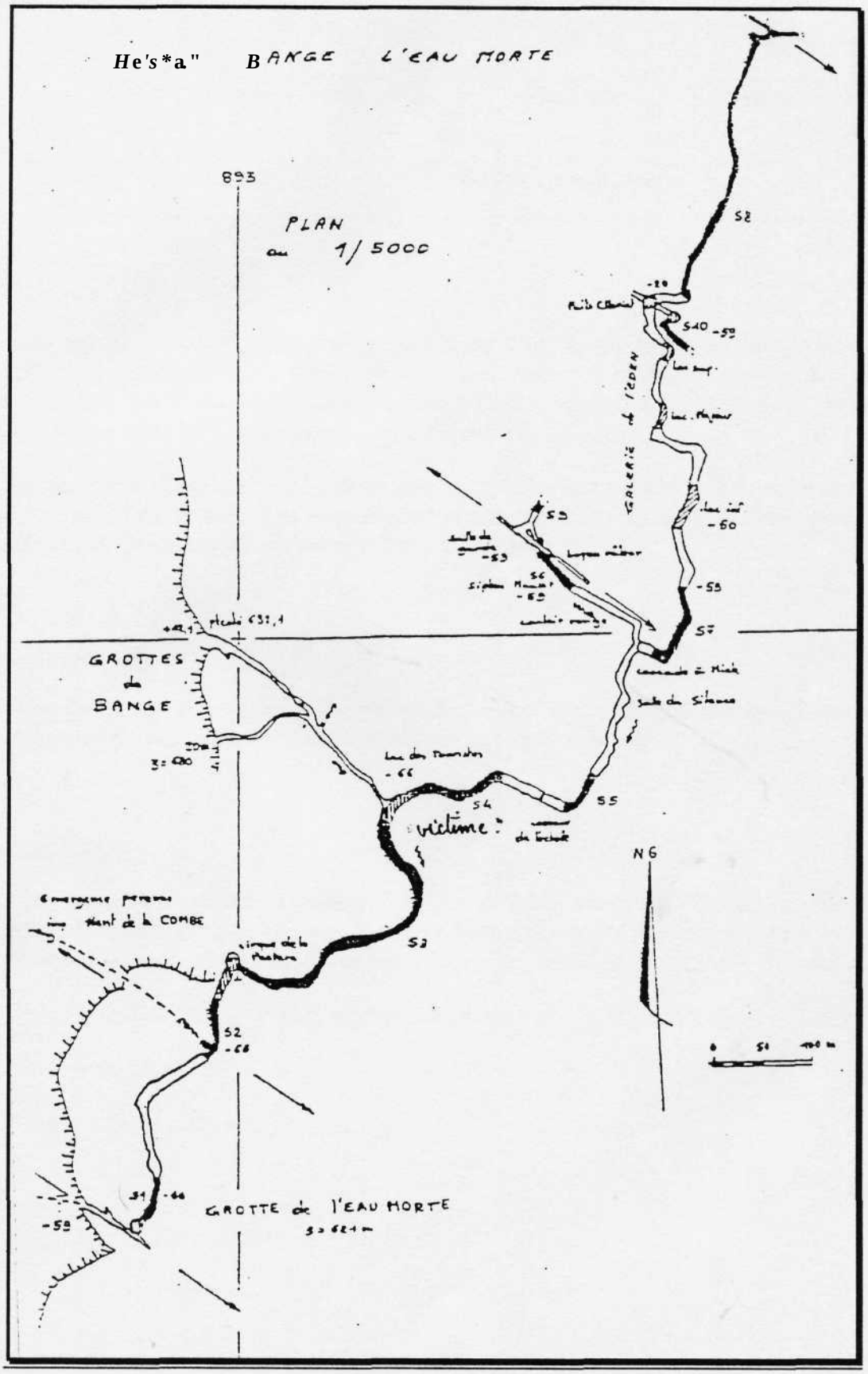
II semble que la victime se soit trouvée en difficulté soit par le fil d'Ariane, soit par manque d'air et qu'elle se soit libérée du matériel, pensant pouvoir sortir du siphon en apnée. Ce réflexe de survie en plongée sous-marine est fatal en siphon.

Type d'accident : **fil d'Ariane, inexpérience**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **embolie gazeuse**

Topographie



CAS 3

	Date	*Commune*	*Département*
	1 septembre 1991	**Marseille**	**Bouches du Rhône (13)**
Cavité	**Grotte de la Triperie**		

Résumé (51, 57)

Une équipe de trois plongeurs, accompagnés d'un moniteur de plongée, avait décidé d'explorer les galeries de la pointe de la Voile, entre les calanques de Sormiou et de Morgiou, distantes d'une dizaine de kilomètres à l'est de Marseille. L'entrée de la grotte de la Trémie est à - 36 m et son développement est d'environ 250 m.

La plongée a débutée vers 11h30, et vers midi, le moniteur est remonté seul à la surface. L'alerte a alors été donnée. Les trois plongeurs ont été retrouvés morts et l'évacuation a été assurée par les pompiers de Marseille et des plongeurs du SSF 13.

Commentaire

D'après les sauveteurs, les plongeurs étaient munis d'un matériel inadapté, à savoir des mono bouteilles, pas de profondimètre et surtout pas de fil d'Ariane.

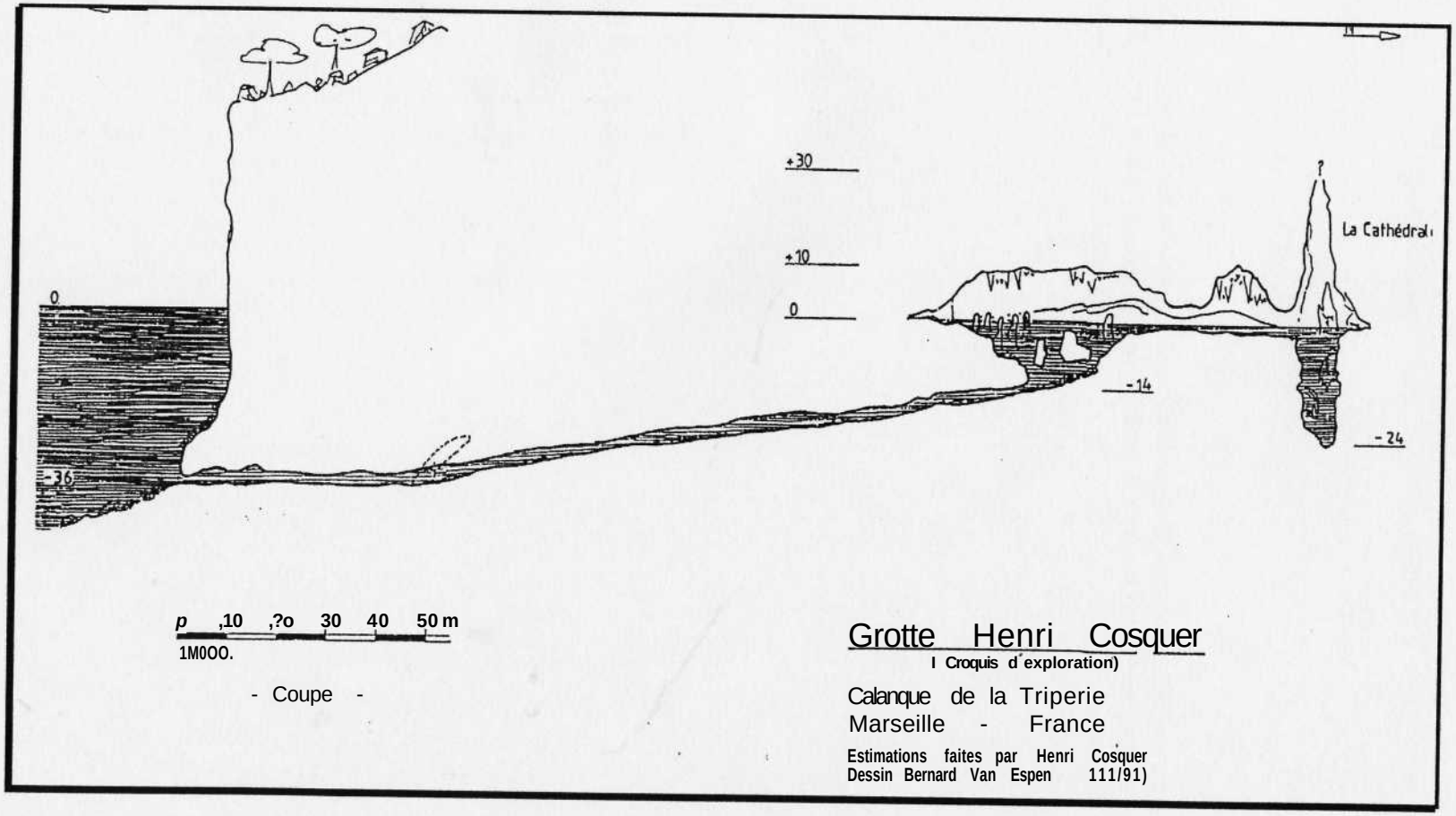
Conclusion

Cette plongée en milieu souterrain qui s'est effectuée sans matériel adapté a été fatale à ces trois plongeurs. De plus une palanquée de quatre plongeurs peut paraître trop importante dans une cavité où l'eau est facilement troublée par les dépôts soulevés par le palmage.

Type d'accident : **fil d'Ariane, matériel inadapté**

Nombre de décès : 3

Cause du décès : **noyade**



- Coupe -

Grotte Henri Cosquer

I Croquis d'exploration)

Calanque de la Triperie
Marseille - France

Estimations faites par Henri Cosquer
Dessin Bernard Van Espen 111/91)

CAS 4

	Date	*Commune*	*Département*
	29 septembre 1991	**Montclus**	**Gard (30)**
Cavité	**Grotte de la** Marnade		

Résumé (74)

Un spéléo plongeur appartenant à la F.F.S. décède dans le premier siphon, en panne d'air, à 250 m de l'entrée et à une profondeur de - 30 m. L'évacuation est assurée par le SSF 30, assisté de pompiers et de gendarmes.

Commentaire

Aucun.

Conclusion

Aucune (manque d'information).

Type d'accident : **panne d'air**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

CAS 5

	Date	*Commune*	*Département*
	10 janvier 1993	**Marchamp**	**Ain (01)**
Cavité	**Grotte du** Pertuis **ou grotte de Groin**		

Résumé (45, 63)

Un spéléo plongeur décide d'explorer le cinquième siphon de la grotte qui se développe sur 400 mètres de longueur pour une profondeur de l'ordre de 30 à 40 mètres. Il était équipé d'un tri douze litres. Un ami du plongeur, qui avait effectué le portage pour lui, ne l'ayant pas vu ressortir dans les temps impartis, décide de déclencher l'alerte.

Le plongeur est retrouvé mort par un sauveteur, à 150 m de l'entrée du siphon, à la profondeur de - 30 m. L'évacuation a été assurée par les plongeurs des spéléo-secours 01, 21, 38 et 39 ainsi que quelques pompiers de l'Isère et de l'Ain.

Commentaire

Quand on l'a retrouvé, la victime était placée dans le sens du retour et son profondimètre indiquait - 38 m. La bouteille qui alimentait le flexible de gonflage de sa combinaison sèche était vide. Les autres contenaient encore de l'air.

Conclusion

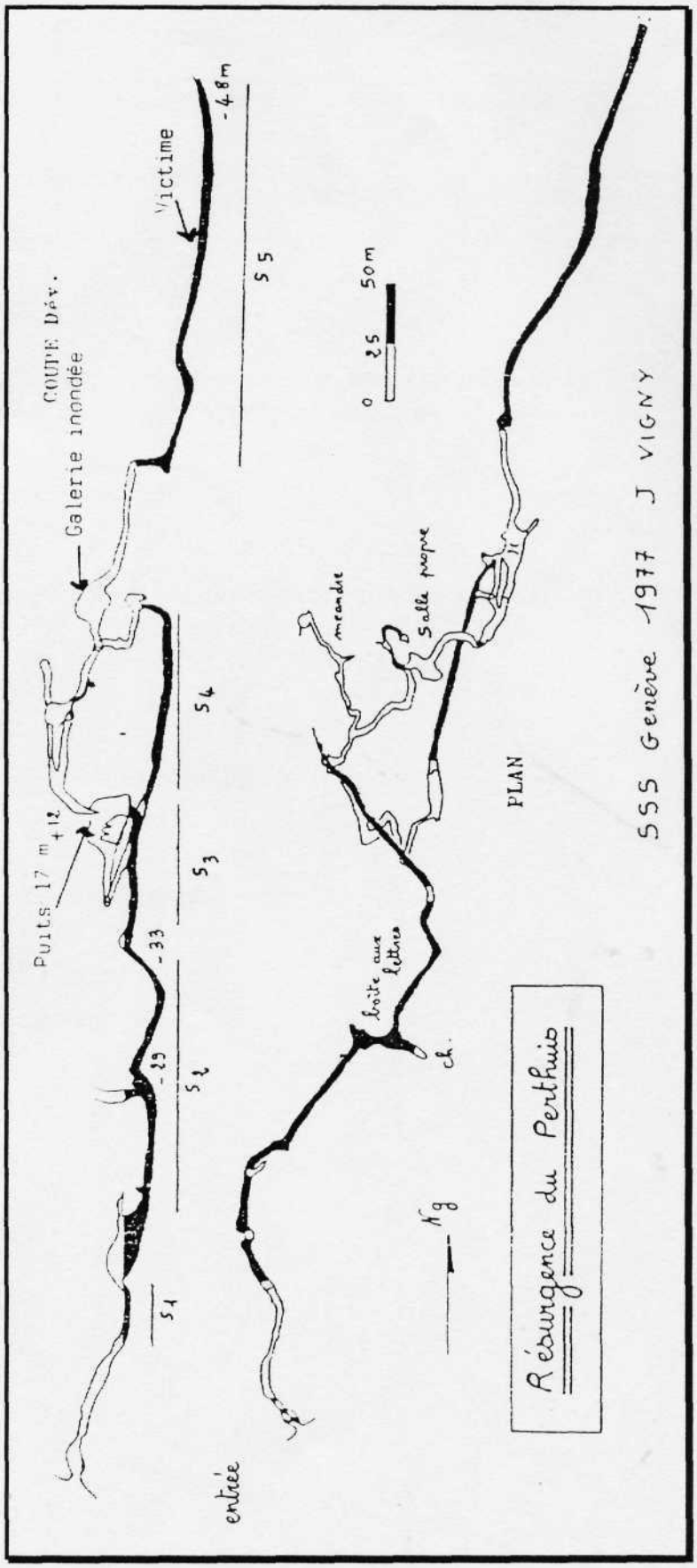
L'hypothèse d'un grave accident de flottabilité suivi d'un essoufflement est la plus probable. Le plongeur n'avait qu'une seule réserve de flottabilité et n'avait pas mis de flotteurs sur son scaphandre.

Type d'accident : **défaillance matérielle, essoufflement**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

Topographie



CAS 6

	Date	*Commune*	*Département*
	16 avril 1993	**Saint Maurice de Navacelle**	**Hérault (34)**
Cavité	**Résurgence de Gourneyras**		

Résumé

Un plongeur belge qui explorait, avec un groupe, la résurgence de Gourneyras, s'est noyé dans le siphon. Il a été évacué par les pompiers du Caylar.

Commentaire

Le Spéléo Secours Français n'a pas été prévenu de cet accident.

Conclusion

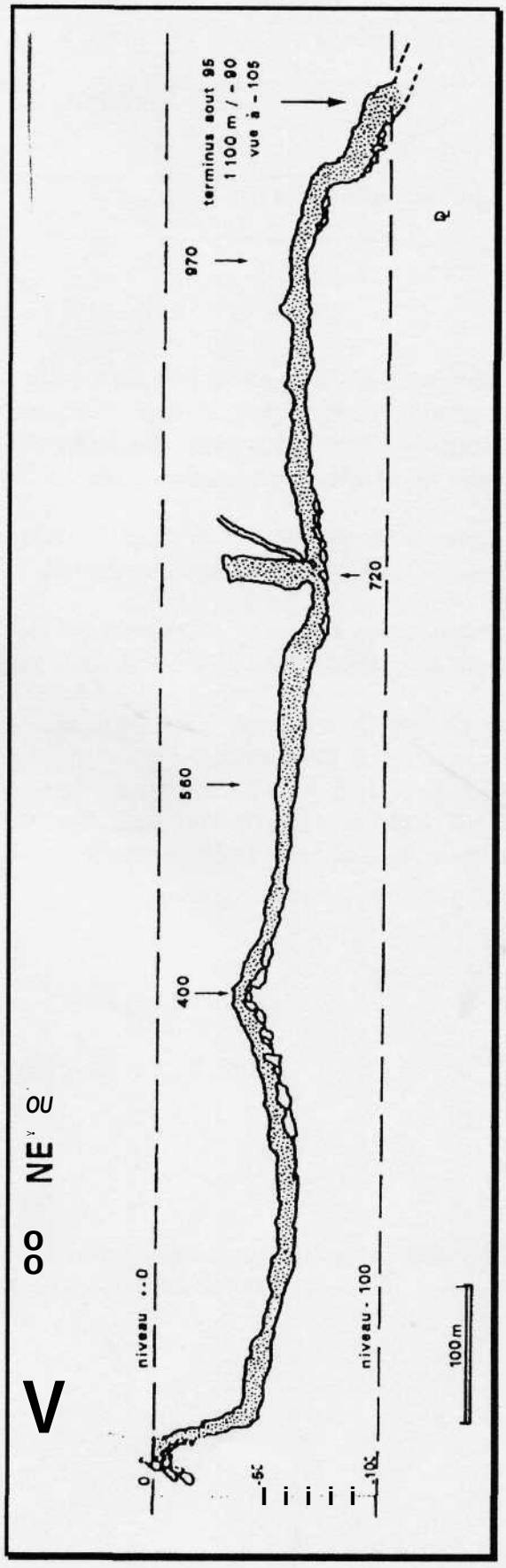
Aucune (très peu de renseignements).

Type d'accident : **décompression**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

Topographie :



CAS 7

	Date	*Commune*	*Département*
	17 avril 1994	**Cassis**	**Bouches du Rhône (13)**
Cavité	**Grotte de la Treimie**		

Résumé (23,25, 62)

Lors d'une sortie organisée par un club de plongée subaquatique, trois plongeurs suisses non fédérés visitent la grotte de la Treimie qui s'ouvre par 16 mètres de profondeur. La cavité est composée d'une vaste salle principale, comportant dans sa partie centrale une poche d'air, et un gros pilier central. Dans le fond, existe une autre salle de dimension plus modeste.

Les trois plongeurs s'engagent dans la deuxième salle de la cavité et ne peuvent regagner la sortie du fait de la turbidité de l'eau, due aux dépôts argileux soulevés lors de leur passage.

Devant le retard pris par les plongeurs, le bateau accompagnateur lance un appel de détresse qui sera intercepté par le centre de secours de Cassis puis transmis au CODIS 13.

Un des trois plongeurs a réussi à sortir de la cavité par ses propres moyens, puis a parcouru environ 200 m à la nage. C'est alors qu'il a été repéré puis récupéré par les sauveteurs. Le recueil de son témoignage fut précieux pour la suite des opérations. Après de nombreuses plongées infructueuses dues à la turbidité de l'eau, les corps des deux victimes ont été localisés dans une cloche d'air vicié où ils sont décédés et ont ensuite été évacués, par des plongeurs du SSF 13.

Commentaire

Les plongeurs n'avaient pas posé de fil d'Ariane.

Conclusion

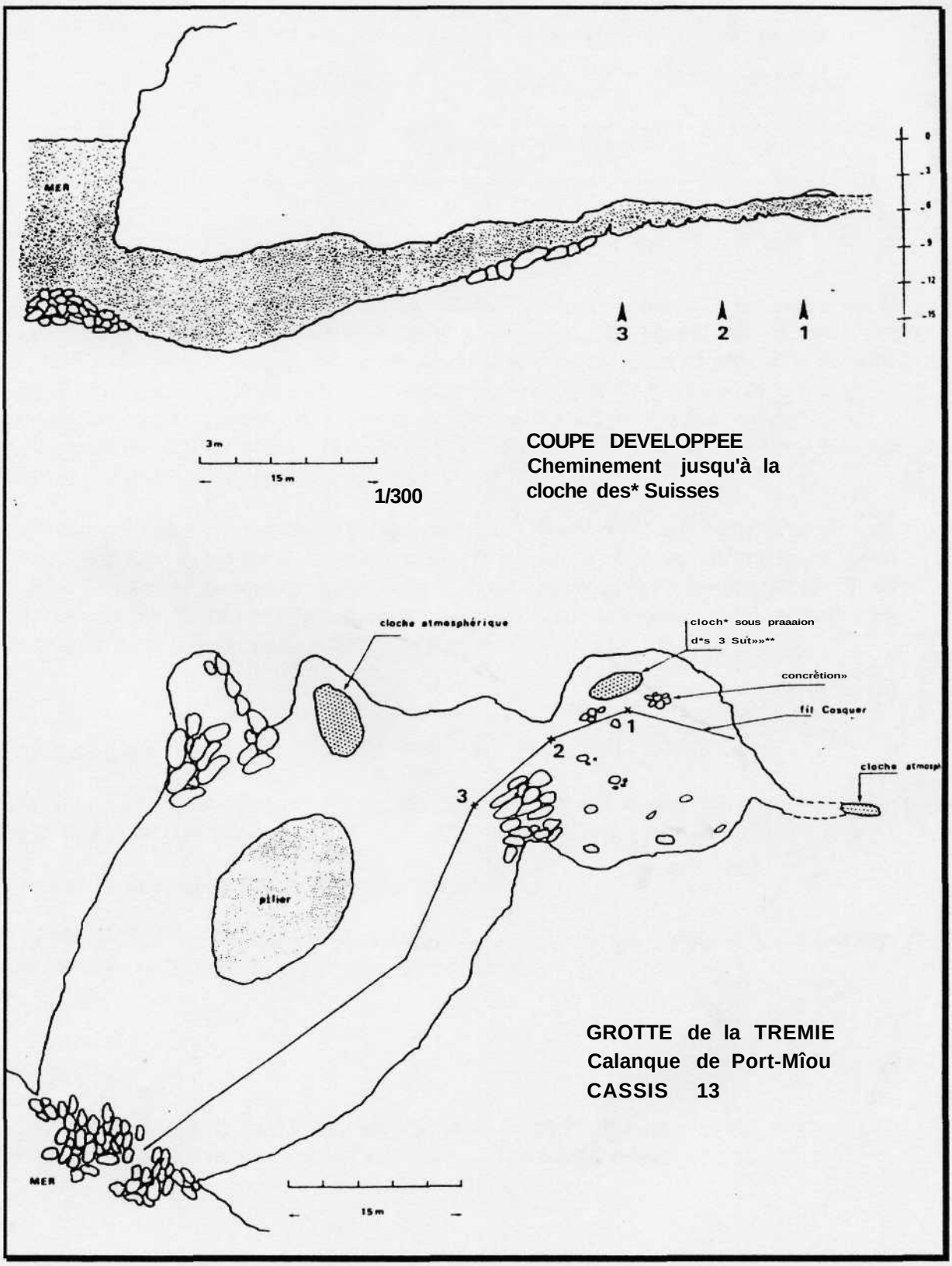
Cet accident est du à une méconnaissance du milieu, du matériel spécialisé nécessaire et des techniques spécifiques de la plongée souterraine.

Type d'accident : **fil d'Ariane**

Nombre de décès : 2

Cause du décès : **asphyxie**

Topographie :



CAS 8

	Date	*Commune*	*Département*
	***4* février 1995**	**Tourtoirac**	**Dordogne (24)**
Cavité	**Source de la Clautre**		

Résumé (68)

Quatre plongeurs spéléo réalisent l'exploration du siphon de la source de la Clautre. Après avoir réalisé une « première » spéléologique post-siphon, ils sortent de la cavité en franchissant à nouveau le siphon. Annie M., en deuxième position, est victime d'un accident de plongée. Philippe M., qui la suit, la trouve emmêlée dans le fil d'Ariane. Il la dégage en coupant ce dernier et parvient à ressortir en tâtonnant dans le conduit noyé. L'alerte a immédiatement été donnée à la sortie de Michel M., premier plongeur, en ne voyant ressortir ni Annie M., ni Jean-Luc S., quatrième plongeur.

Bernard G., plongeur et anésthésiste-réanimateur qui faisait partie du dispositif de secours, a retrouvé Jean-Luc S. vivant derrière le siphon. Il lui donne alors une de ses bouteilles et repart avec lui dans le siphon. Mais Jean-Luc S. fait alors un arrêt cardio-respiratoire. Il est sorti du siphon par Bernard G et une réanimation est alors entreprise, mais qui sera sans succès. Annie M. sera découverte plus tard, noyée.

Commentaire

Jean-Luc S. était un plongeur de pointe. Il semblerait par contre que ses trois autres équipiers étaient peu expérimentés.

La cause du décès de Jean-Luc S. n'a pas été éclaircie.

Plus de cent personnes ont été mobilisées sur ce secours qui a nécessité d'importants moyens comme la désobstruction à l'explosif et le pompage.

Conclusion

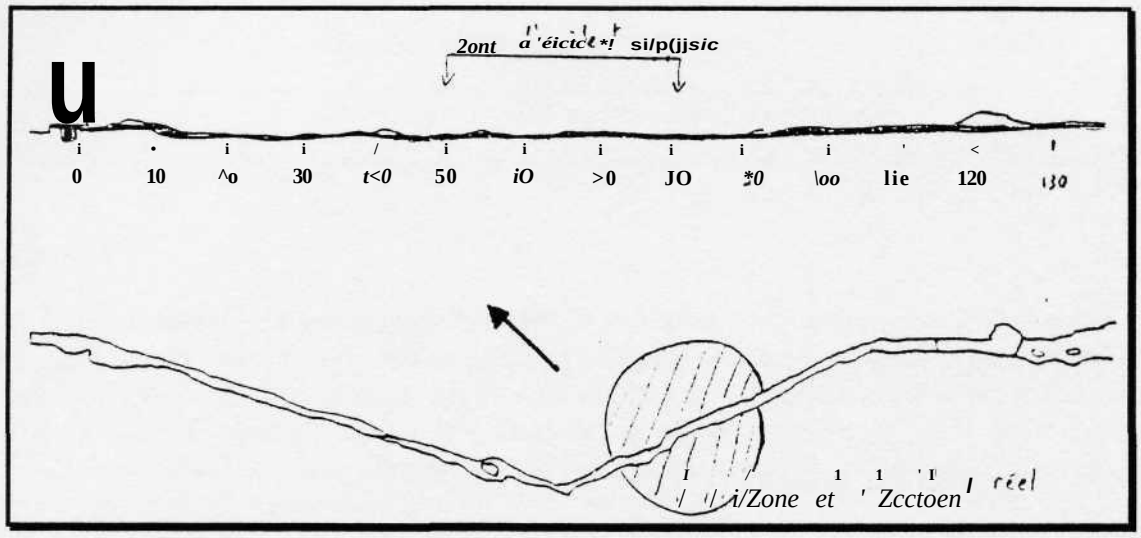
L'inexpérience a sans doute joué un rôle dans le décès d'Annie M. qui s'est trouvée emmêlée dans le fil d'Ariane et a peut-être cédé à un accès de panique.

Type d'accident : **fil d'Ariane**

Nombre de décès : 2

Cause du décès : **noyade**

Topographie :



CAS 9

	Date	*Commune*	*Département*
	20 février 1995	**Cadrieu**	**Lot (46)**
Cavité	**Résurgence de Landenouze**		

Résumé (40)

Le lundi 20 février, un groupe de trois plongeurs réalise l'exploration du conduit noyé de la source de Landenouze, dans le but de préparer une plongée de pointe dans la partie extrême de l'amont de la rivière souterraine. La plongée de pointe est prévue pour le lendemain. La longueur et la profondeur du siphon imposent aux plongeurs la mise en place de bouteilles relais, qui seront placées à des endroits bien précis, facilitant ainsi les paliers et les réserves en air pour le retour du plongeur de pointe.

Frédéric B. entre dans le siphon vers 12h35 avec pour objectif, l'installation d'une bouteille relais à 1000 m de l'entrée. Ne voyant pas le plongeur ressortir comme prévu, Hubert F. plonge dans le siphon vers 15h00 pour tenter de le rejoindre. Cette reconnaissance jusqu'à 650 m de l'entrée fut effectuée sans résultats. L'alerte est donc donnée à 16h24.

Etant donné la topographie particulière du siphon (développement de plus de 1100 m pour une profondeur allant jusqu'à - 40 m), seuls quelques spéléologues français sont capables de plonger dans de telles cavités. On demanda donc à Marc M., venu de Marseille spécialement par avion, d'effectuer une reconnaissance. Le corps de la victime sera retrouvé à 800 m de l'entrée, à une profondeur de - 32 m. L'évacuation de la victime sera ensuite assurée par Marc M., aidé par d'autres plongeurs du SSF.

Commentaire

Frédéric B. utilisait pour cette plongée un mélange suroxygéné à 40 % et un locoplongeur. Son profondimètre indiquait - 48 m et il était sur le chemin du retour lorsqu'il a été retrouvé.

Conclusion

La cause probable du décès est l'hyperoxie car on sait qu'avec un Nitrox 40 %, la profondeur limite est de - 30 m alors que le profondimètre de la victime indiquait - 48 m.

Type d'accident : **mélange inadapté**

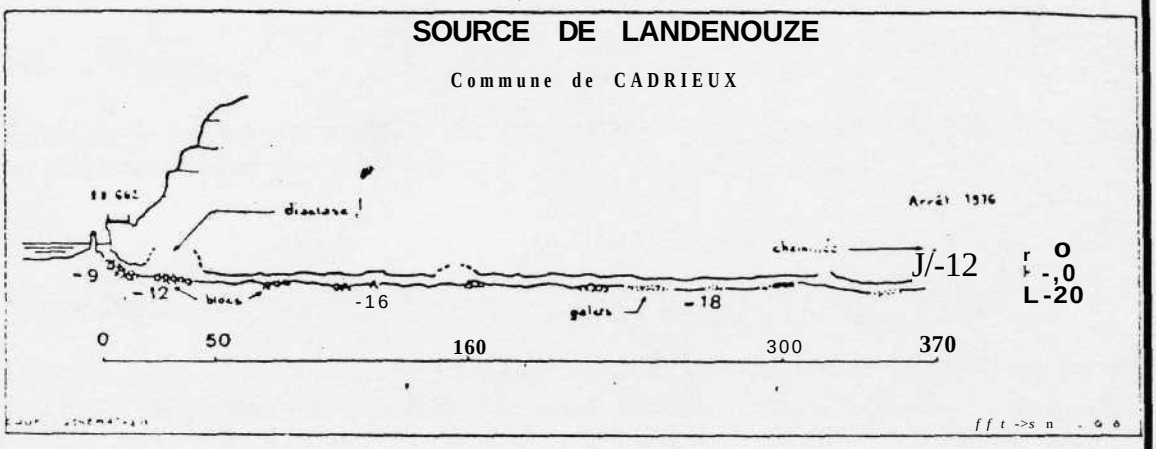
Nombre de décès : 1

Cause du décès : **hyperoxie**

Topographie :

Le plan de la source de Landenouze, a été réalisé en 1976. (seule publication existante)

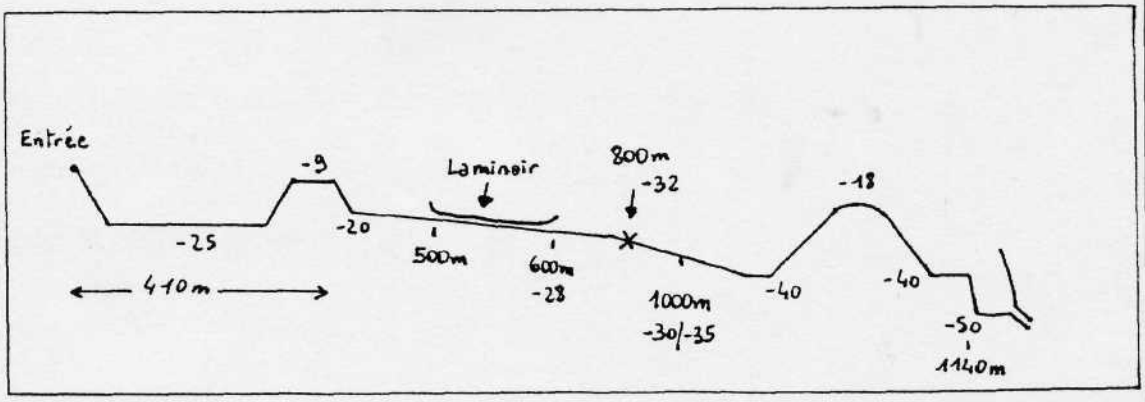
La cote atteinte à cette époque n'était que de 370m environ, pour une profondeur maxi de -18m.



J/-12

O
-,0
L-20

CROQUIS DE PLONGEE



CASIO

	Date	*Commune*	*Département*
	24 mai 1995	Salvagnac	**Aveyron (12)**
Cavité	**Gouffre résurgence de Lantouy**		

Résumé (33)

Noyade à la suite d'une tentative de décapelage (action d'enlever ses bouteilles pour franchir une « étroiture ») en vêtement sec.

Commentaire

Les coéquipiers de la victime l'ont dégagée et sortie du siphon. La victime a ensuite été prise en charge par les pompiers. Le SSF n'a pas été prévenu, d'où un manque d'information.

Conclusion

Le décapelage en vêtement sec est une manœuvre dangereuse pendant la plongée souterraine. Du fait de la perte de poids, le plongeur remonte brutalement au plafond.

Type d'accident : **manœuvre dangereuse (volume variable)**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

CASH

	Date	*Commune*	*Département*
	23 juillet 1995	**Châtillon sur Seine**	**Côte d'Or (21)**
Cavité	**Source de la** Douix		

Résumé (56)

Trois plongeurs font une plongée classique de visite de la Douix. L'aller se passe sans problème mais du fait de leur passage, de la boue a été soulevée, rendant la visibilité moins bonne. Au retour, ne se voyant plus mutuellement, les deux premiers plongeurs sont ressortis. Ne voyant pas revenir le troisième, un des deux est parti déclencher les secours pendant que le deuxième replongeait, en vain, à la recherche du disparu. La recherche de la victime est effectuée par des plongeurs du SSF 21. Alexandre L. est retrouvé sans vie, coincé entre deux lames dans la trémie terminale du siphon. L'évacuation du corps sera effectuée par les plongeurs du SSF 21.

Commentaire

Les trois plongeurs semblaient bien connaître la cavité pour l'avoir plongée entre dix et quinze fois, et, semblaient disposer d'un équipement correct vis à vis de la plongée spéléo.

Toutefois, les règles de base en terme de sécurité en plongée souterraine n'ont pas été respectées car il n'y a pas eu d'équipement avec un fil d'Ariane.

Conclusion

L'accident est certainement du au fait que la Douix de Châtillon, qui représente une plongée traditionnellement facile, est considérée comme un siphon école doté d'une eau claire au moins dans sa première partie et malheureusement, les trois plongeurs n'ont pas jugé utile de la ré-équiper en fil d'Ariane.

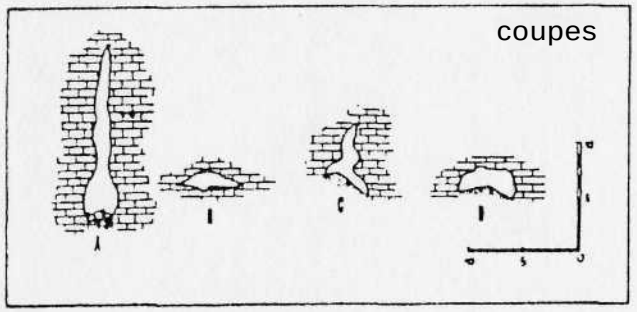
La victime, ne retrouvant pas son chemin et n'ayant pas de boussole, est sans doute repartie en sens inverse et s'est perdue.

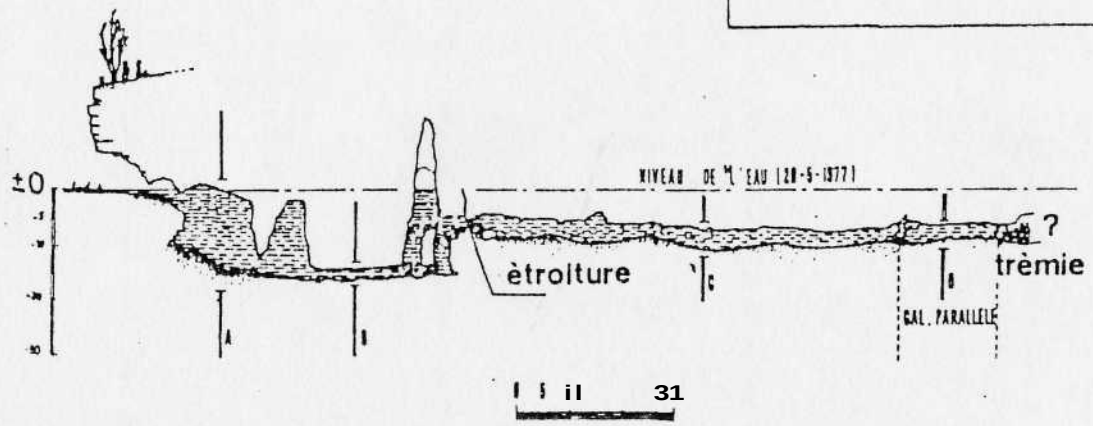
Type d'accident : **égarement, fil d'Ariane**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

Source de la DOUIX~Chatillonl21





Viooo*

]S.C.Dípn.1977

KINOT - LEBIHAN - DEGOUVE.

CAS 12

	Date	*Commune*	*Département*
	13 mai 1996	**Conte**	**Jura (39)**
Cavité	**Source de l'Ain**		

Résumé (13)

Deux plongeurs trouvent la mort dans cette source. Le premier d'une hémorragie pancréatique brutale, et son coéquipier d'un problème cardiaque brutal. La sortie immédiate des corps a été réalisée par le troisième plongeur de l'équipe.

Commentaire

La mort du premier plongeur par hémorragie pancréatique aurait très bien pu arriver en surface et ne semble pas liée à la plongée.

L'autopsie du deuxième plongeur a révélé une malformation cardiaque.

Conclusion

Ces deux décès semblent plus être dus à des tares viscérales sous-jacentes qu'à la plongée elle-même.

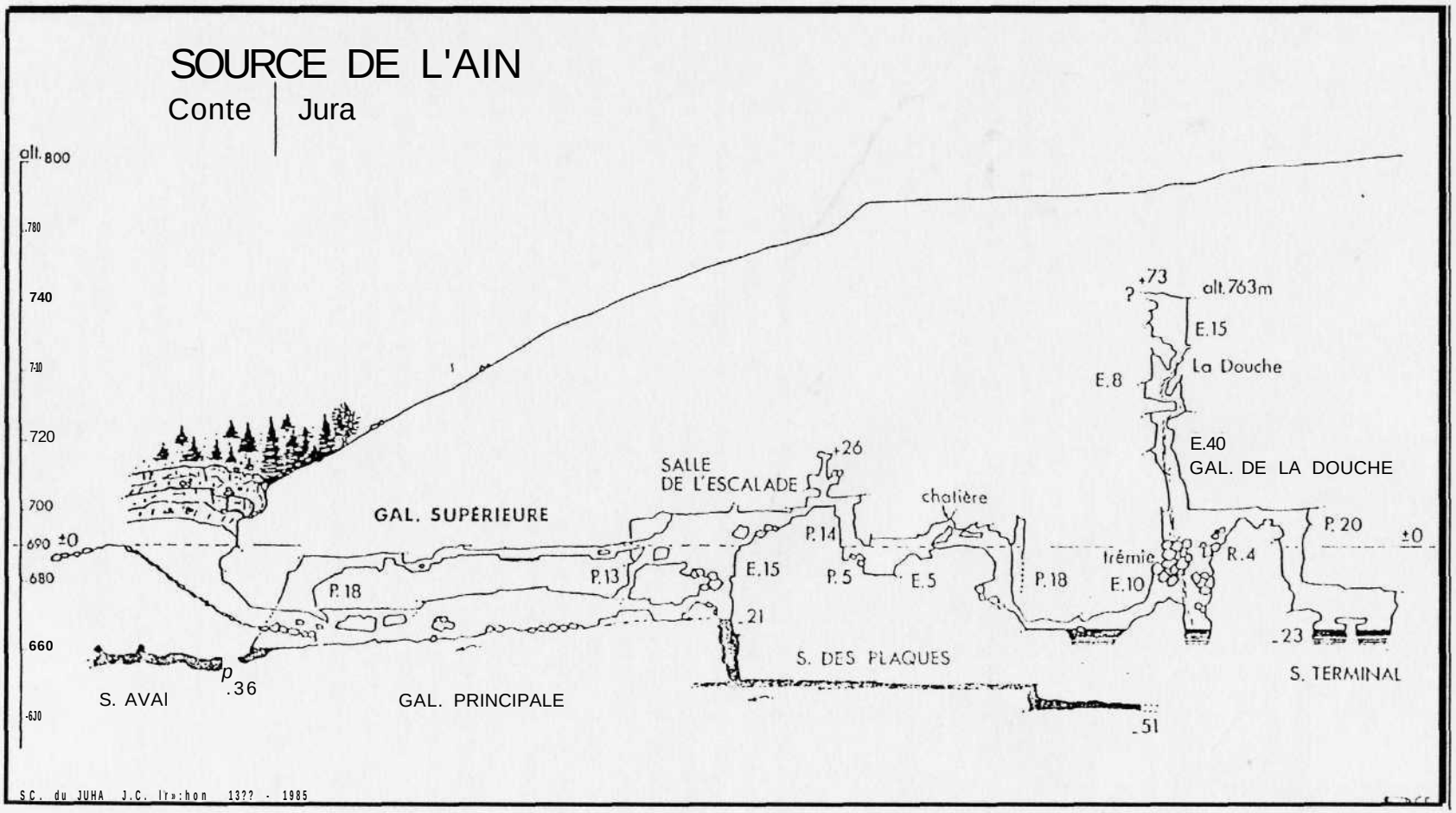
Type d'accident : **défaillance viscérale**

Nombre de décès : 2

Cause du décès : **hémorragie pancréatique, infarctus du myocarde**

SOURCE DE L'AIN

Conte | Jura



CAS 13

	Date	*Commune*	*Département*
	16 juin 1996	**Tonnerre**	**Yonne (89)**
Cavité	**Fosse** Dionne		

Résumé (34, 46)

Deux plongeurs, qui connaissaient bien la cavité, plongent à la fosse Dionne. Ils dépassent les deux « étroitures » entre - 30 m et - 38 m, et remontent derrière jusqu'à la cote - 6 m. Au retour devant la deuxième «étroiture», Jésus N., qui était en premier s'aperçoit que ses deux manomètres sont à 0 et qu'il n'y a plus d'air dans la bouteille qu'il avait déposée à l'aller. Il s'agite et panique, s'emmêlant dans le fil d'Ariane. Il réussit quand même à se réfugier dans une cloche d'air. Son compagnon Thi N. le rejoint, démêle le fil, et constate des fuites au niveau de la robinetterie. Les deux hommes repartent ensuite sur la seule bouteille restante (celle que Thi N. avait déposée à l'aller, toutes les autres étant vides) en respirant alternativement sur le détendeur. Thi N. passe P»étroiture» le premier et essaye de tirer Jésus P.. Mais après s'être débattu, ce dernier devient inerte. Thi N. lâche son compagnon et continue en apnée, la dernière bouteille étant-elle aussi vide. Entre les deux « étroitures » il retrouve de nouvelles bouteilles relais laissées pendant la descente. Il remonte alors et rencontre à - 6 m un plongeur de soutien à qui il explique le problème. Ce dernier ressort et déclenche les secours. Jésus P. sera retrouvé mort derrière la deuxième «étroiture» puis évacué par des plongeurs du SSF 21,41 et 78 sous la direction du SSF 89.

Commentaire

Le matériel de plongée utilisé n'était pas adapté à ce type d'exploration. Les bouteilles étaient équipées de branchement par étrier (mis à part le 10 1 double de Thi N.) et aucune robinetterie n'était protégée. On ne peut exclure que le problème rencontré avec la bouteille laissée à - 38 m soit la conséquence d'un choc sur celle-ci car lorsqu'elle a été récupérée par la suite, cette bouteille avait un premier étage endommagé.

La consommation d'air de Jésus P. semble avoir été anormalement plus élevée que celle de son compagnon. Cela est-il dû à une fuite ou bien au fait que celui ci était trop lourd ou trop chargé ?

Pendant sa remontée, Thi N. n'a pas respecté tous ses paliers et a été victime d'un accident de décompression pour lequel il a dû être transféré vers un caisson hyperbare.

Conclusion

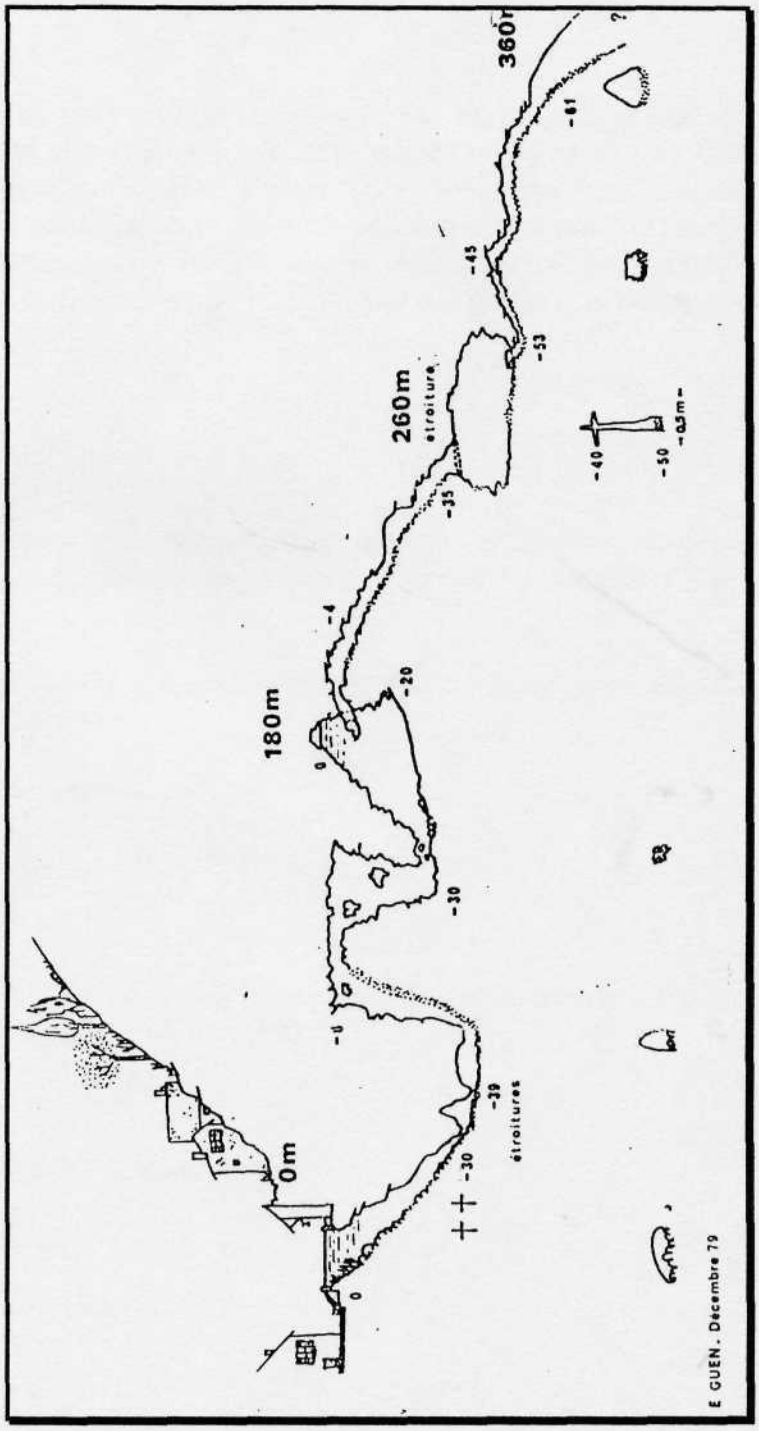
On peut supposer que cet accident est la conséquence d'un matériel mal adapté, et d'une surestimation des capacités personnelles.

Type d'accident : **panne d'air, matériel inadapté**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

Topographie :



CASH

	Date	*Commune*	*Département*
	19 mai 1997	Antibes	**Alpes Maritimes (06)**
Cavité	**Grotte** Donoréas		

Résumé (5)

Une palanquée de trois plongeurs explore cette cavité sous-marine. L'un des trois, ne voyant plus les deux autres à cause de la baisse de visibilité due au palmage, panique et remonte rapidement pour donner l'alerte. Sur le bateau, un des moniteurs descend immédiatement pour tenter de porter secours mais disparaît à son tour. Deux autres plongeurs de l'équipe installent alors un fil d'Ariane et retrouvent un des corps. La localisation et l'évacuation des trois victimes seront réalisées par des gendarmes et des sapeurs-pompiers de Nice et de Cannes.

Commentaire

Le premier plongeur qui est remonté rapidement, n'a pas respecté les paliers et a été victime d'un accident de décompression pour lequel il a été transféré à Nice, vers un caisson hyperbare.

Deux sauveteurs ont été eux aussi victimes d'accident au cours de cette opération et ont dû être transféré à l'hôpital.

Le SSF n'est pas intervenu.

Conclusion

Cet accident est dû à un non-respect des règles élémentaires de plongée en grotte, et notamment la mise en place d'un fil d'Ariane.

Type d'accident : **fil d'Ariane**

Nombre de décès : 3

Cause du décès : **noyade**

CAS 15

	Date	*Commune*	*Département*
	28 septembre 1997	**Fontaine de Vaucluse**	**Vaucluse (84)**
Cavité	**Gouffre de Fontaine de Vaucluse**		

Résumé (42, 47)

En prévision d'une expédition avec un robot filoguidé prévue pour l'année suivante, la Société Spéléologique de Fontaine de Vaucluse (SSFV) avait organisé une série de plongées dans le but d'enlever un câble aperçu lors d'une exploration précédente entre 110 et 195 mètres de profondeur. Pascal B., le plongeur de cette opération devait, lors de sa remontée, laisser derrière lui des bouteilles vides. Une équipe de plongeurs d'assistance devait se charger de la récupération de ces bouteilles.

C'est donc vers 23h45 le samedi 27 septembre, alors que Pascal B. effectue ses paliers de décompression, que Denis S. part pour chercher les bouteilles les plus profondes (à -107 m).

Ses camarades ne le voyant pas remonter à son premier palier de décompression (- 50 m) à l'heure prévue, ils entreprennent immédiatement les premières recherches avant d'alerter le CODIS 84.

Le corps de la victime sera retrouvé à - 90 m, après quatre jours d'effort, par le SSF aidé par la Gendarmerie et les Sapeurs Pompiers.

Commentaires

Denis S. était moniteur de plongée profonde.

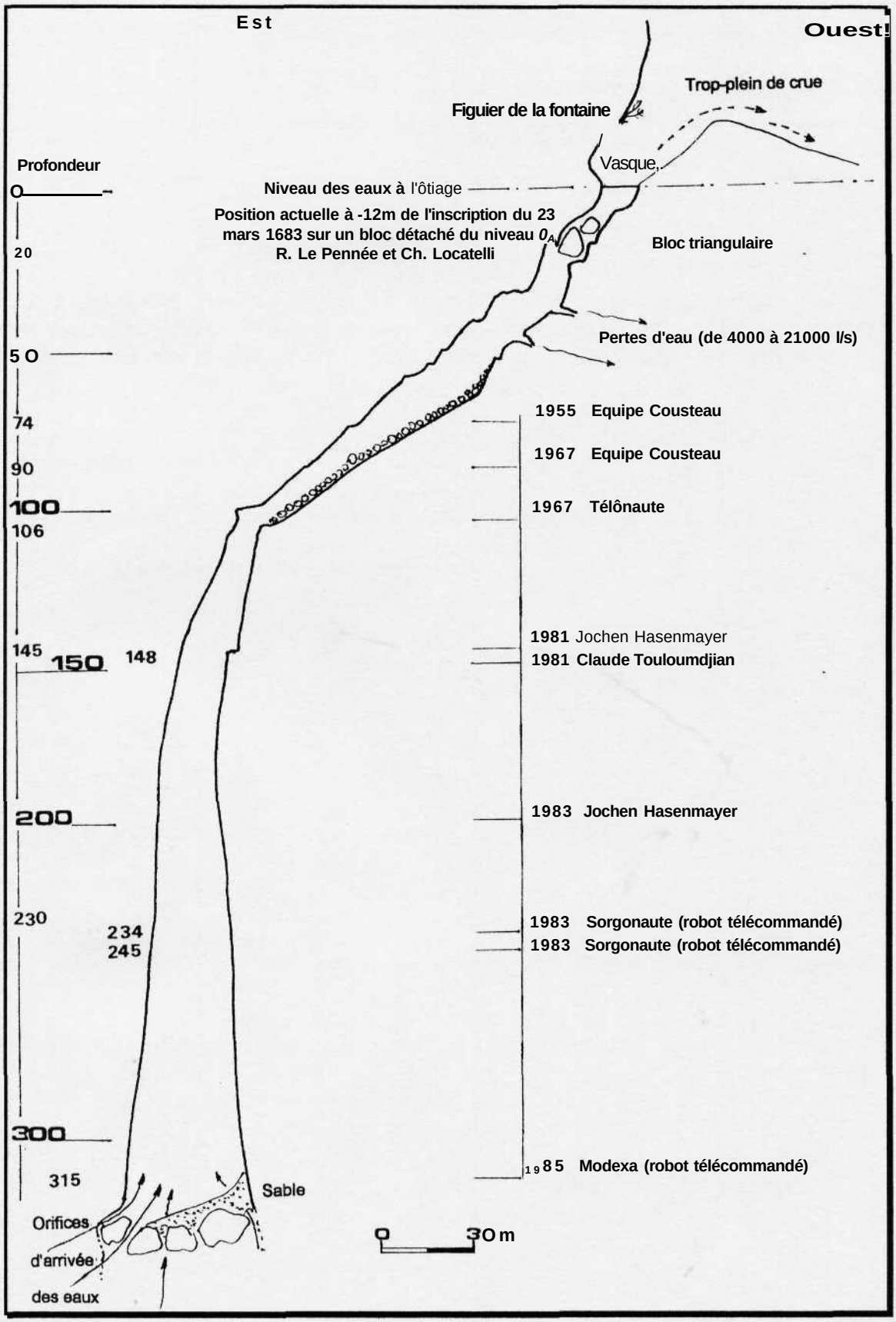
Conclusion

Type d'accident : **accident de décompression**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **embolie gazeuse**

Topographie :



CAS 16

	Date	*Commune*	*Département*
	14 avril 1998	**Châtillon sur Seine**	**Côte d'Or (21)**
Cavité	**Source de la Douix**		

Résumé (43)

Une jeune femme, Sandrine C, se noie après avoir fait un malaise à quelques mètres de l'entrée de la Douix. Sortie par son mari, elle bénéficiera d'une réanimation, malheureusement sans succès par le SMUR de Châtillon.

Commentaire

On ne connaît pas l'origine du malaise de cette victime.

Le SSF n'est pas intervenu dans cette opération.

Conclusion

Type d'accident : **malaise**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

Topographie : cf cas n° 11

CAS 17

	Date	*Commune*	*Département*
	19 juillet 1998	**Villard sur Bienne**	**Jura (39)**
Cavité	**Exsurgence du Bief Goudard**		

Résumé (14)

Une équipe de plongeurs belges expérimentés entreprend la visite du Bief Goudard. Le matin deux plongeurs nettoient le siphon des fils d'Ariane existants. L'après-midi deux autres plongeurs descendent installer un fil jusqu'à la cote - 50 m. Le départ a lieu à 13h20, et la plongée ne doit durer qu'une demi-heure avec en plus un quart d'heure de palier. L'un des deux plongeurs attend à - 47 m et constatant le non-retour de son collègue, ressort à la limite de sécurité de sa réserve en air. Un autre plongeur descend jusqu'à - 50 m en vain.

L'alerte est alors donnée auprès de la gendarmerie. La direction des secours est ensuite confiée au SSF. Le jeudi 23 juillet, après quatre jours de recherche, le corps de la victime est enfin localisé à 315 m environ de l'entrée et commence à être évacué. C'est lors de cette évacuation qu'un des sauveteurs a également eu un problème et sera retrouvé décédé à - 30 m par un plongeur de soutien.

L'opération de secours prend alors fin pour être immédiatement reprise sous forme d'opération judiciaire dont la direction technique est confiée au SSF. Le corps de la deuxième victime sera évacué par un plongeur du SSF assisté de deux plongeurs spéléo gendarmes de Saint Jean de Luz le samedi 25 juillet. Puis la décision est prise, pour des raisons de sécurité, de suspendre les recherches pour quinze jours. La première victime sera évacuée le vendredi 8 août.

Commentaire

Le décès de la première victime est probablement due à une panne d'air.

Le décès du sauveteur serait peut être due à un échange de bouteille de la part de celui-ci lors de la pose de relais. Il serait alors descendu à grande profondeur avec une bouteille de Nitrox au lieu d'une bouteille de Trimix. Tout ceci reste au conditionnel, avant les conclusions de l'enquête judiciaire qui est encore en cours actuellement et pour laquelle tous les protagonistes du secours ont été entendus par la justice, une plainte contre X ayant été déposée par la famille du sauveteur décédé.

Conclusion

Type d'accident : **panne d'air, toxicité des gaz**

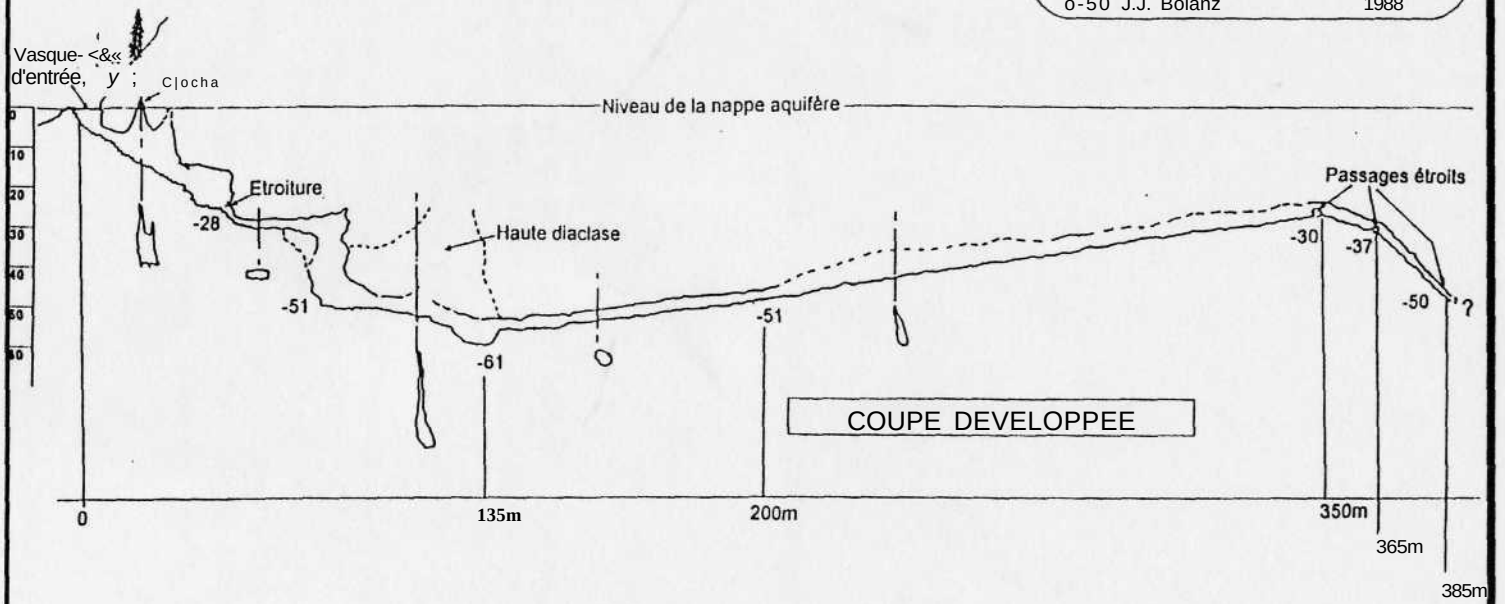
EXSURGENCE DU BIEF GOUDARD]

VILLARD-sur-BIENNE

X: 874,37 Y: 170,05 Z :510m

CHRONOLOGIE DES EXPLORATIONS

o-25	F.Jacquler	1976
•* -38	R. Le Pennée, C. Locatelll	1978
« -40	R. Le Pennée, C. Locatelll	1979
=> -51	R. Le Pennée. C. Locatelll	1984
<>-6i	Ph. Schneider	1984
o -51	J.J. Bolanz	1984
o -30	O. Isler, Magnin	1984
•* -37	J.J. Bolanz	1984
o-50	J.J. Bolanz	1988



La topographie a été levée aux Instniments de "0" à -40,
le reste de la cavité a été dessiné sur la base des données du ni métré et des profondimètret

CAS 18

	Date	*Commune*	*Département*
	20 décembre 1998	Malaussène	**Alpes Maritimes (06)**
Cavité	**Grotte de la Mescla**		

Résumé (35)

Un plongeur de la région, Jérôme L., explore cette cavité et ne remonte pas à l'heure prévue. Alors que l'alerte est donnée, une première reconnaissance est organisée dans le siphon avec des plongeurs locaux, connaissant bien les lieux. En attendant le retour de cette équipe de deux plongeurs, l'acheminement de deux autres plongeurs opérant aux mélanges est prévu pour intervenir en soirée selon les résultats de la reconnaissance. Ceci est lié à la profondeur du siphon qui comporte deux points bas à - 65 m et un autre à - 68 m.

A 14h30 l'équipe de reconnaissance revient en informant qu'elle a retrouvé Jérôme L. décédé dans le deuxième siphon. Il était dans le sens de la sortie, à -62 m sur le retour après avoir franchi le point bas de - 68 m. Ils l'ont délesté de ses bouteilles pour le ramener vers la sortie du siphon. L'évacuation du corps sera effectuée par des plongeurs locaux, sous la direction du SSF.

Commentaire

Nous n'avons actuellement aucun élément sur l'origine du décès.

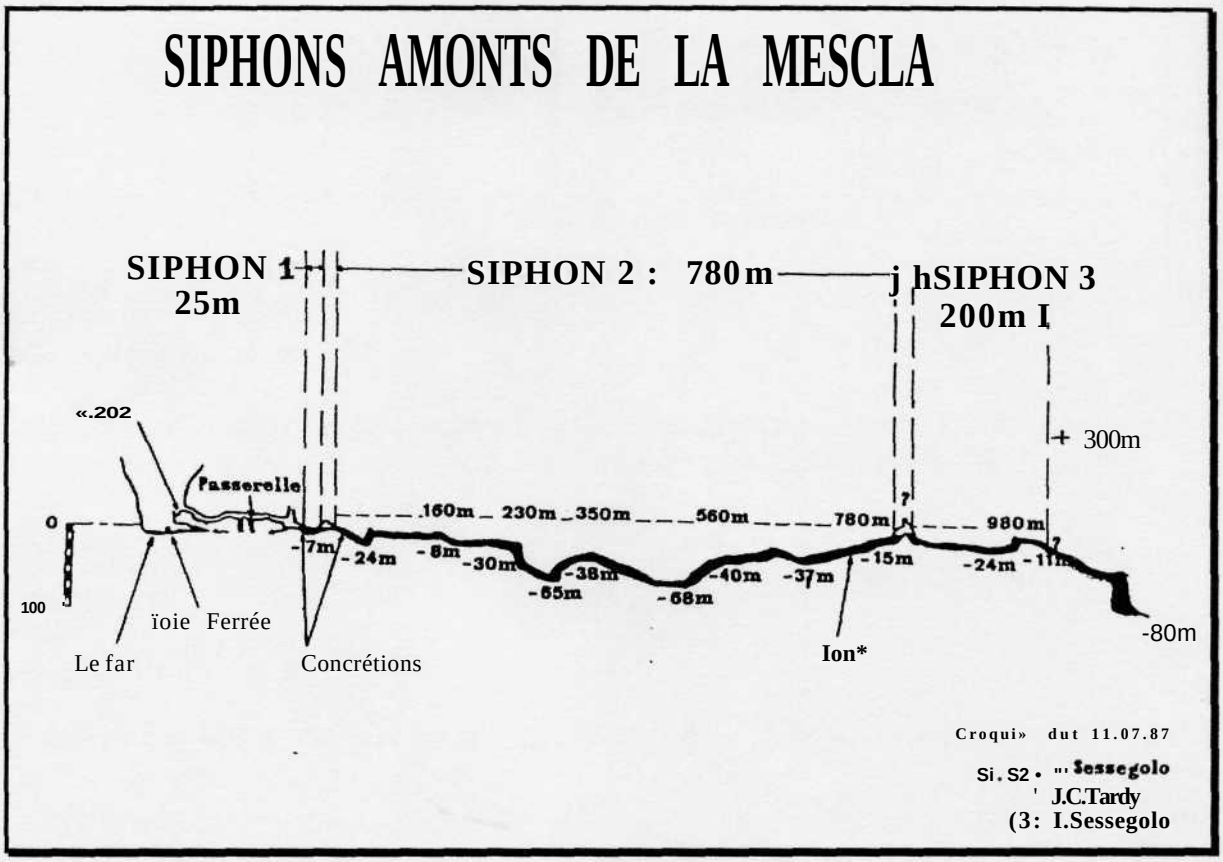
Conclusion

Type d'accident : ?

Nombre de décès : 1

Cause du décès : ?

Topographie :



CAS 19

	Date	*Commune*	*Département*
	15 juin 1999	**Saint Bauzille de Putois**	**Hérault (34)**
Cavité	Foux **du Mas de Banal**		

Résumé (10)

Alors qu'il fait une plongée de soutien pour un autre plongeur, Arnaud L., membre de la FFS, se noie à - 70 m lors d'une plongée à l'air. Le secours est effectué par le SSF.

Commentaire

Plongée à l'air à - 70 m.

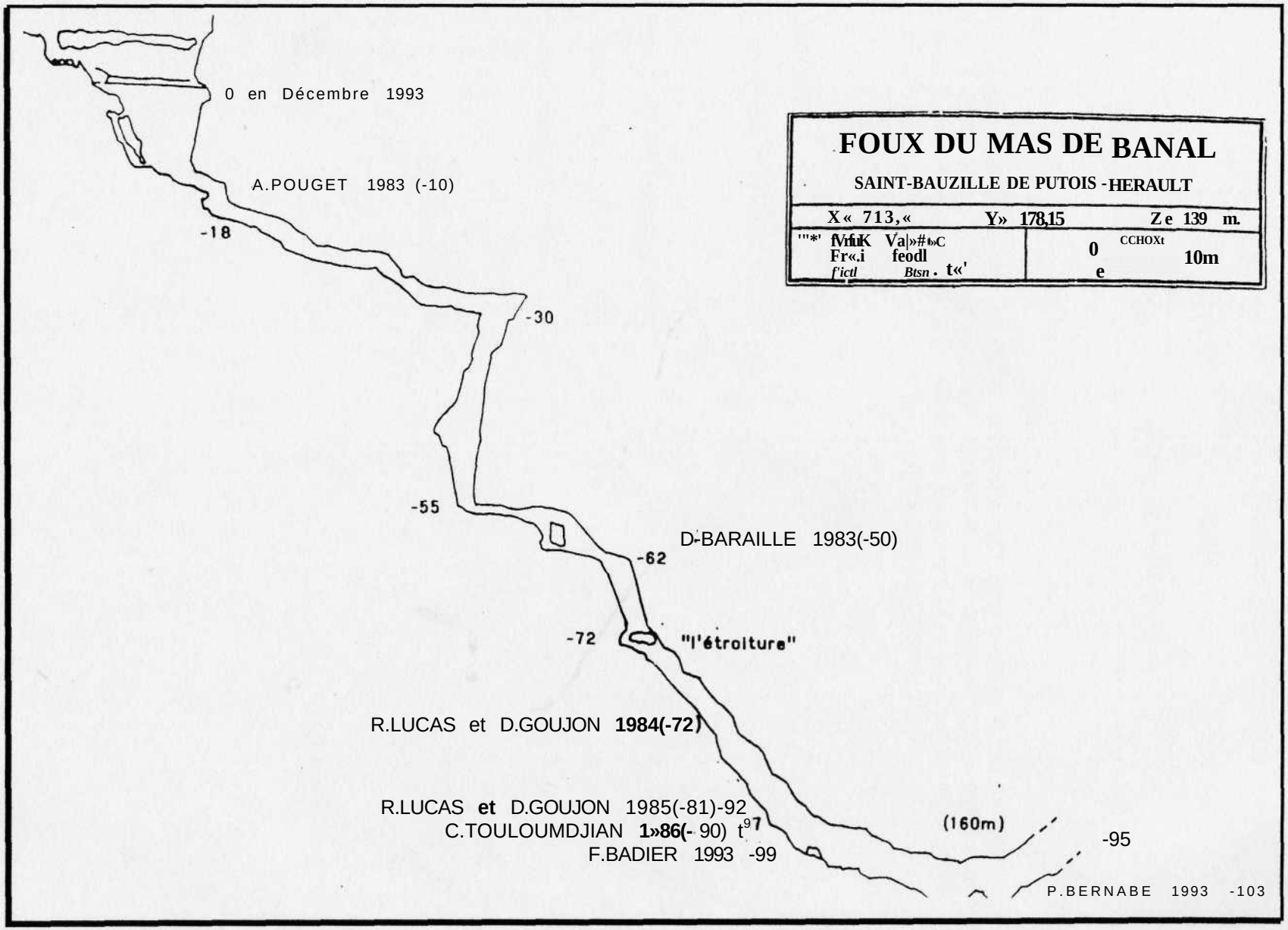
Deuxième accident mortel pour les accompagnateurs d'un plongeur de pointe

Conclusion

Type d'accident : **narcose**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**


0 en Décembre 1993
A.POUGET 1983 (-10)
-18
-30
-55
D-BARAILLE 1983(-50)
-62
-72
"l'étroiture"
R.LUCAS et D.GOUJON 1984(-72)
R.LUCAS et D.GOUJON 1985(-81)-92
C.TOULOUMDJIAN 1986(-90) t97
F.BADIER 1993 -99
(160m)
-95
P.BERNABE 1993 -103
FOUX DU MAS DE BANAL
SAINT-BAUZILLE DE PUTOIS - HERAULT
X « 713,« Y» 178,15 Z e 139 m.
0
e
10m

CAS 20

	Date	*Commune*	*Département*
	12 août 1999	**Calés**	**Lot (46)**
Cavité	**Gouffre de Saint Sauveur**		

Résumé (11)

Un plongeur mer briviste de 26 ans, se lance dans cette résurgence avec une réserve de gaz très insuffisante pour l'objectif atteint (-72 m avec deux bouteilles de 9 litres gonflées à l'air). Il manque d'air et se noie à la remontée. Les pompiers du Lot aidés par des plongeurs spéléos toulousains et en dehors de toute relation avec le SSF font l'intervention.

Conclusion

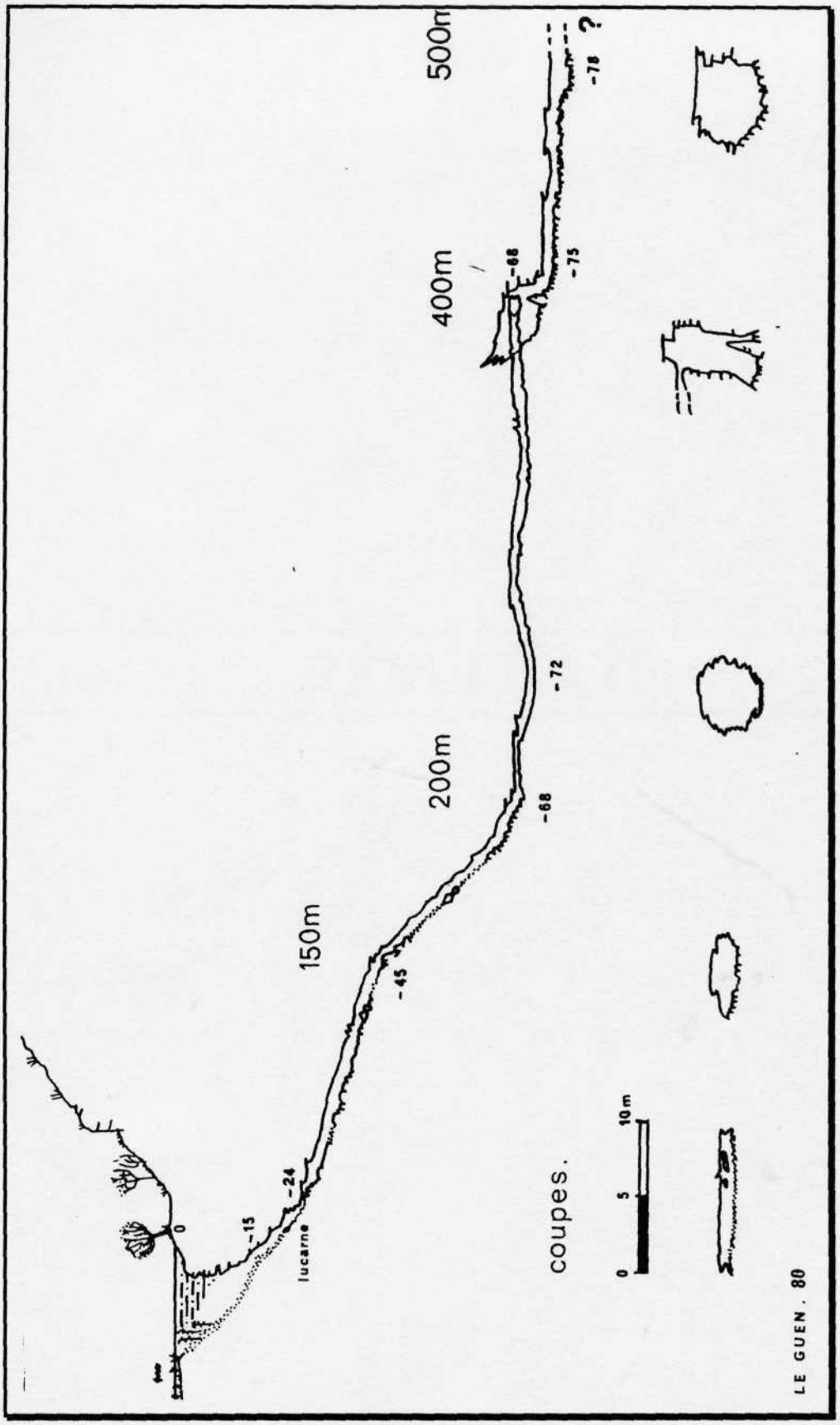
Le matériel était inadapté à la plongée.

Type d'accident : **panne d'air**

Nombre de décès : 1

Cause du décès : **noyade**

Topographie :



RÉSULTATS

LA VICTIME

A partir des données du S.S.F., nous avons pu étudier la répartition des victimes en fonction :

- De l'année
- De leur âge
- De leur sexe
- De leur qualification en spéléologie
- De leur qualification en plongée souterraine
- De leur affiliation ou non à la F.F.S.

Etude par année

Au cours des onze années étudiées, les décès imputables à la pratique de la plongée souterraine sont au nombre de 28.

Ils sont répartis comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 : répartition des décès par années

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Nombres de décès	1	5	0	2	2	5	3	4	4	2	0
Cumul	1	6	6	8	10	15	18	22	26	28	28

Le graphique ci dessous représente l'évolution sur dix ans du nombre de décès.

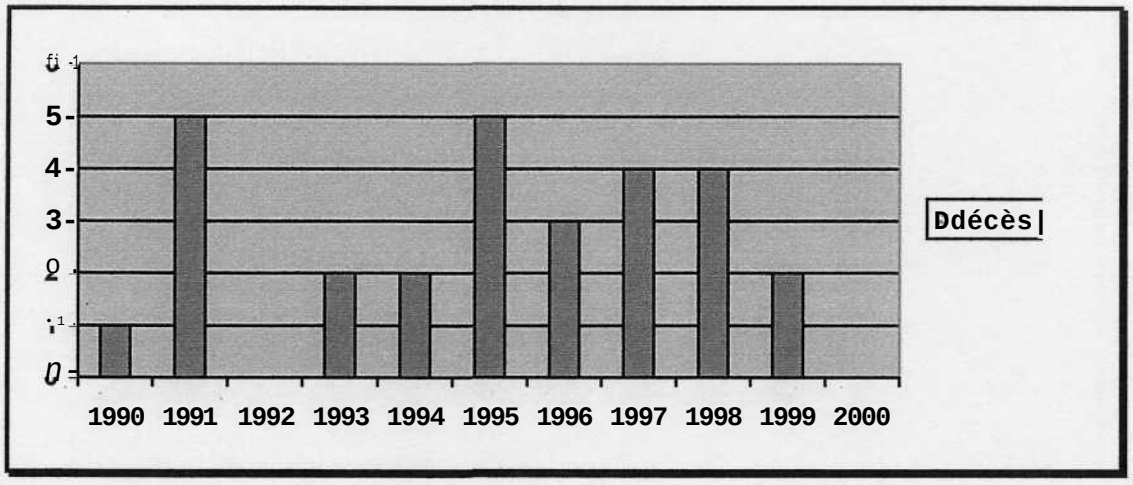


Figure 14 : nombre de décès par an

Le nombre moyen de décès par an est de 2,54.

Répartition selon le sexe

Sur onze années, la répartition des victimes est de :

- 25 hommes ;
- 3 femmes.

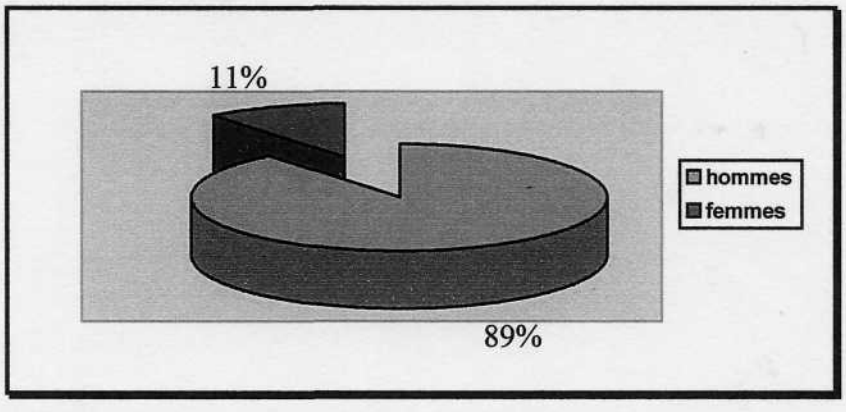


Figure 15 : répartition des décès selon le sexe

Répartition selon l'âge

L'âge précis des victimes n'est connu que dans 21 cas. Il est réparti de 18 à 51 ans. La moyenne d'âge des victimes est de 32,6 ans.

Le graphique ci dessous représente le nombre de victimes par tranches d'âges de dix ans.

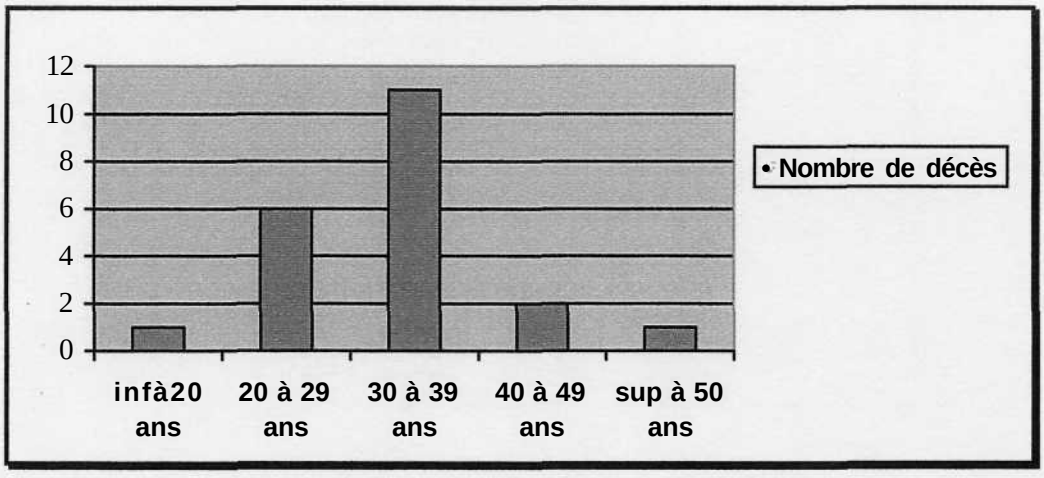


Figure 16 : nombre de décès par tranches d'âge

Répartition selon les qualifications et les affiliations

Sont considérés comme spéléologues les personnes pratiquant de façon régulière l'activité.

Les renseignements sont connus pour 27 des 28 victimes et la répartition entre les catégories est la suivante :

- spéléologues : 16,
- non spéléologues : 11.

Sont considérés comme plongeurs spéléo les personnes qui ont reçu une formation spécifique pour ce type d'activité et qui pratiquent régulièrement l'activité.

Les renseignements sont connus pour 27 des 28 victimes et la répartition entre les catégories est la suivante :

- plongeurs spéléo : 16,
- plongeurs sans expérience en plongée souterraine : 11.

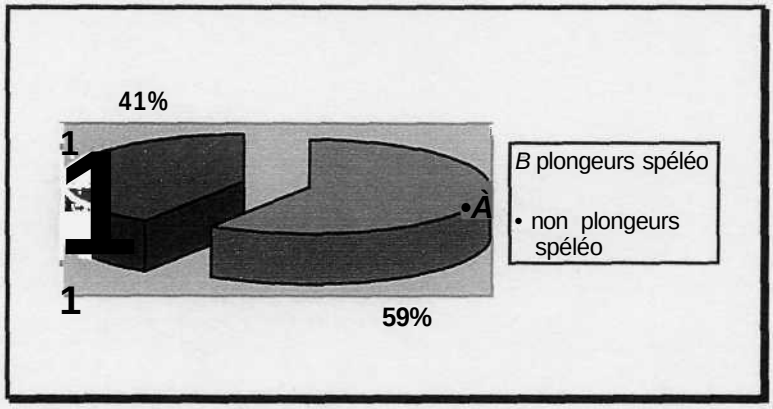


Figure 17 : proportion de plongeurs spéléo

Pour la victime, nous avons également pris en compte l'affiliation ou non à la F.F.S. et à la F.F.E.S.S.M.

Les renseignements sont connus pour 27 des 28 victimes et la répartition entre les catégories est la suivante :

- victimes affiliées à la F.F.S. : 10,
- victimes affiliées à la F.F.E.S.S.M. : 10,
- victimes non affiliées : 7.

Le tableau ci dessous nous résume la répartition par années des catégories de victimes.

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
FFS	1	1		1		2	2		2	1		10
FFESSM		3				2	1	3		1		10
Indépendant		1		1	2	1		1	1			7
Non précisé									1			1
Total	1	5	0	2	2	5	3	4	4	2	0	28

La localisation de l'accident

Une étude détaillée par année et par département est consignée dans le tableau ci dessous

Année / Département	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Ain (01)				1								1
Alpes Maritimes (06)								3	1			4
Bouches du Rhône (13)		3			2							5
Côte d'Or (21)						1			1			2
Dordogne (24)						2						2
Gard (30)		1										1
Hérault (34)				1						1		2
Jura (39)							2		2			4
Lot (46)						2				1		3
Haute Savoie (74)		1										1
Vaucluse (84)	1							1				2
Yonne (89)							1					1
Total	1	5	0	2	2	5	3	4	4	2	0	28

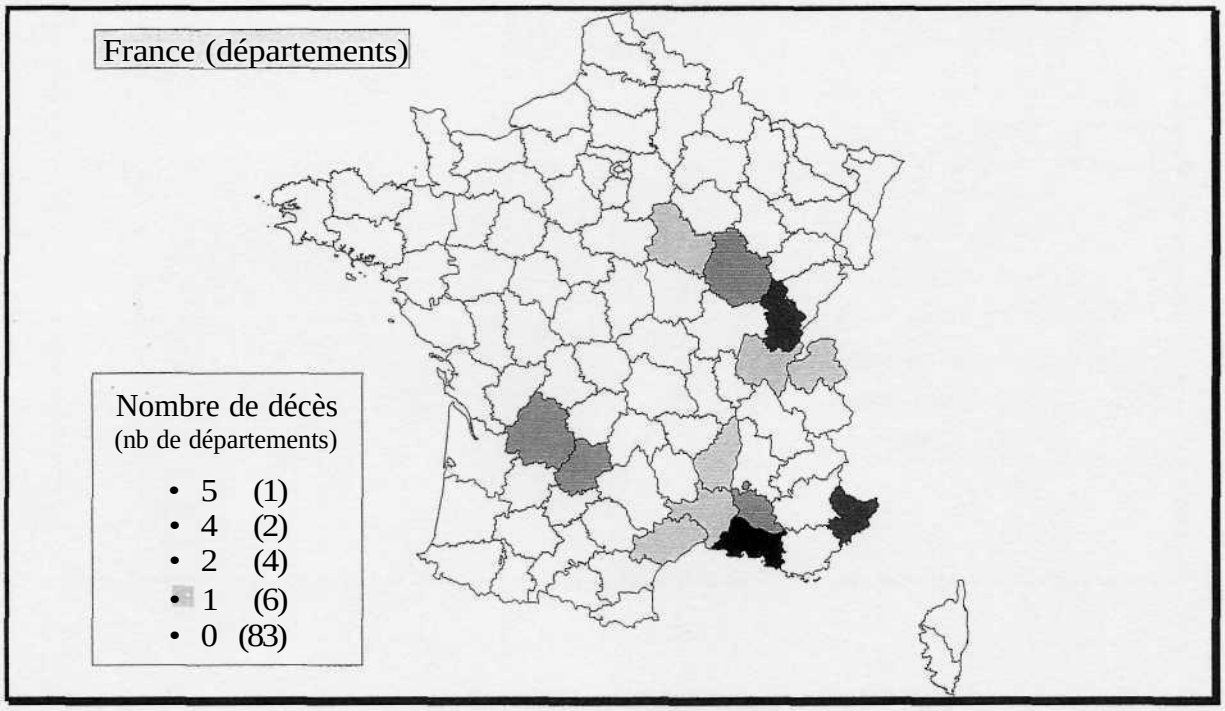


Figure 18 : nombre de décès par départements

Situation de l'accident dans le temps

On rappelle ici la répartition par années des victimes (déjà développé au chapitre concernant la victime)

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Nombres de décès	1	5	0	2	2	5	3	4	4	2	0
Cumul	1	6	6	8	10	15	18	22	26	28	28

Une décomposition du nombre de décès par mois sur cette période de onze années donne le graphique ci dessous :

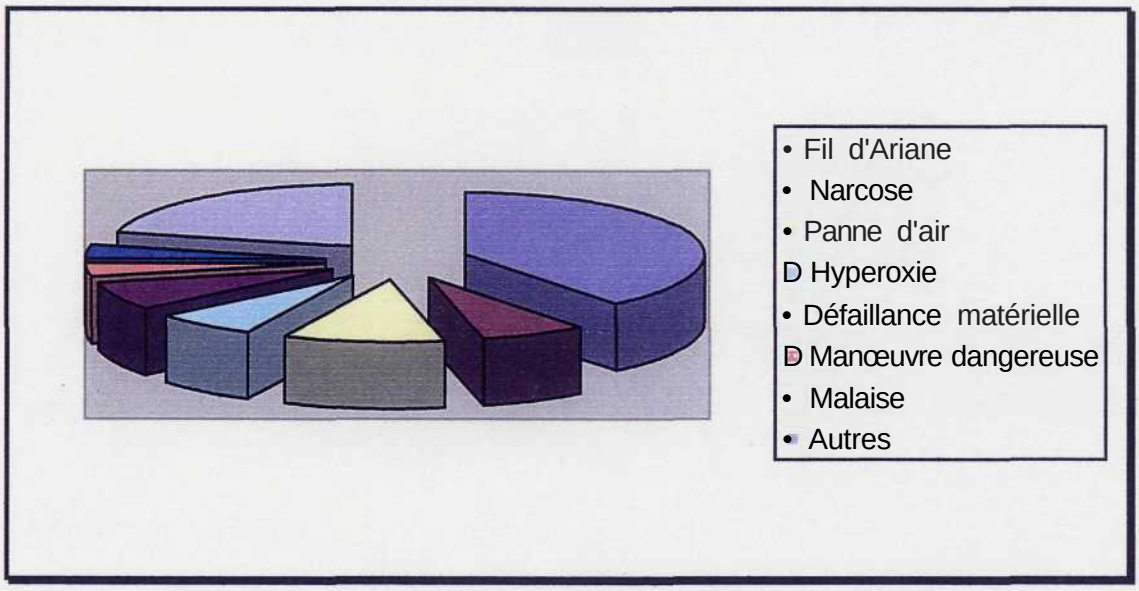


Figure 20 : répartion par cause d'accident

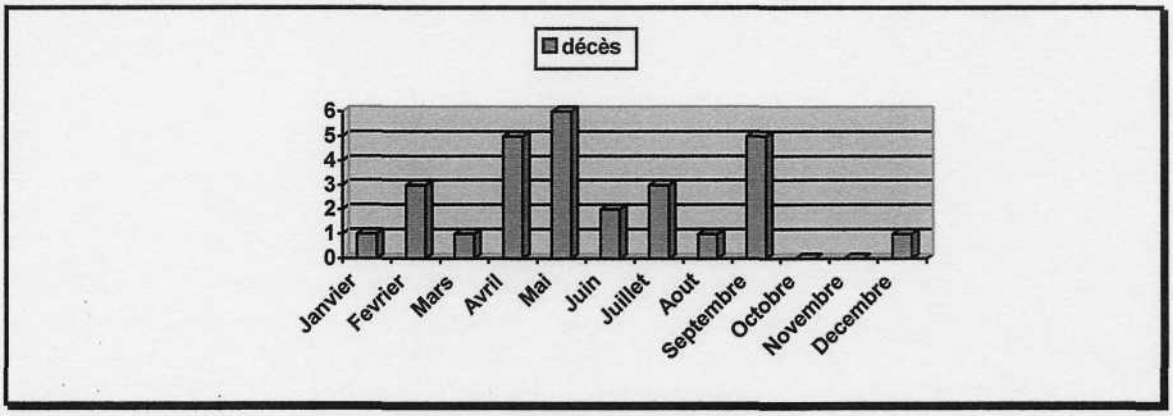


Figure 19 : répartition par mois des décès

La cause de l'accident

Les étiologies probables des accidents ont été classées en 8 items et se répartissent suivant le tableau ci dessous :

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Total
Fil d'Ariane		4			2	2		3				11
Narcose	1									1		2
Panne d'air		1							1	1		3
Hyperoxie						1			1			2
Défaillance matérielle				1			1					2
Manœuvre dangereuse						1						1
Malaise									1			1
Autres				1		1	2	1	1			6
Total	1	5	0	2	2	5	3	4	4	2	0	28

DISCUSSION

DISCUSSION

Le S.S.F., depuis 1965, recense systématiquement les incidents et accidents concernant la spéléologie française et les interventions à l'étranger dans lesquelles le S.S.F, a été impliqué (18,19,27,28).

Il s'est efforcé de réunir pour chaque dossier un certain nombre de renseignements minimums (date et lieu de l'accident, nom, âge et sexe de la victime, affiliation à la F.F.S. ou non ...) pour pouvoir uniformiser ces données, auquel s'ajoute des données spécifiques et très variables en fonction de chaque dossier (compte rendu d'opération de secours, article de presse...).

Il existe également des cas où le S.S.F, n'est pas intervenu pour diverses raisons que nous évoquerons par la suite. Dans ces cas là, un manque d'informations évident entravera l'analyse rigoureuse du dossier.

Nous nous proposons donc ici d'effectuer une étude rétrospective des accidents mortels en France du début de l'année 1990 à la fin de l'année 2000. Les incidents n'ont pas été étudiés ici car il existe à notre avis un biais trop important entre le nombre d'incidents déclarés au S.S.F, et le nombre réel d'incidents. Seul ce dernier pourrait permettre une comparaison fiable avec le nombre d'accident ayant entraîné le décès de la victime. Il n'est pas dans les habitudes de la plongée souterraine, qui est une activité très individuelle, de faire un rapport de chaque plongée, surtout si celle-ci aboutit à un échec ! Les publications sont généralement réservées aux découvertes et autres exploits ! Pour pouvoir définir le nombre de décès par rapport au nombre d'accidents, il faudrait sensibiliser les plongeur à ce problème et faire une étude prospective.

L'analyse des données se fera le plus objectivement possible tout en sachant que les différents témoignages des personnes présentes sur les lieux de l'accident peuvent parfois être radicalement discordants du fait du choc émotionnel engendré par ce type de situation (les sauveteurs, du fait du nombre restreint de spéléo-plongeur en France, connaissent souvent la victime). Il y a souvent le rapport officiel du S.S.F, rédigé par l'intermédiaire du Conseiller Technique Départemental en charge du secours et puis « les » versions officieuses et les non-dit de l'accident. Afin d'éviter toute polémique, nous nous bornerons à utiliser, lorsqu'ils existent les rapports officiels du S.S.F.

PLACE DE LA PLONGEE SOUTERRAINE

D'après une étude de l'ensemble des accidents en spéléologie et qui a été effectuée sur une période de dix ans (1988 -1997), proche de celle de notre étude, il faut retenir que la plongée souterraine a été à l'origine de 16 secours sur un total de 218 secours spéléologiques pendant cette période soit 7,34 % des secours (36).

Ces 16 secours représentaient 28 victimes sur 267 soit 10,49 % des victimes.

Les accidentés sont partagés ensuite en deux fractions : les blessés et les décédés. Parmi les 28 victimes d'accident de plongée souterraine, 6 ont été blessés et 22 sont décédés.

Il s'agit de 6 blessés parmi 198 recensés soit 3,03 % des blessés.

Et il s'agit de 22 victimes décédées parmi 69 recensés soit 31,88 % des décès.

La plongée souterraine ne représente donc que 7,34 % des secours spéléologiques en France sur une période de dix ans mais elle représente aussi 31,88 % des décès sur la même période. Il ne faut pas pour autant penser que les accidents de plongée souterraine sont systématiquement mortels. En effet même si sur les 28 victimes, 22 sont décédées soit 78,57 % des victimes, il ne s'agit encore une fois ici que des accidents ayant donné lieu à un secours. Il est très vraisemblable que de nombreuses sorties de plongée souterraine se soient vu écourtées voire annulées à cause de problème technique ou autre. Le plongeur ne fait alors appel à aucun secours et ne se vante en général pas de tous ces incidents et accidents ce qui fait que toute étude sur la proportion de décès par rapport au nombre d'accidents est biaisée. Pour avoir une approche plus juste, il conviendrait de faire une étude prospective en impliquant les plongeurs spéléo pour qu'ils relatent en détail toutes leurs sorties sur une période donnée.

Un recensement précis du nombre de plongeurs spéléo n'est pas aisé. Si l'on s'en tient aux listes des sauveteurs bénévoles inscrits auprès du S.S.F., cela représente 186 plongeurs pour l'année 1999. Le nombre de plongeurs serait en fait actuellement trois fois plus important soit environ 550 plongeurs (64) et c'est ce nombre que nous retiendrons pour notre analyse.

ANALYSE ET COMPARAISON AUX ETUDES PRECEDENTES

LA VICTIME

Etude par année

On remarque que quatre années (1991, 1995, 1997 et 1998) sur les onze étudiées, soit 36,36 % du temps, représentent 18 décès soit 64,28 % du total. Cela s'explique par le fait que ces années là il y eu des accidents entraînant le décès de plusieurs personnes (deux ou trois), ce qui pourrait nous conforter dans le fait que la plongée spéléo est une activité à pratiquer seul, l'assistance à un compagnon de plongée se soldant trop souvent par un sur-accident souvent fatal. Cela s'explique également par les sorties "touristiques" qui ont pu avoir lieu dans les grottes sous-marines avec plusieurs personnes n'ayant aucune expérience en plongée souterraine et ayant un matériel inadapté.

La moyenne de décès par an durant ces onze années est de 2,54. Si l'on reprend tous les cas depuis 1950 et que l'on regroupe ceux-ci par période de dix ans, on retrouve une moyenne de décès par an de :

- Pour les années 1950 à 1959 : 0,6
- Pour les années 1960 à 1969 : 0,5
- Pour les années 1970 à 1979 : 1,3
- Pour les années 1980 à 1989 : 1,7
- Pour les années 1990 à 2000 : 2,54

La moyenne de décès annuelle imputable à la plongée spéléo a environ quadruplé depuis les années 1950.

Si l'on rapporte ces chiffres au nombre de plongeurs pendant les mêmes périodes, on constate un pourcentage de décès par an par plongeur de :

- Pour les années 1950 à 1959 : 3 %
- Pour les années 1960 à 1969 : 1,14 %
- Pour les années 1970 à 1979 : 0,93 %
- Pour les années 1980 à 1989 : 0,49 %
- Pour les années 1990 à 2000 : 0,46 %

Donc pour cette dernière décennie, même si le nombre absolu de décès a augmenté, la proportion de décès par rapport au nombre de plongeurs n'a pas cessé de diminuer depuis les années 1950, ce qui peut sembler être un bon élément vis à vis de toutes les actions de prévention engagées par la F.F.S. et la F.F.E.S.S.M (6, 49, 60, 71).

Répartition selon le sexe

La plongée souterraine est une activité presque exclusivement pratiquée par des hommes, ce qui explique la disproportion retrouvée quant au sexe des victimes. La répartition est de 89 % d'hommes pour 11 % de femmes alors que lors d'une étude sur les accidents de spéléologie dans leur ensemble, un pourcentage de femmes de 21,5 a été observé (36).

Avant 1990, sur les 41 décès recensés , une seule femme était impliquée en 1986. On peut donc penser, par cette étude, que la plongée souterraine commence à se féminiser.

Répartition selon l'âge

La moyenne d'âge des victimes par décennies depuis 1950 évolue comme suit :

- Pour les années 1950 à 1959 : 27,2
- Pour les années 1960 à 1969 : 29,2
- Pour les années 1970 à 1979 : 27,5
- Pour les années 1980 à 1989 : 27,8
- Pour les années 1990 à 2000 : 32,6

L'âge moyen reste donc stable ce qui montre que la plongée souterraine, qui est une activité très technique s'adresse à un public ayant déjà une certaine expérience (9).

Répartition selon les qualifications et les affiliations

En ce qui concerne les qualifications de "spéléologue" et de "plongeur spéléo", on remarque que pour les onze années de notre étude, les données sont identiques. Il s'agit des mêmes personnes. En effet chaque fois que la victime était considérée comme non plongeur spéléo, il s'avérait que cette victime était aussi non compétente en spéléologie. Il n'en a pas toujours été de même par le passé :

- Pour les années 1950 à 1959 : 100 % des victimes étaient spéléologues alors que 33 % étaient plongeurs spéléo.
- Pour les années 1960 à 1969 : 60 % des victimes étaient spéléologues alors que 60 % étaient plongeurs spéléo.
- Pour les années 1970 à 1979 : 77 % des victimes étaient spéléologues alors que 54 % étaient plongeurs spéléo.
- Pour les années 1980 à 1989 : 82 % des victimes étaient spéléologues alors que 76 % étaient plongeurs spéléo.
- Pour les années 1990 à 2000 : 57 % des victimes étaient spéléologues alors que 57 % étaient plongeurs spéléo.

On remarque que dans la dernière décennie la qualification en plongée spéléo retrouve le même niveau que dans les années 1960 à 1980 alors que cette même qualification était en net progrès dans les années 1980 à 1989. Cela s'explique par les trois accidents qui ont eu lieu dans des grottes sous marines et qui ont entraîné huit décès chez des personnes qui n'avaient aucune compétence en plongée souterraine.

Enfin pour l'affiliation à la F.F.S., on retrouve, par décennie les pourcentages d'affiliés suivant :

- Pour les années 1950 à 1959:0%
- Pour les années 1960 à 1969 : 40 %
- Pour les années 1970 à 1979: 46%
- Pour les années 1980 à 1989 : 53 %
- Pour les années 1990 à 2000 : 36 %

Ce qui veut dire qu'actuellement deux tiers des secours engagés ne le sont pas pour des personnes affiliés à la F.F.S., alors que le S.S.F, intervient presque constamment dans ce genre de situation étant donnée sa compétence spécifique (69).

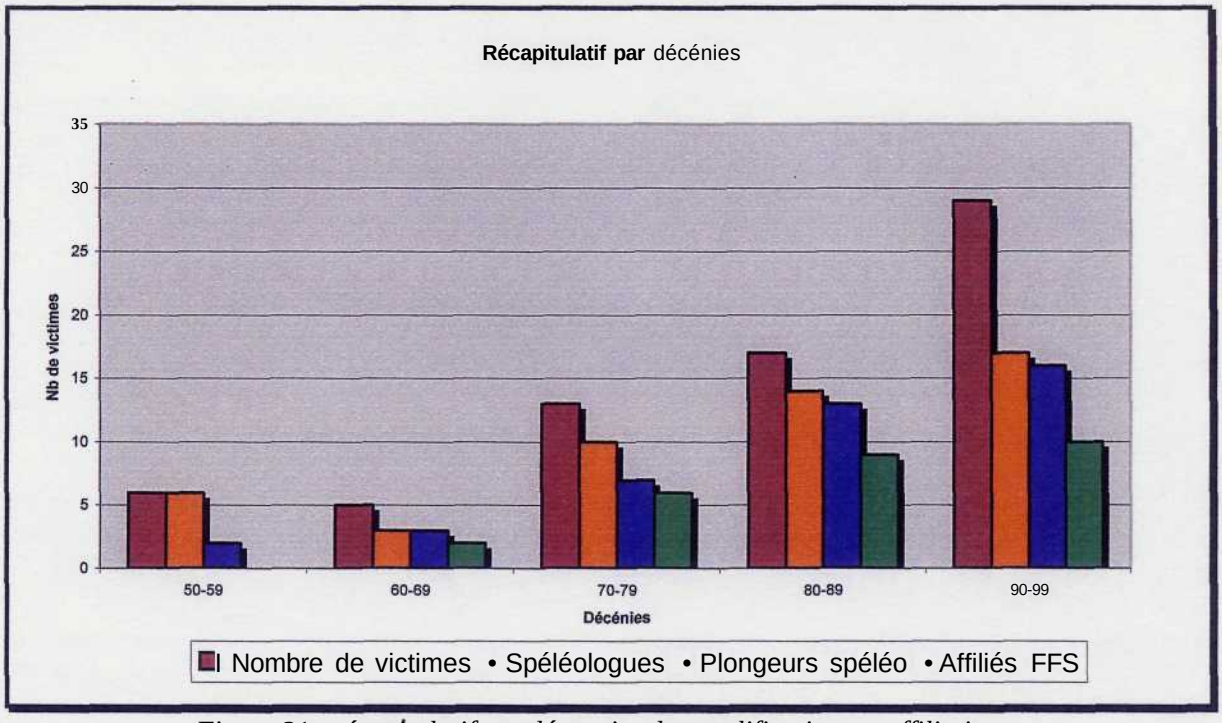


Figure 21 : récapitulatif par décennies des qualifications et affiliations

L'ACCIDENT

La localisation de l'accident

Pour pouvoir apprécier la localisation des accidents dans ce travail, il est bon de savoir où se situent les régions karstiques en France (39). La figure 22 nous montre la répartition sur le territoire français de ces régions.

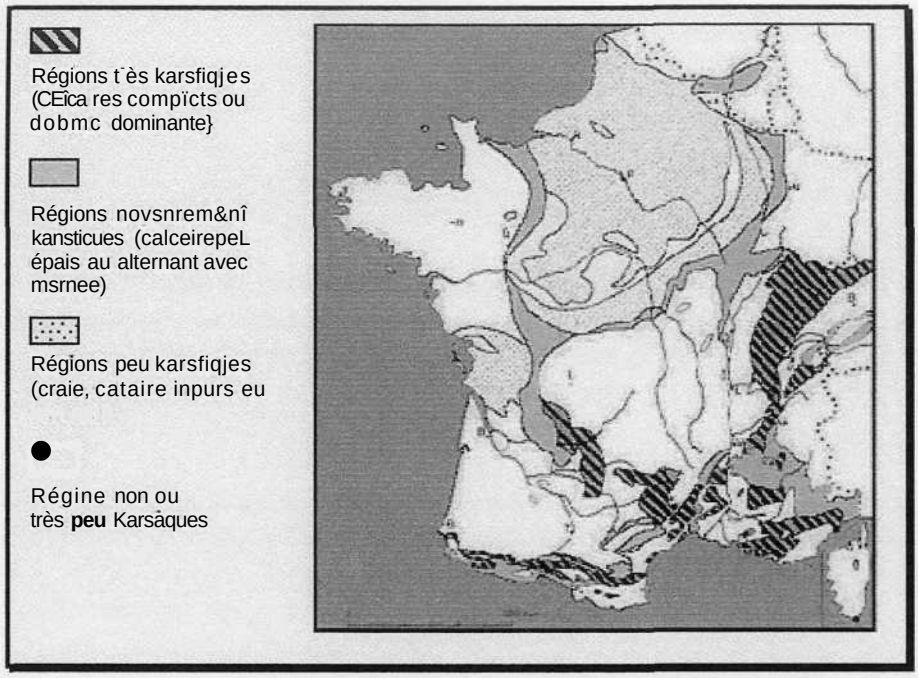


Figure 22 : régions karstiques de France

Dans une publication récente, 1378 siphons ont été recensés en France, se répartissant sur 55 départements (67).

On s'aperçoit que trois départements français (les Alpes Maritimes, les Bouches du Rhône et le Jura) représentent à eux seuls les lieux de 13 décès sur 28 soit 46,42 % des décès.

On peut aussi remarquer que 8 décès (les cinq des Bouches du Rhône et trois des Alpes Maritimes) sur 28 ont eu lieu dans des grottes sous-marines, soit 28,57 % des décès. Nous ne développerons pas ce point, cela ayant déjà été fait plus haut.

Si l'on compare ces données à celles des années 1950-1989, on s'aperçoit qu'un certain nombre de départements (Ardèche, Charente, Corrèze, Doubs, Haute Garonne, Isère, Loiret, Haute Marne, Pyrénées orientales et Haute Saône) n'ont plus connu d'accident mortels depuis plus de dix ans alors qu'ils en avaient eu pendant les années 1950-1989. A l'inverse cinq départements qui n'avaient jamais eu à déplorer de victime d'accident de plongée spéléo ont commencé à en voir à partir de l'année 1990 (Aveyron, Côte d'Or, Dordogne, Haute Savoie et Vaucluse). Enfin d'autres départements ont eu et continuent à subir des accidents mortels sur leurs territoires depuis les années 1950.

Ces variations peuvent s'expliquer par des effets de mode : tel département sera très prisé à une période donnée et donnera lieu à de nombreuses explorations et donc à un risque d'accident plus élevé puis quand les plongeurs pensent avoir fait le tour de tous les siphons praticables, ils se reportent sur d'autres sorties.

La cause de l'accident

On remarque, d'après les données, que les problèmes dus au fil d'Ariane, que ce soit son absence ou sa mauvaise utilisation, représentent 11 décès sur 28 soit près de 40 % des cas. Ceci malgré toutes les mises en garde qui ont pu être faites à ce sujet. Sur ces 11 cas, 10 étaient des personnes non affiliées à la F.F.S. On peut donc penser que l'effort de prévention fait par la F.F.S. dans ce domaine porte ces fruits et doit être poursuivi.

Concernant les 10 victimes non affiliées à la F.F.S., 8 d'entre elles au moins étaient des plongeurs « mer » non ou mal informés des risques de la plongée sous plafond. Cependant, en raison des efforts importants fait par la F.F.E.S.S.M. dans ce domaine, notamment à travers sa commission plongée souterraine, on peut espérer une diminution du nombre d'accident de ce type.

Les problèmes dus à la gestion des gaz respiratoires (narcose, panne d'air, hyperoxie et défaillance matérielle) représentent 9 des 28 décès soit 32,1 % des cas. Cette part importante du nombre des cas s'explique par le manque d'uniformité des règles d'utilisation de l'air comprimé et des mélanges respiratoires de synthèse. Pour sa part le S.S.F, considère qu'à partir de 50 mètres, une plongée doit être réalisée avec des mélanges et doit donc être considérée comme une plongée complexe. Ceci implique une gestion rigoureuse pour minimiser les risques d'accident (8, 24 30, 38).

Si l'on reprend les données des cas entre 1950 et 1990, on s'aperçoit que le fil d'Ariane était déjà la première cause de décès avec 32,6 % des cas et que les problèmes de gestion des gaz respiratoires représentaient 25,6 % des cas.

SECOURS EN PLONGEE SOUTERRAINE

Les secours en plongée souterraine sont assurés en majorité par le Spéléo-Secours Français qui est une structure regroupant des spéléologues qui sont sauveteurs bénévoles ayant ou non une spécificité (artificiers, plongeurs, infirmiers, médecins …). Les autres intervenants sont les Sapeurs-Pompiers et la Gendarmerie Nationale. Parmi les moyens d'intervention, on s'attardera tout d'abord sur la civière étanche puis nous aborderons rapidement les autres possibilités d'aide aux victimes.

LES INTERVENANTS

Le Spéléo-Secours Français

Le Spéléo-Secours Français (S.S.F.) est une commission de la Fédération Française de Spéléologie créée en 1977 pour gérer les secours. C'est un organisme conventionné avec le Ministère de l'Intérieur et par délégation avec la direction nationale de la Sécurité Civile (DDSC/BPS n°85/304) (21, 69, 70, 72).

Le nombre de secours impliquant des spéléologues étant peu important (environ 34 par an), il n'est pas envisageable d'avoir des corps constitués formés pour ces seules interventions. D'où l'idée de faire effectuer les secours directement par les spéléologues eux-mêmes. Sur 30 000 personnes pratiquant la spéléologie en France, dont 16 000 licenciés à la

F.F.S., 3 000 sont inscrits sur les listes de secours en tant que sauveteurs bénévoles. Lorsqu'ils agissent sous terre, tous les secouristes, qu'ils soient bénévoles ou provenant des corps d'Etat, sont placés sous l'autorité du conseiller technique départemental (CTD) du S.S.F, nommé par le Préfet.

La F.F.S. est la seule fédération sportive qui assume elle-même ses secours. Deux personnes secourues sur trois n'étant pas licenciées à la F.F.S., le S.S.F, participe donc à une mission de service public.

Lorsqu'un secours où des plongeurs devront intervenir est déclenché, le Conseiller Technique Départemental (C.T.D.) qui a la responsabilité du secours se doit de prévenir le Coordonnateur de Plongée Inter-Régions (C.P.I.R.) le plus proche pour que celui-ci, qui est un plongeur désigné par le S.S.F, pour ces compétences, puisse prendre en charge toute la partie plongée du secours. Les CPIR ont été créés en 1995 pour permettre d'optimiser les secours en plongée. En effet le CPIR, au niveau de sa région, connaît bien chaque plongeur (il ne faut pas oublier que la plongée spéléo n'est pas une activité de masse), ses capacités et ses limites afin que pour un secours donné, avec un type de siphon particulier, il puisse engager les plongeurs les plus adéquats (65).

La médicalisation des secours

Tout le matériel utilisé pour un secours classique en spéléologie est déjà conditionné de manière spécifique (cf annexe 2) pour pouvoir s'adapter aux contraintes du milieu souterrain. En ce qui concerne un secours de plongée, il faut non seulement que le matériel soit dans des conteneurs étanches, mais de plus ces conteneurs doivent résister à l'augmentation de pression due à la profondeur et ne pas poser de problème de flottabilité lors du transport dans le siphon. Si l'on conserve le conditionnement de spéléologie classique dans des bidons étanches mais ne résistant pas forcément à la pression, on prendra la précaution d'emballer le matériel de chaque bidon dans des sacs de latex qui garantiront une étanchéité parfaite.

Le nombre de médecins disponibles pour un secours spéléologique n'est pas aisé à établir car tous les médecins pratiquant la spéléologie ne sont pas répertoriés (22, 53). Cela peut-être volontaire pour certains afin de ne pas amalgamer les loisirs et le travail. Le fait d'être inscrit sur une liste de spéléo-secours est un acte volontaire qui entraîne un certain nombre de devoirs.

En 1999, dans l'annuaire SSF étaient recensés 87 médecins. Leur répartition géographique sur le territoire est très inégale d'un département à un autre. Apparemment seul 2 ou 3 médecins spéléologues sont également des plongeurs souterrains opérationnels en France. Un d'eux est membre de l'équipe spéléo du SAMU 21 chargée de la médicalisation de la civière plongée.

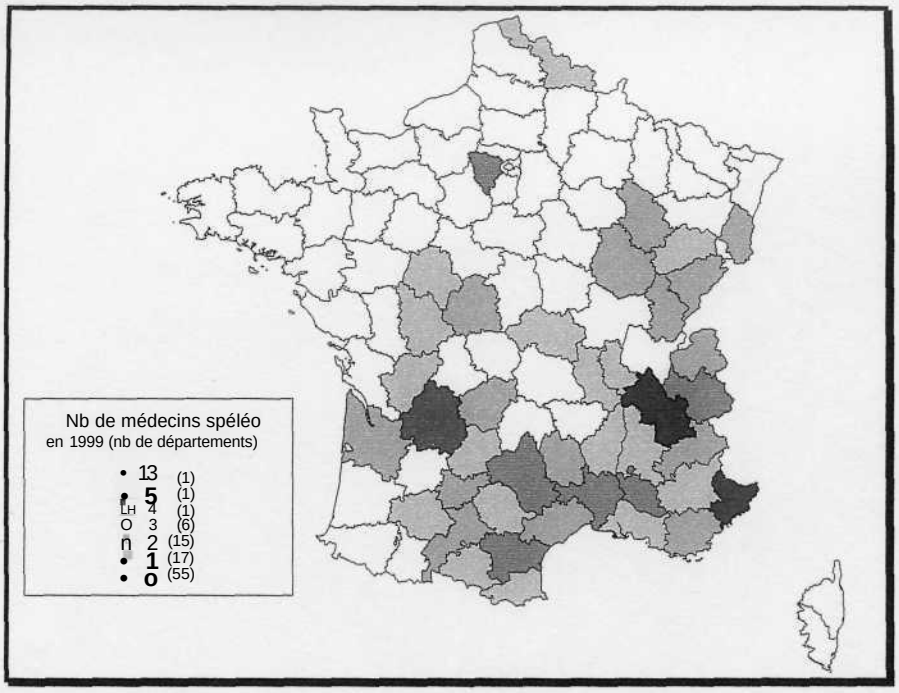


Figure 24 : nombre de médecins spéléo par départements

Les Sapeurs-Pompiers

Ils possèdent un certain nombre de plongeurs susceptibles d'intervenir en plongée souterraine lors d'un secours.

Le Groupe des Spéléologues de la Gendarmerie Nationale

Les plongeurs spéléo de la gendarmerie peuvent être engagés en tant que secouristes à la demande du conseiller technique départemental afin de renforcer le S.S.F. Ils peuvent également, à la demande du magistrat ou des enquêteurs locaux, effectuer toutes les constatations nécessaires au bon déroulement de l'enquête, que se soit sous l'eau ou hors de l'eau. Le matériel peut être ainsi vérifié et expertisé en cas de doute.

La connaissance du milieu, des contraintes physiques et physiologiques, des techniques, du matériel et des cavités permet d'éclaircir les autorités judiciaires sur les particularités imposées par la plongée spéléo. En étant ainsi les interlocuteurs privilégiés des autorités judiciaires, les plongeurs spéléo de la gendarmerie servent de « tampon » entre les enquêteurs et le S.S.F. (48).

LES MOYENS D'INTERVENTIONS

La civière étanche

Mise au point par le Spéléo Secours Français, une équipe de plongeurs Dijonnais travaille sur cette civière depuis plusieurs années (7, 54, 66). La recherche sur un sac étanche est

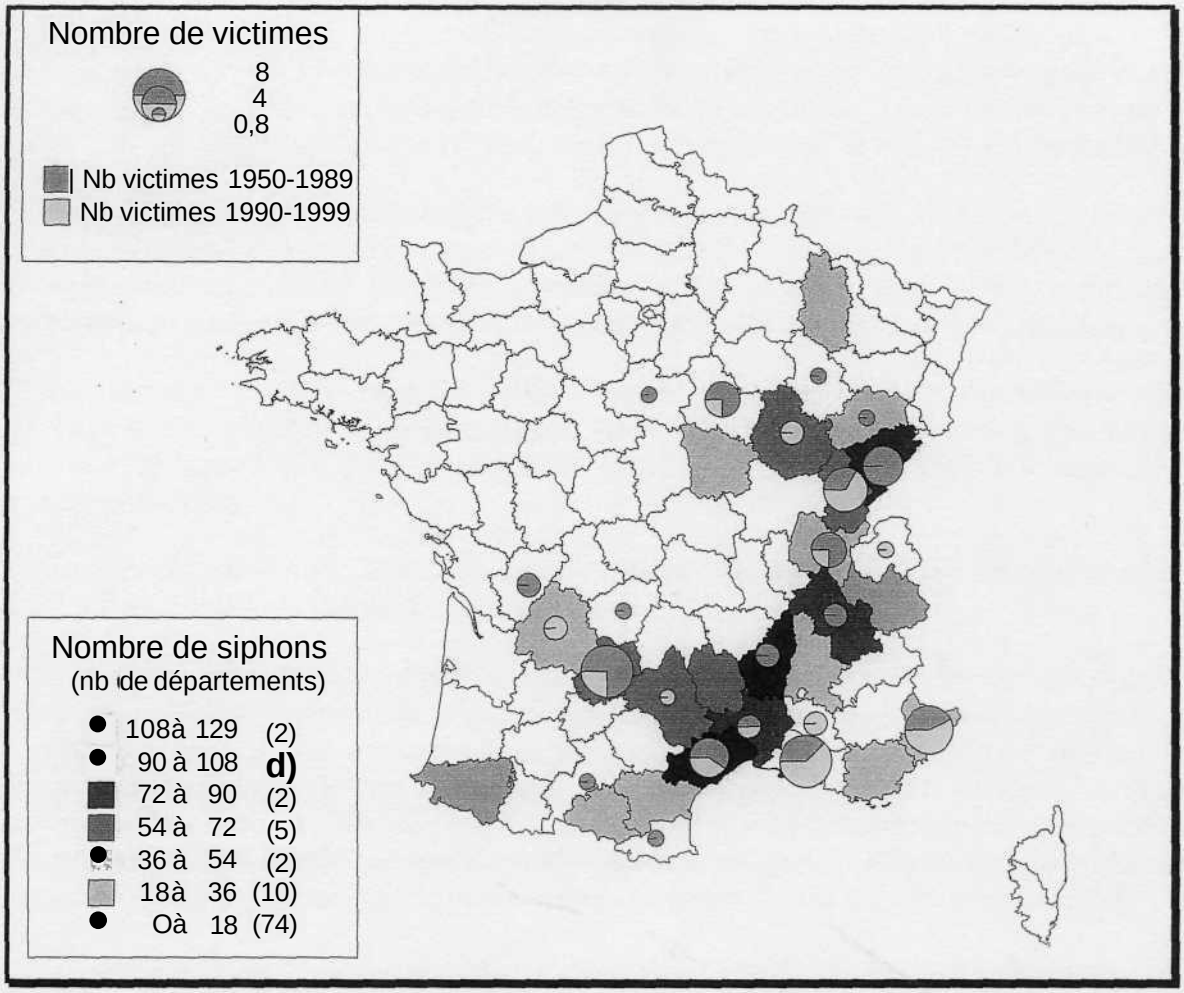


Figure 23 : évolution du nombre de victimes par départements

La situation de l'accident dans le temps

L'étude par années a été effectuée dans le chapitre sur la victime.

En ce qui concerne la répartition par mois, on remarque que 22 des 28 décès soit 78,6 % des cas se sont déroulés pendant la moitié de l'année se situant entre avril et septembre. Ceci s'explique par le fait que les explorations en plongée souterraine se font principalement pendant les beaux jours et non pas en période hivernale.

Si l'on reprend les cas entre 1950 et 1990, cette proportion de décès entre les mois d'avril à septembre est de 63,2 %.

L'augmentation récente des décès en période estivale peut encore une fois s'expliquer par les cas survenus dans les grottes sous-marines et qui correspondent plus à de la plongée touristique.

justifiée par le développement des explorations post-siphon, d'où un risque statistique d'accident et d'éventualité d'une pathologie interdisant l'immersion et le froid (1, 41). Par ailleurs, il n'existe sur le marché international aucun matériel adapté aux exigences de ce type d'intervention. Le blessé est transporté, après accord du médecin, dans un sac étanche de forme sarcophage fixé sur un cadre métallique qui sert également de support aux bouteilles.

Cette évacuation particulière ne peut s'envisager que dans des siphons précis. La longueur de celui-ci sera de 200 m environ pour une profondeur de - 10 m en moyenne avec de courts passages possibles à - 20m. Ce siphon devra de plus être sans « étroiture », sans beaucoup de courant et avoir une visibilité moyenne. Il sera enfin préalablement équipé en fil d'Ariane.

La victime est préalablement vêtue d'un vêtement de protection en deux parties séparables qui dispose d'un garnissage en quallofil peu sensible à l'humidité et possédant d'excellentes propriétés isothermiques. Un gilet chauffant alimenté par une batterie de 12v complète la protection thermique.

Les dimensions du sac permettent éventuellement d'installer un blessé dans un matelas à dépression (coquille) en cas de fractures multiples.

Les extrémités sont rendues étanches par des gants ajustés hermétiquement aux poignets et par une collerette au cou en latex. En complément il est prévu un manchon avec une purge en cas d'inutilisation d'une manche dans l'éventualité d'un membre supérieur fracturé. La fermeture principale fait le tour du sac (sauf les épaules) permettant ainsi une ouverture quasi intégrale et une mise en place du blessé selon les principes traditionnels du secourisme. Deux fermetures étanches sur chaque épaules renforcent l'ouverture de la civière. Des poignées sont fixés sur le pourtour du sac afin de permettre son transport sans le support de civière.

Un masque facial de type Aga équipe la victime lui permettant une respiration aisée (free-flow) et sans embout dans la bouche. Une vanne trois voies permet d'alimenter le masque sur l'une ou l'autre des bouteilles de 151. Un masque supplémentaire fixé sur le bras offre une sécurité en cas de défaillance du système Aga. Deux détendeurs supplémentaires complètent cette sécurité. Toutes les arrivées au masque et sur la vanne de sélection d'air, seront munies de raccords rapides avec clapets anti-retour permettant de larguer rapidement si nécessaire et de couper l'air automatiquement. Des manomètres submersibles permettent le contrôle permanent de toutes les bouteilles.

Le sac étanche repose sur un cadre métallique où il est fixé par des sangles. Ce cadre sert également de support aux bouteilles pour la respiration du blessé (2x151), et aux bouteilles d'équilibrage (2x41). La structure est recouverte par un jeu de plaques en Macrolon. L'extrémité supérieure de la civière est sensiblement coudée, afin de relever légèrement la tête du blessé et lui assurer une position plus confortable pour la respiration (il est installé sur le dos). L'ensemble du support (33kg) se décompose en six parties de 5,5kg chacune.

L'équilibrage est réalisé pour l'allégement par insufflation d'air dans deux ballasts fixés par des sangles sous le support. Le poids de la civière est utilisé pour lester les 4 conteneurs de matériel lors du passage aller du siphon (sac étanche, quallofil, matériel divers). Il est également possible d'insuffler de l'air par deux insufflateurs dans le sac, pour l'équilibrage mais aussi et surtout pour le confort du blessé afin d'éviter l'écrasement dû à la pression.

L'équipe d'accompagnement, composée de cinq plongeurs parfaitement entraînés, communique sous l'eau grâce à un système de transmission par radio. Cette communication

est tout à fait indispensable pour assurer une bonne coordination de la progression, en particulier dans des conditions de visibilité médiocre voire nulle. La victime est également équipée d'un système de transmission qui assure "au minima" un réconfort psychologique!

La totalité du matériel est contenue dans 25 kits fabriqués sur mesure et nécessite donc un minimum de 25 porteurs. En dehors des bouteilles de 151, le poids moyen d'un kit est de 7kg. Chaque sac est identifié par un marquage particulier et par sa couleur.

Le patient est surveillé par un moniteur de type Propaq® 202 EL qui prend en considération l'électrocardioscope, la pression non invasive, la saturation en oxygène et la température. Il est placé dans la combinaison étanche du patient. La surveillance des paramètres se fait par l'intermédiaire d'un hublot.

La probabilité d'avoir à faire face à un blessé post-siphon nécessitant une assistance respiratoire, pose évidemment le problème de la possibilité de ventiler un patient en plongée. Si la faisabilité théorique correspond à ce qui est réalisé en caisson hyperbare, la mise en pratique semble plus difficile en raison de l'encombrement et du poids des respirateurs « transportables » homologués pour la ventilation en milieu hyperbare.

Dans l'éventualité d'un secours en post-siphon, la victime peut soit ressortir elle-même si son état le permet, soit à l'aide de la civière étanche si le siphon est compatible avec l'utilisation de celle-ci. Dans tous les autres cas de figure il faudra envisager d'autres modes d'évacuation parmi lesquels les forages, les pompages, les désobstruerions ou l'utilisation de robots téléguidés.

Le forage

Comme on a pu le voir dans le secours qui a eu lieu en novembre 1999 au gouffre des Vitarelles dans le Lot, le forage de puits depuis la surface est un moyen particulièrement satisfaisant pour rejoindre la ou les victimes lorsque les moyens de spéléologie classique ne sont plus possibles pour quelque raison que ce soit. Mais comme toute méthode, le forage a aussi ses limites : il exige une topographie exacte de la cavité avec un report en surface extrêmement précis. En effet un décalage de quelques mètres peut faire passer un forage à coté d'une cavité. L'épaisseur à forer est aussi un facteur limitant. Les puits creusés au gouffre des Vitarelles étaient d'une quarantaine de mètres. Hors on connaît en France des siphons se situant à plusieurs centaines de mètres sous la surface.

Le pompage

II est possible de pomper un siphon afin de le désamorcer et de faciliter les secours. Ceci est facilité actuellement avec de nouveaux modèles de pompes immergeables de faible volume.

La désobstruction

A l'aide de micro charges on peut forer une nouvelle galerie pour éviter le siphon.

Cela est possible grâce à de nouveaux explosifs en gel que l'on met dans un trou et qui fait éclater la roche sans explosion (pas de gaz nocifs, d'utilisation rapide et à la portée de tout le monde : pas besoin de diplôme)

Les robots téléguidés

Ils peuvent aider à la recherche de corps. Ils ont déjà été utilisés pour l'exploration de cavité, par exemple la Fontaine de Vaucluse.

PREVENTION

Après avoir passé en revue les différents moyens de secourir une victime, il est important d'insister sur les moyens de prévention de ces accidents. Avant de plonger, il faut que le candidat à cette activité soit apte à le faire et nous nous attacherons en premier lieu au côté médical de cette prévention. Nous évoquerons ensuite le versant technique qui inclut l'information et la formation. Enfin l'aspect matériel sera abordé ainsi que la notion de matériovigilance.

PREVENTION MEDICALE

Une prévention médicale doit s'instituer en plongée souterraine par le biais tout d'abord d'un certificat médical initial d'aptitude à la plongée souterraine puis par des visites médicales régulières afin de détecter toutes les contre-indications temporaires ou définitives. On se basera pour cela sur les contre-indications de la plongée subaquatique.

PREVENTION TECHNIQUE

La prévention technique intervient tout d'abord par une large information de tous les plongeurs sous-marins en particulier au moment de leur formation initiale. Il faut absolument que tous sachent que la plongée souterraine requiert un matériel, des connaissances et des techniques très particulières. Cette information se fait également par les médias : bulletin de liaison des fédérations, revues de plongée généraliste, internet...

La formation spécifique des plongeurs spéléo se fait en France de deux manières différentes. D'une part par des stages qui sont agréés par la F.F.S, la F.F.E.S.S.M. ou les deux. Ces stages sont encadrés par des initiateurs et des moniteurs qui ont un agrément qui est renouvelé annuellement par la Commission Inter fédérale d'Agrément (CIA). D'autre part par le compagnonnage où le débutant est pris en charge dans un club par un plongeur très expérimenté.

PREVENTION MATERIELLE

Encore une fois pour des problèmes de sécurité, le SSF a décidé que lors d'un secours en plongée souterraine, il n'y aurait pas d'intervention à l'air comprimé au-delà de 50 m de profondeur. Au-delà de cette limite, les sauveteurs devront employer des mélanges, et l'on parlera alors de plongées complexes. Pour cela, en 1999, le SSF a nommé un chargé de mission afin de créer un consensus autour d'outils de gestion et de planification des plongées

de ce type (2). Pour cela des procédures doivent être mises en place : procédures de fabrication des mélanges avec double analyse des gaz (une par le fabriquant et une par l'utilisateur), procédures d'étiquetage des bouteilles de façon non équivoque et comprise par tout le monde, planification de la plongée avec calcul d'autonomie, choix de la procédure de décompression, assistance...

En plus de ces procédures d'utilisation, il faut procéder à un contrôle régulier du matériel et de son bon fonctionnement. Tout problème rencontré dans des conditions normales d'utilisation de ce matériel doit être signalé et diffusé pour qu'il puisse servir à l'ensemble de la communauté des plongeurs : c'est le principe de matériovigilance qui est déjà appliqué depuis longtemps dans le domaine médical.

CONCLUSION

UNIVERSITE DE DIJON

THESE SOUTENUE PAR M ROY NICOLAS

CONCLUSIONS

La plongée souterraine est une activité marginale qui regroupe environ 550 adeptes en France à ce jour. Cette marginalité vient du fait qu'elle se pratique dans un milieu hostile et qu'elle requiert des compétences techniques, physiques et psychiques importantes. Le matériel est en constante évolution et permet aux plongeurs de progresser toujours plus profond et toujours plus loin dans les siphons entraînant une prise de risque toujours plus importante.

Malgré cela, depuis 1950, la proportion de décès par rapport au nombre de plongeurs n'a pas cessé de diminuer. Dans ce travail recensant toutes les observations d'accidents mortels de 1990 à 2000, on constate que la mortalité passe de 3 % en 1950 à 0,46 % aujourd'hui, même si dans l'absolu le nombre de victimes progresse. Les femmes représentent actuellement environ 11 % des victimes. Dans 64 % des cas le Spéléo-Secours Français est intervenu pour des personnes qui n'étaient pas affiliées à la Fédération Française de Spéléologie et illustre donc bien là sa mission de service public. L'analyse des causes de décès de ces onze dernières années montre qu'une part importante de ceux-ci (40 %) sont encore dus aux problèmes liés au fil d'Ariane. Cependant ces accidents ont eu lieu dans la majorité des cas dans des grottes sous-marines explorées par des plongeurs non affiliés à la Fédération Française de Spéléologie, n'ayant pas d'expérience en plongée sous plafond et avec un matériel inadapté. L'autre étiologie importante des décès (32 %) concerne la mauvaise utilisation des gaz inhalés au cours des plongées.

Il existe actuellement plusieurs possibilités pour rejoindre et évacuer une victime après sa médicalisation lors d'un secours en plongée souterraine (civière étanche dans laquelle un patient peut être monitoré, forage, désobstruction, pompage, ou la mise en œuvre de robot téléguidé pour la recherche de victime). Des efforts de prévention sont également souhaitables pour que la mortalité diminue. D'une part sur le plan matériel, pour lequel doivent être définies à la fois des procédures d'utilisation mais également une planification des contrôles nécessaires assortie d'une matériovigilance. D'autre part pour les plongeurs eux-mêmes qui doivent se soumettre à une formation spécifique rigoureuse ainsi qu'à des visites médicales d'aptitude régulières.

Le Président de la Thèse,

Vu et permis d'imprimer

Dijon, le A", 13 mars 2001

(»_ CL i~ £-fc H ^_____Le Doyen

M. GIROUD

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTE DES CAISSONS THERAPEUTIQUES

Zone Manche

Le Havre
Hôpital J Monod, avenue Mendès-France — Caisson civil
76290 Montvilliers
Tél.: 02.35.55.25.30

Cherbourg
Direction du Port — Caisson militaire
50115 Cherbourg-Naval
Tél.: 02.33.92.60.05 poste 24309

Zone Atlantique

Bordeaux
Service de réanimation — Caisson civil
Centre Hospitallier Pellegrin-Tripode
Place Amélie-Raba-Leon
33076 Bordeaux-Cedex
Tél.: 05.56.96.70.70

Brest
C.H.U. de la Cavale Blanche — Caisson civil
Boulevard Tanguy Prigent
29279 Brest
Tél.: 02 98 34 70 98 (Médecin) ou 02 98 22 33 33 (Standard)
Centre Régional d'examen médical du personnel de la 2ème région maritime — Caisson militaire
29240 Brest Naval
Tél.: 02.98.80.80.80 poste 22600

Zone Méditerranée

Aix en Provence
Clinique d'Angéiologie — Caisson civil
32 Cours des Arts et Métiers
13100 Aix en Provence
Tél. : 04.42.38.20.73

Ajaccio
Centre hospitalier de la Miséricorde — Caisson civil
1 ave Impératrice Eugénie
Tél.: 04.95.29.91.93 ou 04.95.29.91.94

Marseille
Centre Hyperbare Hôpital Salvator — Caisson civil
Service de réanimation hyperbare
249, boulevard de Ste Marguerite
13009 Marseille
Accueil Urgences : 04 91 74 49 96
Secrétariat : 04 91 74 49 48
Fax : 04 91 74 54 35

Clinique Cardiovasculaire Valmante — Caisson civil
130 traverse de la Gouffone
route de Cassis
13009 Marseille
Tél.: 04.91.41.01.02

Résidence du Parc — Caisson civil
rue Gaston Berger
13362 Marseille Cedex 4
Tél. : 04.91.83.87.87 ou 04.91.83.87.66

Montpellier
Hôpital Lapeyronie — Caisson civil
555 routes des Ganges
34059 Montpellier Cedex
Tél.: 04.67.33.82.95 ou 04.67.33.82.56
POSTES 8161 ou 8264

Nice
Hôpital Pasteur — Caisson civil
BP 69 06002 Nice
Tél. : 04.93.81.90.81

Perpignan
Centre de médecine hyperbare — Caisson civil
Clinique Saint Pierre
ruejeanGallia
BP2118
66012 Perpignan
Tél.: 04 68 56 26 14

Toulon
Centre Hyperbare Hôpital Font-Pré — Caisson civil
1208, Avenue du Colonel Picot
83 000 Toulon
Tél. : 04 94 61 80 97
Fax : 04 94 61 60 54

HIA ST ANNE S.U.S.I (service urgence-soins intensifs) — Caisson militaire
83800 Toulon Naval
Tél.: 04.94.09.91.50 Gour) 04.94.09.90.00 (nuit) POSTE 30649

Zones de l'Intérieur

Angers
Centre Hospitalier Régional d'Angers — Caisson civil
Service de Réanimation médicale
4 rue LARREY
49033 Angers
Tél.: 02.41.35.38.71

Besançon
C.H.R.U Jean Minjoz — Caisson civil
Service de réanimation médicale
Boulevard Flemming
25000 Besançon
Tél.: 03.81.66.82.63

Grenoble
Unité de soins Hyperbare du C H U — Caisson civil
BP217
38043 Grenoble Cedex
Tél.: 04.76.42.81.21

Lille
Centre Régional de Médecine Hyperbare — Caisson civil
Hôpital Calmette
59000 Lille Cedex
Tél. 03.20.44.54.91

Lyon
Service de Réanimation Pavillon N — Caisson civil
Hôpital Hedouard Heriot
5 place d'Arsonval
69003 Lyon
Tél. 04.78.53.81.11 Poste 3696 ou 04.72.34.46.14 Ligne directe
Ecole de plongée de l'Armée de Terre — Caisson militaire
(EPAT) 4eme régiment du Génie
Camp de valbonne
01120Montluel
Tél. 04.78.06.25.11 Poste 369

Metz
Unité Mobile d'Oxygénothérapie hyperbare — Caisson civil
Etat Major des Sapeurs Pompiers de Metz
2 rue Henri de Ranconval
57000 Metz
Tél.: 03.87.74.38.20 URGENCES: 03.87.74.55.77
Hôpital Régional des Armées — Caisson militaire
Le Gouest
57998 Metz Armées
Tél.: 03.87.75.49.15

Nancy
Institut de Recherche Chirurgical — Caisson civil
C.H.U Brabois
54505 Vandoeuvre
Tél.: 03.83.55.24.66
Hôpital Central Service de Réanimation — Caisson civil
29 av de Lattre de Tassigny
54000 Nancy
Tél.: 03.83.32.85.79

Paris
Centre chirugical Porte de Pantin — Caisson civil
APAS - 9 Sente des Dorées
75019 Paris
Tél.: 01.42.02.22.26 ou 01.39.14.12.92
S A M U 94 — Caisson civil
hôpital Henri Mondor
51 av De Lattre de Tassigny
94010 Creteil
Tél.: 01.49.81.21.11 Poste 17311
HIA VAL DE GRACE — Caisson militaire
74 BD Port Royal
75013 Paris
Tél.: 01.43.33.99.58

Sapeurs Pompiers Chefferie santé — Caisson militaire
55 bd Port Royal
75013 Paris
Tél.: 18 ou 01.45.72.18.18 POSTE 3733-3734

Reims
Hôpital Maison Blanche — Caisson civil
45 rue Cognac Jay
51092 Reims Cedex
Tél.: 01.26.40.79.22

Strasbourg
Hôpital de Hautepierre — Caisson civil
Service de réanimation médicale
avenue Molière
67200 Strasbourg
Tél.: 03 88 12 79 17
Remarques : *"caisson multiplaces (6/2) de marque Comex@Pro. "*

Toulouse
Unité de Soins Hyperbare — Caisson civil
place du dr Baylac
31059 Toulouse Cedex
Tél.: 05.61.77.22.95 flour) ou 05.61.77.22.84(nuit)
FAX: 01.61.77.24.11

Zone Outre-Mer

Guadeloupe — Caisson civil
Centre Hospitalier Pointe à Pitre (les Abymes)
Service de Réanimation
BP 465 - 97159 Pointe à Pitre
Tél.: 05.90.82.98.80

Martinique — Caisson civil
Centre hospitalier Fort de France
Hôpital de la Menard
97261 Fort de France Cedex
Tél.: 05.96.71.58.22

Océan Atlantique — Caisson militaire
Dakar Unité Marine Cap-Vert
Tél. 21 71 40

Océan Pacifique — Caisson militaire
Polynésie Française base de FARE UTE
direction du port de Papeete - Tahiti
Tél. 42 55 30

ANNEXE **2** : **MATERIEL MEDICAL DE L'EQUIPE SPELEO DU SAMU 21**

Matériel médical

Kitn°l	(diagnostic, perfusion, pansements) (boites 1,2 et 3)
Kitn°2	(médicaments injectables et per os, injection) (boites 4,5 et 6)
Kitn°3	(résine, petite chirurgie) (boites 7 et 8)
Kitn°4	(déchocage, ventilation) (boites 9 et 10)
Kitn°5	(intubation, sondes, drains) (boites 11, 12 et 13)
	Scope Lifepak 5 + 3 batteries + boite conditionnement
	Respirateur type Oxylog
	2 bouteilles O_2 5 1
	Jeu de minerves
	Sac à dos de manifestations sportives

Matériel complémentaire

	Aspirateur manuel
	Glucomètre
	Sac médical de matériel de plongée
	Détecteurs CO (5) + piles
	Combinaisons ORSEC

Boite n° 1

(bidon étanche 3,5 litres)

Diagnostic

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
1 stéthoscope
1 tensiomètre
1 lampe de poche + pile et ampoule
1 marteau à réflexe
2 pinces
1 carnet de topographie + crayon
1 couverture de survie
sac poubelle et sac vestiaire
1 dextrostix
1 thermomètre médical pour hypothermie + hyperthermie
1 paire de ciseaux à bouts pointus

Boite n° 2

(bidon étanche 6 litres)

Solutés de perfusion

essuie mains
3 paires de gants non stériles GM
1 garrot
2 dosettes de chlorhexidine
1 cordelette (suspension des flacons de perfusion)
1 rouleau de sparadrap
cathlons : un 16 G, trois 18 G et trois 20 G
3 Tegaderm 10 x 12 cm
1 obturateur 16G
1 obturateur 18 G
1 obturateur 20 G
2 tubulures à perfusion
2 prises d'air
1 Glucose 10 % 500 ml (plastique)
1 NaCl 250 ml (plastique)
1 Plasmion 500 ml
2 paquets 5 compresses stériles
2 Dosiflow
1 bande Nylex 7 cm

Boite n° 3

(bidon étanche 3,5 litres)

Pansements

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
3 pansements américains
1 pansement C.H.U.T
4 tulles Bétadine 10 x 10 cm
1 bétadine flacon 125 ml
1 champ opsite adhésif 80 x 60 cm
4 paquets de 5 compresses stériles
2 bandes Velpeau 10 cm
1 bande Velpeau 15 cm
2 bandes Nylex 7 cm
1 bande Nylex 15 cm

Boite n° 4

(boites plastiques + sac étanche)

Médicaments injectables

	1 paire de gants stériles
Anesthésiques	3 Narcan 0,4 mg
	1 Anexate
	3 Hypnovel 5 mg
	1 Xylocaïne 1 % 200 mg
Antalgiques	1 Aspégic 500 mg
	4 Nubain 20 mg
	2 Prodafalgan 2g + solvant
Neurotropes	6 Valium 10 mg
Psychotropes	2 Atarax 100 mg
Respiratoire	5 Bricanyl 0,5 mg
	Ventoline
	Atrovent
Réanimation	5 Adrénaline 5 mg
	1 Chlorure de calcium
	3 Glucose 30 %
Digestif	3 Spasfon
	2 Primpéran lOmg
Anti-inflammatoires	2 Solumédrol 120 mg
	2 Profénid 100 mg
Antibiotiques	2 Augmentin 2g
Cardio-vasculaire	1 natispray
	1 héparine 5 ml (25 000 UI)
	3 Atropine 0,5 mg
	2 Loxen
	6 Lasilix 20 mg
	5 Ephédrine
	2 Risordan 10 mg
	2 Striadyne
Divers	6 ampoules d'eau injectable
	1 seringue 2 ml
	1 seringue 5 ml
	2 seringues de 10 ml
	1 lame de bistouri
	1 garrot
	1 rouleau de sparadrap
	4 compresses Bétadine

Boite n° 5

(petite boite tuperwar)

Médicaments per os

2 paires de gants non stériles
8 Immodium
4 Spasfon lyoc
16 Coramine-Glucose
10 Diantalvic
8 Ercéfuryl
1 Ventoline spray
1 Natispray 40

Boite n° 6

(bidon étanche 3,5 litres)

Injection - matériel de perfusion

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
Aiguilles: 15 IM (vertes), 10 IV (bleues), 10 trocards (rosés) et 5 SC (oranges)
Seringues : 1 de 5 ml, 7 de 10 ml et 2 de 20 ml
4 valves anti-retour obturateur
Cathlons : 3 de 16G, 3 de 18G, 2 de 20G et 2 de 22G
1 dispositif transfert médicament/perf
1 tubulure à perfusion
1 garrot
2 jeux de tubes à prélèvement pour bilan sanguin
aiguille vacutainer
aiguille prélèvement sur cathlon
tubes secs rouges : RAI
2 tubes violets : NF, groupe
tubes bleus : TP TCA
tubes verts : iono
corps de vacutainer
3 paquets de 5 compresses stériles
1 rouleau de sparadrap 20 mm large
1 rouleau Hypafix 10 cm
2 dosettes chlorexédine
4 petits pansements urgo
3 ampoules eau injectable 5 ml

Boite n° 7

(bidon étanche 6 litres)

Plâtre résine

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
2 paires de gants stériles n° 8
jersey hydrofuge tabulaire
bande de protection hydrofuge
bande de résine Scotchcast : 1 de 7,6 cm
bandes de résine Scotchcast : 2 de 10,1 cm
bandes de résine Scotchcast : 1 de 12,7 cm
Eau stérile 500 ml
2 bandes velpeau 15 cm
1 bande velpeau 10 cm

Boite n° 8

(bidon étanche 6 litres)

Petite chirurgie - suture

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
1 sparadrap
1 bandes Coheban
2 Tegaderm 10x12 cm
5 stéristrips 3M
1 pansement Hypafix 10 cm x 2 m
1 rouleau Elastoplaste 10 cm
1 surgifix tête + 1 surgifix main
2 compresses Surgicel
10 paquets de 5 compresses stériles
2 champs stériles troués
1 mèche iodoformée
lNaC10,9%100ml
1 Bétadine flacon 125 ml
4 tulles bétadinés 10x10
1 rasoir
3 Coalgan
1 Epistaxis packing
2 aiguilles IM + IV + S/C + trocards
2 seringues de 10 ml
1 Xylocaïne 1 % 20 ml
1 agrafeuse chirurgicale 5 agrafes
2 faisceaux de crins 6 x 0,4 m
2 sutures aiguille droite 50 mm + 2 aiguilles courbes 3/0
2 paires de gants stériles n° 8 + 7 1/2
2 bistouris stériles n° 11, n° 23
Kit suture : 1 porte aiguille, 1 paire de ciseaux, 1 pince à disséquer, 2 Leriche courbes SG, 1 champ fendu, 1 essuie main

Boite n° 9

(bidon étanche 6 litres)

Déchocage

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
1 blood-pump
4 Plasmions 500 ml
2 cathlons 20 G
2cathlons 18 G
2 cathlons 16 G
2 cathlons 14 G
3 tubulures à perfusion 3 voies
2 robinets 3 voies
2Tegaderml0x 12 cm
1 garrot
1 rouleau de sparadrap
1 rasoir
1 cordelette pour suspendre les flacons de perfusion
3 paquets 5 compresses
1 dosette chlorhexidine

Boite n° 10

(bidon étanche 6 litres)

Ventilation

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
Ambu avec masques
Aspirateur de mucosités
masque 02 adulte
masque aérosol adulte
tuyau 02
raccords biconiques divers
1 dosette chlorhexidine

Boite n° 11

(bidon étanche 6 litres)

Intubation

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
1 paire gants stériles n° 8 + 7 1/2
1 laryngoscope + lames Me intosh n° 2 et 3
2 piles rondes pour la lampe + ampoule de rechange
1 pince de Kocher plastique
1 seringue de 10 ml (gonflage ballonnet)
1 Xylocaïne 5 % nébulisateur + canules longues
1 pince de magill
1 rouleau de sparadrap
sondes d'intubations : une n° 6, deux n° 7, deux n° 7,5 et une n° 8
1 cordelette (fixation de la sonde)
mandrin d'intubation
ouvre bouche
sac dentier
3 canules de Guedel n° 3,4 et 5
3 paquets 5 compresses stériles

Boite n° 12

(longs tubes en PVC)

Sondes - drains - cathéters

Tube N° 1 : (drains thoraciques - voie centrale)

2 cathéters (voie veineuse profonde) (1,7 mm x 30 cm)
1 drain thoracique de Joly n° 18 x 28 cm (hémothorax)
1 drain thoracique de Joly n° 14 x 15 cm (pneumothorax)
1 valve de Heimlich

Tube N° 2 : (sondes aspiration - sondes O_2)

1 sonde d'aspiration n° 12
1 sonde d'aspiration n° 16
2 sondes oxygène n° 10

Boite n° 13

(bidon étanche 3,5 litres))

Sondes - sacs drainages - champs stériles

papier essuie-mains
3 paires de gants non stériles GM
3 grands champs stériles
2 paires de gants stériles n° 8
1 sonde gastrique double courant n° 16
1 sonde gastrique double courant n° 18
1 seringue de gavage
3 poches plastiques de drainage (urine et estomac)
1 sonde vésicale (type folley) n° 12
1 sonde vésicale (type folley) n° 16
1 set de Xylocaïne pour pose de sonde
3 étuis péniens (tailles 25, 30, 35)
2 paquets 5 compresses stériles

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

(1) BARIOD J.
Aspect médical des secours post-siphon.
In : Comed.
Compte rendu du colloque des médecins spéléologues (1980 : Florac).
Paris : FFS Ed, 1980.

(2) BIGEARD P.
Plongées complexes : le système de marquage des blocs de plongée et des gaz.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 58-63.

(3) BROUSSOLE B.
Physiologie et médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992.

(4) BROUSSOLE B., COURTIERE A.
Toxicité de l'oxygène.
In : BROUSSOLE B.
Physiologie et Médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992 : 298-317.

(5) BRUNET P.
Compte rendu d'intervention.
Sifon 1997; *30* : 2.

(6) 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.

(7) BRUNET R.
La civière plongée et son évolution.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 64-66.

(8) CART P.
Utilisation des mélanges respiratoires de synthèse en plongée loisir.
Th. : Méd : Dijon : 1998 ; 62.

(9) CASATIL.
Plongée profonde et comportement humain.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 102-105.

(10) CASTALDIA.
Compte rendu d'intervention - Foux du Mas de Banal.
Info-SSF 1999; 54: 11.

(11) CAYLAA.
Compte rendu d'intervention - Gouffre de saint Sauveur.
Info-SSF 1999; *54* : 12.

(12) CHATEAU J., HUGON M., THEOBALD X.
Accidents de décompression. Clinique et thérapeutique.
In : BROUSSOLE B.
Physiologie et Médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992 : 379-409.

(13) DAVID E.
Compte rendu d'intervention - Source de l'Ain.
Info-SSF 1996; *41* : 9.

(14) DAVID E, DODELIN C.
Secours au gouffre de Bief Goudard.
Info-SSF 1998; *50* : 12-14.

(15) DEGOUVEP.
Techniques particulières, et matériel spécifique au secours.
In : FFS et FFESSM.
Compte rendu de la rencontre internationale de secours en siphon (1985 : Francheville).
Dijon : Ligue spéléologique de Bourgogne Ed, 1985 : 58-69.

(16) DELAVAURG.
Les premiers pas de la plongée souterraine.
SpéluncaBull. 1963 ;4\ 7-13.

(17) DODELIN C.
Compte rendu d'intervention - Grotte de Banges.
Info-SSF 1991; *20:* 18.

(18) DODELIN C.
Accidents spéléologiques en France de 1985 à 1995.
Info-SSF 1997; *45* : 11-15.

(19) DODELIN C.
Accidents de plongée en siphon.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 16-21.

(20) Fédération Française de Spéléologie - Commission « plongée ».
http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/federation/commission/plongee/plongee.htm

(21) Fédération Française de Spéléologie - Commission « secours ».
http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/federation/commissions/secours/secours.htm

(22) Fédération Française de Spéléologie - Fédération - Commission - Médicale - Présentation.
http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/federation/commissions/medicale/medicale.hrm

(23) DOUCHETM.
Affaire grotte de la Treimie.
Info-SSF. 1994; 55 : 6-8.

(24) DOUCHETM.
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.

(25) FONTESPIS-LOSTE PH.
Accident de plongée à la Grotte de la Treimie : quelques précisions.
Info-SSF. 1994; *33* : 7-8.

(26) FRACHONJC.
La plongée spéléologique en France.
Spélunca Bull. 1977 ; *2* : 67-71.

(27) FRACHONJC.
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.

(28) FRACHONJC.
Accidents et sauvetages en spéléo-plongée (France 1950-1991).
Secours Siphon 1991 ; *2* : 9-13.

(29) FRACHONJC.
Aperçu historique sur la plongée souterraine française.
Sifon 1999; *35:* 20-24.

(30) GAVARYP.
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.

(31) GILTZINGERP.
Compte rendu d'intervention - Baume des Anges.
Info-SSF. 1990; 77: 8.

(32) GIRYP.
Bases de physique.
In : BROUSSOLE B.
Physiologie et Médecine de la plongée.
Paris : Ellipses, 1992 : 33-57.

(33) GOMEZR.
Compte rendu d'intervention - Résurgence de Lantouy.
Info-SSF 1995; *37* : 10.

(34) GUILLONA.
Compte rendu d'intervention - Fosse Dionne.
Info-SSF 1996; *41* : 9.

(35) HOFB.
Compte rendu d'intervention - Grotte de la Mescla.
Info-SSF 1998; Ji : 11.

(36) JAILLETJ.
Les accidents et secours de spéléologie en France de 1988 à 1997.
Th. : Méd : Grenoble : 1999.

(37) JASINSKIM.
Plongée sous la terre.
Paris : Flammarion, 1965.

(38) JUVENSPAN FLTHOMAS C.
Plonger aux mélanges.
La Ravoire : Eau Noire Ed, 1992.

(39) Karst.
http://perso.wanadoo.fr/ffspeleo/images/karst.gif

(40) KERDEVEZP.
Compte rendu d'intervention - Source de Landenouze.
Info-SSF 1995; *36* : 12.

(41) KERGOMAR O, GUILLAUME F.
Problèmes posés par les accidents en plongée derrière siphon.
In. Compte rendu du colloque des médecins spéléologues (1979 : Biviers).
Paris : FFS Ed, 1985 : 67-69.

(42) LABATM.
Compte rendu d'intervention - Fontaine de Vaucluse.
Info-SSF 1997; *47:* 10.

(43) LEBIHANB.
Compte rendu d'intervention - Douix.
Info-SSF 1998; *49 :* 7.

(44) LEBRUN M, CAEN F.
La qualité de l'air et les filtrations.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 73-75.

(45) LOCATELLIC.
Compte rendu d'intervention - Résurgence du Perthuis.
Info-Plongée 1993; *60* : 20.

(46) LOCATELLIC.
Chronologie d'un accident.
Info-Plongée 1996; *74:14-15.*

(47) LOCATELLIC.
Editorial
Info-Plongée 1997; 77:1.

(48) MAESTRACCI B.
Le groupe des spéléologues de la Gendarmerie : groupe des plongeurs spéléo.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 23.

(49) MALLARD M.
Secours et prévention en spéléologie et plongée souterraine.
Th. : Méd : Lille : 1985.

(50) MARBACH G., ROCOURT J.L.
Techniques de la spéléologie alpine. 3e éd.
Cahors : Expé Ed, 2000.

(51) MARTINEZD.
Compte rendu d'intervention - Grotte de la Triperie.
Info-SSF. 1991; *23:* 13.

(52) MELIETJ.L.
Les techniques de la plongée sous-marine.
In : BROUSSOLE B.
Physiologie et Médecine de la plongée
Paris : Ellipses, 1992 : 59-89.

(53) MICHEL J.
La médicalisation.
In : FFS et FFESSM.
Compte rendu de la rencontre internationale de secours en siphon (1985 : Francheville).
Dijon : Ligue spéléologique de Bourgogne Ed, 1985 : 76.

(54) MICHEL J.
Le point sur la civière plongée.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 67-72.

(55) MOLLE P.
Enseigner et organiser la plongée. 2e éd.
Paris : Amphora, 1992.

(56) MONNOTO.
Compte rendu d'intervention - Source de la Douix.
Info-SSF 1995; 5S: 7.

(57) MOYAP.
Autopsie d'un accident.
Info-Plongée 1992; *57* : 3-4.

(58) MOYAP.
Des tous débuts de la plongée spéléo à la maturité.
Info-Plongée 1998 ; *78* : 17-19.

(59) MOYAP.
Historique de la plongée souterraine.
In : FFS, FFESSM et SSF.
Plongée souterraine - Prévention et secours.
Dijon : Ligue Spéléologique de Bourgogne, 2000 : 13-15.

(60) MUGNIERP.
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.

(61) OHRESSER PH., BERGMANN E.
Médecine hyperbare.
Paris : Masson, 1992.

(62) PERREM.
Compte rendu d'intervention - Grotte de la Treimie.
Info-SSF 1994; *33* : 6.

(63) PESENTIG.
Compte rendu d'intervention -Grotte du Groin.
Info-SSF 1993; *28 :* 8.

(64) PILLOTJD.
Les accidents mortels de plongée souterraine survenus en France entre 1950 et 1990.
Th. : Méd : Toulouse 3 : 1991 ; 1139.

(65) POGGIAF.
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.

(66) ROY H, MICHEL J.
Civière de plongée souterraine.
Rev SAMU 1999; *3* : 64-66.

(67) SALVAYREH.
Siphons des rivières souterraines de France.
Paris : FFS Ed, 2000.

(68) SANCHEZC.
Compte rendu d'intervention - Source de la Clautre.
Info-SSF 1995; *36* : 12.

(69) Spéléo-Secours Français : Dossier de presse.
http://www.speleo-secours-francais.com/presse.htm

(70) Spéléo-Secours Français.
http://sssi.free.fr/ssf.hthn

(71) STEFANATOJP.
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.

(72) TOURTE B.
Manuel du sauveteur - Spéléo-Secours Français.
La Ravoire : Gap Ed, 1996.

(73) THIRYJ.P.
Techniques de plongée souterraine. 2e éd.
Liège : Société Spéléologique de Wallonie, 1986 : 6-9.

(74) ZASSOTH.
Compte rendu d'intervention - Grotte de la Marnade.
Info-SSF 1991; *23:* 13.